



**Fraunhofer** Zentrum  
Mittel- und Osteuropa

Studie

## **Altlastenerkundungs- und -sanierungsmarkt in Deutschland**

- **Mit einer Marktpotentialanalyse für  
thermische In-situ-Sanierungsverfahren**

Teilstudie

von Marktstudien des Fraunhofer MOEZ zu innovativen Technologien und  
Verfahren der Altlastenbearbeitung

Inhalte der Marktstudien:

- Produktanalysen
- Marktanalysen
- Umsetzungskonzepte



**Fraunhofer** Zentrum  
Mittel- und Osteuropa

erstellt für:

**Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH – UFZ**

Permoserstr. 15

04318 Leipzig

im Rahmen des Projekts:

**Terra-, Aqua- und Sanierungskompetenzzentrum Leipzig (TASK)**

- Initiative zur Förderung von Innovation, Technologie- und Wissenstransfer im Bereich Boden, Grundwasser & Flächenrevitalisierung

gefördert vom:

**Bundesministerium für Bildung und Forschung**

erstellt von:

**Fraunhofer-Zentrum für Mittel- und Osteuropa MOEZ**

Institutsleiter

Prof. Dr. Thorsten Posselt

Städtisches Kaufhaus Leipzig

Neumarkt 9-19

04109 Leipzig

**Autor:**

Rechtsassessor Thorsten Uhl, LL.M.Eur.

Telefon: 0341/23 10 39 - 155

E-Mail: [thorsten.uhl@moez.fraunhofer.de](mailto:thorsten.uhl@moez.fraunhofer.de)

Zitiervorschlag:

Uhl, Thorsten: Altlastenerkundungs- und Sanierungsmarkt in Deutschland – Mit einer Marktpotentialanalyse für thermische In-situ-Sanierungsverfahren. Fraunhofer MOEZ, Leipzig 2008

Leipzig, den 31. Juli 2008



# Fraunhofer Zentrum Mittel- und Osteuropa

## Copyright

Das Urheberrecht an den im Rahmen dieser Studie vom Fraunhofer MOEZ erstellten Konzepten, Entwürfen, Analysen, Studien und sonstigen Unterlagen liegt bei Fraunhofer MOEZ. Die Übertragung von Urheberrechten bedarf der Schriftform.

Der Auftraggeber ist zur Nutzung der vorliegenden Studie für die nach dem Auftrag vorgesehenen Zwecke berechtigt. Vervielfältigungen sind nur mit der ausdrücklichen Zustimmung von Fraunhofer MOEZ zulässig. Veränderungen, Übersetzungen oder digitale Nachbearbeitungen sind nicht zulässig. Eine Weitergabe der Studie an Dritte – insbesondere an Wettbewerber von Fraunhofer MOEZ – mit Ausnahme von öffentlichen Fördermittelstellen oder Kapitalgebern ohne schriftliche Freigabe durch Fraunhofer MOEZ ist nicht zulässig.

© Copyright Fraunhofer MOEZ 2008

### Fraunhofer-Zentrum für Mittel- und Osteuropa MOEZ

Städtisches Kaufhaus Leipzig

Neumarkt 9-19

D-04109 Leipzig

Telefon: +49 (0) 341 / 23 10 39 – 0

Fax: +49 (0) 341 / 23 10 39 – 199

E-Mail: [info@moez.fraunhofer.de](mailto:info@moez.fraunhofer.de)

URL: [www.moez.fraunhofer.de](http://www.moez.fraunhofer.de)

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abb. 1:</b> Schlüsselfragen einer produktspezifischen Marktanalyse anhand zweier Produkte aus der Altlastenbearbeitung	2
<b>Abb. 2:</b> Relative Veränderung des Bruttoinlandsprodukts (preisbereinigt) gegenüber dem Vorjahr in Deutschland	3
<b>Abb. 3:</b> Umweltschutzausgaben der öffentlichen Hand und des privaten Sektors in Mio. Euro	7
<b>Abb. 4:</b> Vergleich des Verlaufs der Umweltschutzausgaben und des Bruttoinlandsprodukts	8
<b>Abb. 5:</b> Jährliche Veränderung der Umweltschutzausgaben und des Bruttoinlandsprodukts von 1996-2007	8
<b>Abb. 6:</b> Durchgeführte und erwartete Maßnahmen im Altlastenflächen-Management des Freistaates Sachsen 2004	21
<b>Abb. 7:</b> Räumlich-strukturelle Konzentration der Altlastenflächen in Bayern	23
<b>Abb. 8:</b> Schematische Darstellung der Sanierungsverfahren	25
<b>Abb. 9:</b> Struktur des Altlastenmarkts in Deutschland	27
<b>Abb. 10:</b> Entwicklung der Dekontaminationsmaßnahmen in Hessen	28
<b>Abb. 11:</b> Struktur des Altlastenmarkts in Deutschland	33
<b>Abb. 12:</b> Abfallentsorgungsbilanz kontaminierten Bodenaushubs in 2005	35
<b>Abb. 13:</b> Marktvolumen des Altlastenerkundungs- und -sanierungsmarktes	37
<b>Abb. 14:</b> Übersicht zu den Stufen der Altlastenbearbeitung	41
<b>Abb. 15:</b> Einschätzung des Marktpotentials verschiedener Sanierungsverfahren nach kurzfristigen aktuellen Kriterien (Marktanteil, Markttendenz) und nach beständigeren Kriterien (Sanierungsergebnis, Kosten)	64

## Tabellenverzeichnis

<b>Tab. 1:</b> Entwicklung der Umsätze in den Umweltschutzbereichen 2001 – 2005	5
<b>Tab. 2:</b> Anteil der Umweltschutzausgaben am Bruttoinlandsprodukt	9
<b>Tab. 3:</b> Anzahl der Altlastenflächen in der Bundesrepublik Deutschland	11
<b>Tab. 4:</b> Umsätze im Bereich Bodensanierung in Bayern	13
<b>Tab. 5:</b> Umsätze im Bereich Bodensanierung in Hamburg	15
<b>Tab. 6:</b> Umsätze im Bereich Bodensanierung in Hessen	16
<b>Tab. 7:</b> Landeszuwendungen an die Kommunen und finanzielle Aufwendungen des Landes für die gewerbliche Altlastensanierung in Millionen Euro	17
<b>Tab. 8:</b> Altlastenförderung des Landes Hessen in den Jahren 2003 bis 2007	17
<b>Tab. 9:</b> Fördervolumen des Landes Niedersachsen	18
<b>Tab. 10:</b> Fördervolumen des Landes Schleswig-Holstein für Altlasten in Euro	22
<b>Tab. 11:</b> Altlastenförderung in Thüringen	22
<b>Tab. 12:</b> Durchschnittliche Flächengrößen und Anzahl der Standorte nach altlastenverursachenden Branchen	24
<b>Tab. 13:</b> Anwendung der Sanierungsverfahren in Hessen,	26
<b>Tab. 14:</b> Sanierungsverfahren in Nordrhein-Westfalen	29
<b>Tab. 15:</b> Sanierungsverfahren in Bayern	30
<b>Tab. 16:</b> Anwendung der Sanierungsverfahren in Sachsen	30
<b>Tab. 17:</b> Ausgearbeitete Schätzparameter als Hilfsgrößen für die Abschätzung des Marktvolumens	32
<b>Tab. 18:</b> Der Abfallwirtschaft zugeführte relevante kontaminierte Stoffmengen in 2005	34
<b>Tab. 19:</b> Ermittelte Entsorgungspreise für die der Abfallwirtschaft zugeführten relevanten kontaminierten Stoffmengen	35
<b>Tab. 20:</b> Ermittelter Entsorgungspreis für die der Abfallwirtschaft zugeführten relevanten kontaminierten Stoffmengen inklusive Transportkosten	36
<b>Tab. 21:</b> Prognose BIP Entwicklung für die Jahre 2008-2013	56

## Inhalt

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>I</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>II</b>
<b>Inhalt</b>	<b>III</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Gesamtwirtschaftliche Lage Deutschlands</b>	<b>3</b>
<b>3 Umweltschutzmarkt in Deutschland</b>	<b>5</b>
3.1 Umsatzverlauf im deutschen Umweltschutzmarkt	5
3.2 Verlauf des Umweltschutzmarktes	6
3.2.1 Definition von Umweltschutzausgaben	6
3.2.2 Verlauf und Struktur der Umweltschutzausgaben	6
3.3 Vergleichsanalyse der Umweltschutzausgaben zum Bruttoinlandsprodukt	8
<b>4 Altlastenmarkt in Deutschland</b>	<b>10</b>
4.1 Altlastenstandorte in Deutschland und in den Ländern	10
4.1.1 Baden-Württemberg	13
4.1.2 Bayern	13
4.1.3 Berlin	14
4.1.4 Brandenburg	15
4.1.5 Bremen	15
4.1.6 Hamburg	15
4.1.7 Hessen	16
4.1.8 Mecklenburg-Vorpommern	17
4.1.9 Niedersachsen	18
4.1.10 Nordrhein-Westfalen	18
4.1.11 Rheinland-Pfalz	19
4.1.12 Saarland	19
4.1.13 Sachsen	20
4.1.14 Sachsen-Anhalt	21
4.1.15 Schleswig-Holstein	22
4.1.16 Thüringen	22
4.2 Räumlich-strukturelle Verteilung und Branchenverteilung	23
4.3 Marktabgrenzung der Sanierungsverfahren	24
4.3.1 Anwendungshäufigkeit der Sanierungsverfahren in den Ländern	26

4.3.2	Rückschlüsse zur bundesweiten Anwendungshäufigkeit der Sanierungsverfahren	31
4.4	Marktvolumen	32
4.4.1	Bereich Bodensanierung	32
4.4.2	Bereich Abfallwirtschaft	33
4.4.3	Bereich Grundwassersanierung	36
4.4.4	Fazit zur Marktgröße des Altlastensanierungs- und -erkundungsmarkt	36
4.5	Industriestruktur des Altlastenbearbeitungsmarktes	37
4.5.1	Altlastenerkundung	37
4.5.2	Altlastensanierung	38
4.5.3	Innovativer Altlastenbearbeitungsmarkt	38
4.5.4	Informationen zu den Wirtschaftsakteuren	39
<b>5</b>	<b>Rechtliche Rahmenbedingungen</b>	<b>40</b>
5.1	Stufen der Altlastenbearbeitung	40
5.1.1	Erfassung von Altlasten und altlastverdächtigen Flächen	41
5.1.2	Orientierende Untersuchung	42
5.1.3	Untersuchungsanordnung, Detailuntersuchung und Gefährdungsabschätzung	42
5.1.4	Sanierungsuntersuchung	43
5.1.5	Sanierungsplan	43
5.1.6	Sanierungsentscheidungen	44
5.2	Sanierung von Bodenverunreinigungen	45
5.2.1	Sanierungspflicht	45
5.2.2	Sanierungsmaßnahmen	45
5.2.3	Konkrete Sanierungsmaßstäbe	46
5.2.4	Sanierungsziele	47
5.2.5	Sanierungsgrenzen	47
5.3	Sanierung von Grundwasserverunreinigungen	48
5.3.1	Sanierungspflicht	48
5.3.2	Sanierungsmaßstäbe	49
5.3.3	Einfluss der Wasserrahmenrichtlinie und der Grundwasserrichtlinie	50
5.3.4	Grenzen	52
5.4	Sanierungspflichtige	53
5.4.1	Verursacher und dessen Gesamtrechtsnachfolger	53
5.4.2	Grundstückseigentümer und Inhaber der tatsächlichen Gewalt	54
<b>6</b>	<b>Marktprognose für den deutschen Altlastenbearbeitungsmarkt</b>	<b>56</b>
6.1	Allgemeine Konjunkturentwicklung in Deutschland	56
6.2	Entwicklungen in den benachbarten Branchen	56
6.2.1	Lage der deutschen Bauwirtschaft	57

6.2.2	Immobilienbranche	57
6.3	Rechtliche und politische Entwicklungen	57
6.3.1	Europäische Ebene	57
6.3.2	Nationale Ebene	58
6.3.3	Fazit zu den Effekten der rechtlichen und politischen Entwicklungen	59
6.4	Ausblick auf die Entwicklung des Altlastenbearbeitungsmarkts	60
<b>7</b>	<b>Thermische In-situ-Sanierungsverfahren</b>	<b>61</b>
7.1	Produktvorstellung	61
7.2	Marktanbieter	61
7.3	Markteintrittsbarrieren	61
7.4	Marktpotentialanalyse für die thermischen In-situ- Sanierungsverfahren	62
7.4.1	Konkurrenzsituation für die thermischen In-situ- Sanierungsverfahren innerhalb der Altlastensanierungsbranche einschließlich Substituierungsgefahr	62
7.4.2	Markteintritt neuer Unternehmen bzw. Technologieübernahme	64
7.4.3	Verhandlungsposition der Auftraggeber und Verhandlungsmacht verbundener Unternehmen	65
7.4.4	Deregulierende Komponenten	65
7.4.5	Erschließung neuer Märkte	65
7.4.6	Gesamtfazit zur Einschätzung des Marktpotentials der thermischen In-situ-Sanierung	66
7.5	Marktvolumen der thermischen In-situ- Sanierungsverfahren	66
7.5.1	Potenzieller Markt für die thermische In-situ-Sanierung	66
7.5.2	Tatsächlicher Marktanteil der thermischen In-situ- Sanierung	67
7.5.3	Realisierbarer Marktanteil für die thermischen In-situ- Sanierungsverfahren	67
7.6	Markteintrittsstrategien	68
<b>8</b>	<b>Quellenverzeichnis der verwendeten und zitierten Literatur</b>	<b>70</b>
8.1	Zu Abschnitt 2	70
8.2	Zu Abschnitt 3	71
8.3	Zu Abschnitt 4	72
8.4	Zu Abschnitt 5	75
8.5	Zu Abschnitt 6	76
8.6	Zu Abschnitt 7	78

## 1 Einleitung

Die vorliegende Marktstudie zum Altlasterkundungs- und bearbeitungsmarkt ist Teil 2 einer von zwei produktspezifischen Marktstudien, die das Fraunhofer Zentrum für Mittel- und Osteuropa (MOEZ) im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekts „Terra-, Aqua und Sanierungskompetenzzentrum Leipzig (TASK) – Initiative zur Förderung von Innovation, Technologie- und Wissenstransfer im Bereich Boden, Grundwasser & Flächenrevitalisierung“ erstellt hat. Gegenstand der produktspezifischen Marktstudien sind die:

- Verfahren der thermischen In-situ-Sanierung von kontaminierten Böden und Grundwassern
- Verfahren der Altlastenisotopenuntersuchung

Die Marktstudien weisen jeweils folgende Teile auf:

Teil 1: Produktanalyse in der Form eines Produktdatenblatts

Teil 2: Allgemeine und produktspezifische Branchen- und Marktanalyse des deutschen Marktes

Teil 3: Allgemeine und produktspezifische Umsetzungsstrategiekonzepte für den Markteintritt

Teil 4: Ausblick auf den Altlastenerkundungs- und sanierungsmarkt in Mittel- und Osteuropa mit Schwerpunkt Tschechische Republik

In der Marktanalyse wird sowohl der Altlastenerkundungs- und -sanierungsmarkt als auch die Altlastenerkundungs- und sanierungsbranche dargestellt. Nachdem das geschehen ist, erfolgt ein Blick auf die spezifische Marktsituation des jeweils zu untersuchenden Produktes.

Ziel der Marktanalysen ist es unter anderem, die in der untenstehenden Grafik aufgeworfenen Fragestellungen zu beantworten:

**Abb. 1:**  
Schlüsselfragen einer  
produktspezifischen  
Marktanalyse an-  
hand zweier Produk-  
te aus der Altlasten-  
bearbeitung

[Fraunhofer MOEZ]

CIM steht für Koh-  
lenstoffisotopenmo-  
nitoring

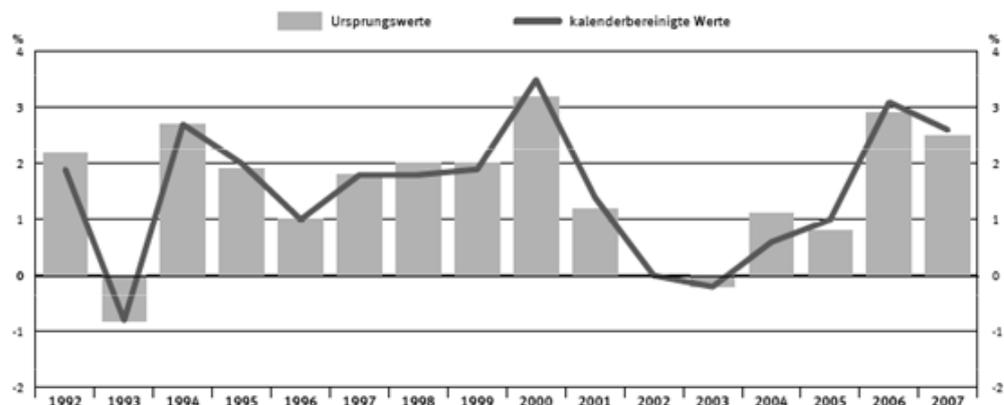
TISS steht für ther-  
mische In-situ-  
Sanierungsverfahren



## 2 Gesamtwirtschaftliche Lage Deutschlands

Die wirtschaftliche Entwicklung in der Bundesrepublik Deutschland wird im Verlauf des Jahres 2008 im Vergleich zum Vorjahr etwas an Dynamik verlieren.[RWI 2008, S.31] Wie das statistische Bundesamt für das erste Quartal 2008 mitteilte, hat die deutsche Volkswirtschaft das höchste Wachstum seit zwölf Jahren verzeichnet. So stieg das Bruttoinlandsprodukt gegenüber dem vierten Quartal 2007 um 1,5 Prozent an. [StatBA-PM 2008] Führende Wirtschaftsforschungsinstitute haben bisher ein Wachstum von 1,8 Prozent für das gesamte Jahr 2008 prognostiziert.[IMK 2008; IFO 2008, S.40] Mit dem überraschenden Wachstum im ersten Quartal 2008 dürften die Prognosen wesentlich positiver ausfallen. Das Wachstum dürfte demnach mehr als zwei Prozent betragen, dennoch den Wert von 2,6 Prozent für das Jahr 2007 nicht übersteigen. [Innovationsreport 2008]

**Abb. 2:**  
Relative Veränderung des Bruttoinlandsprodukts (preisbereinigt) gegenüber dem Vorjahr in Deutschland  
[StatBA-PK 2008, S. 1]



Positiv für die Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes im Jahr 2007 waren steigende Unternehmensinvestitionen und eine Erholung der Bauwirtschaft im Vergleich zum Ende des Jahres 2006.[RWI 2008, S.31] Maßgeblich entscheidende Faktoren für die steigenden Unternehmensinvestitionen waren die gute gesamtwirtschaftliche Entwicklung in Deutschland seit dem Jahr 2005 und die damit einhergehende Wachstum der Unternehmensgewinne. Auch die für 2008 geplante Unternehmenssteuerreform hat aufgrund der veränderten Abschreibungsmodalitäten zu vorgezogenen Unternehmensinvestitionen geführt.[RWI 2008, S.34] Für das gesamte Jahr 2008 wird zwar mit einem Rückgang der Investitionstätigkeit gegenüber dem Vorjahr gerechnet. Der Unter-

nehmensbereich wird dennoch mit einem starken Wachstum der Umsätze respektive Unternehmensgewinnen rechnen können.[IFO 2008, S.40]

Die deutsche Bauwirtschaft scheint sich nach dem Zusammenbruch in den neunziger Jahren ebenfalls wieder erholt zu haben. Obwohl der Wegfall der Eigenheimzulage den Wohnungsbau nach wie vor bremst, sind die Bereiche öffentlicher Bau, Wirtschaftsbau und der Tiefbausektor signifikant gestiegen.[IFO 2008, S.42 f.] Im Bereich Wirtschaftsbau signalisieren steigende Baugenehmigungen und Auftragseingänge eine weitere Zunahme der Bautätigkeit. Die von 1995 bis 2005 stetig sinkenden Wirtschaftsbauinvestitionen werden in diesem Jahr um etwa vier Prozent steigen. Erweiterungsbauten und Erneuerungen bestehender Gebäude bilden den Hauptteil im Bereich Wirtschaftsbau. Der öffentliche Bau wird gegenüber dem Vorjahr um ca. 3 Prozent steigen.[IFO 2008, S.43] Steigende Steuereinnahmen und die verbesserte Situation der öffentlichen Kassen ermöglichen es dem Bund und den Kommunen zudem, mehr Bauvorhaben zu realisieren. Daran partizipiert auch der Bereich des Tiefbaus, da ein Großteil der öffentlichen Aufträge den Ausbau der Infrastruktur zum Inhalt haben dürfte.

Die Entwicklung der Staatsfinanzen hat sich in den letzten drei Jahren positiv entwickelt. Im Jahr 2007 konnte die Bundesregierung erstmalig nach der Wiedervereinigung einen ausgeglichenen Haushalt vorlegen. [RWI 2008, S.58] Die Struktur wies ein geringeres Defizit bei den Bundesfinanzen aus und deutliche Überschüsse bei den Ländern, Gemeinden und Sozialversicherungen– bedingt durch tiefgreifende Veränderungen am Arbeitsmarkt, den Hartz-Reformen sowie Veränderungen in der Steuergesetzgebung und der Subventionspolitik. [IFO 2008, S.45] Von einer nachhaltigen Entwicklung kann bei diesen Effekten dennoch kaum ausgegangen werden. Entsprechend muss davon ausgegangen werden, dass die Staatseinnahmen im Jahr 2008 geringer ausfallen als 2007, die Staatsausgaben im Vergleich zum Vorjahr aber deutlich ansteigen. [RWI 2008, S.59]

Auf Basis dieser Entwicklungen wird das Wirtschaftswachstum der Bundesrepublik Deutschland im Vergleich zum Vorjahr abnehmen. Durch die positive Entwicklung im Unternehmenssektor und steigende Konsumausgaben im privaten Sektor wird die Abschwächung aber moderat ausfallen. [IFO 2008, S.45]

### 3 Umweltschutzmarkt in Deutschland

Der Markt für Altlastenerkundung und -sanierung gehört zum Umweltschutzmarkt. Um nähere Aussagen zur Situation und Entwicklung des Altlastenmarktes treffen zu können, wird daher zunächst mal der übergeordnete Umweltschutzmarkt betrachtet.

#### 3.1 Umsatzverlauf im deutschen Umweltschutzmarkt

Umsätze, Aufwendungen und Investitionen mit Waren, Bau- und Dienstleistungen für den Umweltschutz in der Bundesrepublik Deutschland erfasst das statistische Bundesamt. Es bezieht sich dabei auf Leistungen, welche der Verminderung, Vermeidung und Beseitigung schädlicher Einflüsse auf die Umwelt aus Produktion und Konsum dienen. [StatBA, Jahrbuch 2007, S.290] Prinzipiell sind in diesem Bereich alle Rechnungsendbeträge und Nebenkosten der Unternehmen enthalten. [Wöhe, S.1144] Da Investitionen und Aufwendungen zwangsläufig bei anderen Unternehmen zu Umsätzen führen, bietet diese Kennzahl eine zuverlässige Größe bei der Abschätzung zukünftiger Potentiale für Unternehmen in diesem Bereich. Die folgende Tabelle zeigt den Verlauf der erfassten Bereiche im Berichtszeitraum.

**Tab. 1:**  
Entwicklung der Umsätze in den Umweltschutzbereichen 2001 – 2005  
[Statistisches Bundesamt, Umweltschutzumsätze 2001, 2002, 2003, 2004, 2005]

Jahr	2001	2002	2003	2004	2005
	in Millionen Euro				
Insgesamt	13.006	12.192	11.228	11.709	12.250
- Abfallwirtschaft	1.545	1.501	1.530	1.684	1.823
- Gewässerschutz	5.068	4.496	4.534	4.484	4.440
- Lärmbekämpfung	992	975	1.256	1.450	1.612
- Luftreinhaltung	4.935	4.553	3.321	3.510	3.832
- Naturschutz und Landschaftspflege	150	182	175	168	148
- Bodensanierung	316	244	241	213	192

Der Verlauf der Gesamtumsätze verlief in betrachteten Zeitraum negativ (-5,8 Prozent). Nach dem absoluten Tiefpunkt im Jahr 2003 ist jedoch bis zum Jahr 2005 wieder eine positive Entwicklung zu verzeichnen. Für den Gewässerschutz betrug der relative Verlust innerhalb dieses Zeitraums -12,4 Prozent. Starke Zuwächse konnte der Bereich Abfallwirtschaft (+18 Prozent) verzeichnen. Der Be-

reich Bodensanierung musste im Betrachtungszeitraum kontinuierlich Einbußen von insgesamt etwa 40 Prozent hinnehmen.

### **3.2 Verlauf des Umweltschutzmarktes**

Ökonomische Größen eröffnen die Möglichkeit, quantitative Aussagen zu den Marktentwicklungen zu treffen. Anhand geeigneter makroökonomischer Indikatoren sind somit einerseits Aussagen zum bisherigen Verlauf, als auch plausible Aussagen zu künftigen Entwicklungen möglich.

Für die Analyse des bisherigen Entwicklungsverlaufs des Umweltschutzmarktes können Daten des statistischen Bundesamtes herangezogen werden. Aufgrund einer Veränderung des Erhebungsdesigns der umweltökonomischen Gesamtrechnung in der Bundesrepublik Deutschland stehen reliable Kennzahlen für den Umsatz im Umweltschutzbereich lediglich ab dem Jahr 2001 zur Verfügung.[StatBA, Umweltschutzumsätze 2005, S.6] Daher wird der Verlauf des deutschen Umweltschutzmarktes anhand der Umweltschutzausgaben untersucht. Es kann unterstellt werden, dass Ausgaben und Aufwendungen letztlich zu Umsätzen im Umweltbereich führen und Veränderungen dieser Kennzahl direkt die Höhe der Umsätze im Umweltbereich beeinflussen.

#### **3.2.1 Definition von Umweltschutzausgaben**

Umweltschutzausgaben setzen sich aus den Investitionen in Sachanlagen und den laufenden Aufwendungen für den Umweltschutz zusammen.[StatBA, Jahrbuch 2007, S.293]

Zu den Umweltschutzinvestitionen zählen die Zugänge an Sachanlagen, die bei der Herstellung bzw. der Verwendung von Erzeugnissen im Rahmen der Produktionstätigkeit eine geringere Umweltbelastung hervorrufen. Auch Anlagen, die eine nachherige Behandlung der produktionsbedingt entstandenen Emissionen betreiben, werden dazu gerechnet.[StatBA, Jahrbuch 2007, S.294]

Laufenden Aufwendungen sind Ausgaben und Abschreibungen auf Anlagen für den Umweltschutz. [StatBA, Jahrbuch 2007, S.293]

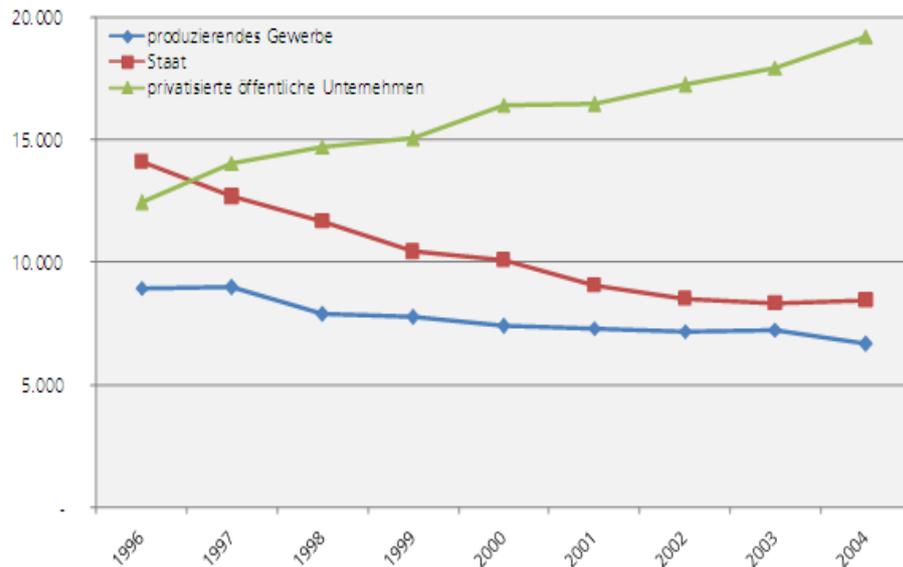
#### **3.2.2 Verlauf und Struktur der Umweltschutzausgaben**

Das Statistische Bundesamt erfasst die Umweltschutzausgaben des produzierenden Gewerbes, der privatisierten öffentlichen Unternehmen und des Staates:

**Abb. 3:**  
Umweltschutzausgaben der öffentlichen Hand und des privaten Sektors in Mio. Euro

Eigene Abbildung, erstellt auf Basis der Daten des Statistischen Bundesamtes, Umweltökonomische Gesamtrechnung 2007

[StatBA, Jahrbuch 2007, S.317, Tab. 12-17-1]



Die Daten zeigen, dass im Berichtszeitraum der Anteil privater Unternehmen (Rückgang um ca. 25 Prozent) und des Staates (Rückgang um ca. 40 %) an den Umweltschutzausgaben abgenommen hat. Dagegen wuchs der Anteil der privatisierten öffentlichen Unternehmen um ca. 54 Prozent. Diese Effekte lassen sich durch die veränderten Zahlungsströme, durch Konjunkturanpassungen und durch Umstrukturierungsmaßnahmen erklären.

Die privaten Unternehmen des produzierenden Gewerbes unterließen zunehmend Investitionen (ca. 38 Prozent Rückgang) und reduzierten damit auch ihre laufenden Ausgaben (Rückgang von Aufwendungen und Abschreibungen um ca. 20 Prozent). Dieses Ergebnis wird aufgrund der wieder stark gestiegenen Investitionstätigkeiten in den Jahren 2006 und 2007 revidiert werden. Hieran zeigt sich, dass konjunkturelles Wachstum in Verbindung mit einer antizipierten steuerlichen Veränderung fähig ist, diese Prozesse umzukehren. [Burda, S.90 f.]

Bei den staatlichen Ausgaben sanken die Investitionen sogar um ca. 58 Prozent, die laufenden Ausgaben dagegen nur um ca. 27 Prozent. Die privatisierten öffentlichen Unternehmen senkten ihre Investitionen mit weniger als 1 Prozent kaum und steigerten ihre Aufwendungen und Abschreibungen gleichzeitig um ca. 90 Prozent. Die Senkung der staatlichen Umweltschutzausgaben und die erheblichen Steigerungen bei den privatisierten öffentlichen Unternehmen ist ein Resultat der zunehmenden Privatisierung ehemals öffentlicher Versorger. Investitionen und Ausgaben, die unter anderen Bedingungen die öffentlich-rechtlichen Körperschaften zu tragen hätten, konnten mit dem Verkauf bzw. der Umwandlung in privatisierte Unternehmen zu Lasten der privatisierten öffentlichen Unternehmen verschoben werden.

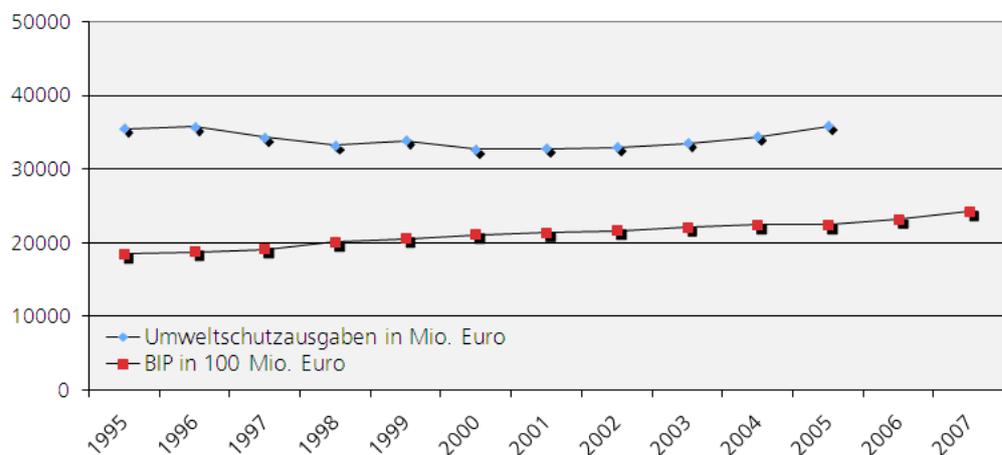
### 3.3 Vergleichsanalyse der Umweltschutzausgaben zum Bruttoinlandsprodukt

Um Aussagen zur künftigen Entwicklung des Umweltschutzmarktes treffen zu können, bedarf es Faktoren, die langfristig vorliegen und die Eigenschaft besitzen, prognosefähig zu sein. Für die Analyse der Umweltschutzausgaben wird das Bruttoinlandsprodukt der Bundesrepublik Deutschland verwendet. Es wird neben den oben genannten Eigenschaften auch als Bezugsgröße für viele Ausgabenentscheidungen der öffentlichen Hand herangezogen.

**Abb. 4:**  
Vergleich des Verlaufs der Umweltschutzausgaben und des Bruttoinlandsprodukts

Eigene Abbildung, erstellt auf Basis der Daten des Statistischen Bundesamtes [1] und [2]

[StatBA-Jahrbuch 2007, S.623 ergänzt durch GeniosDB Abfrage und S.317]

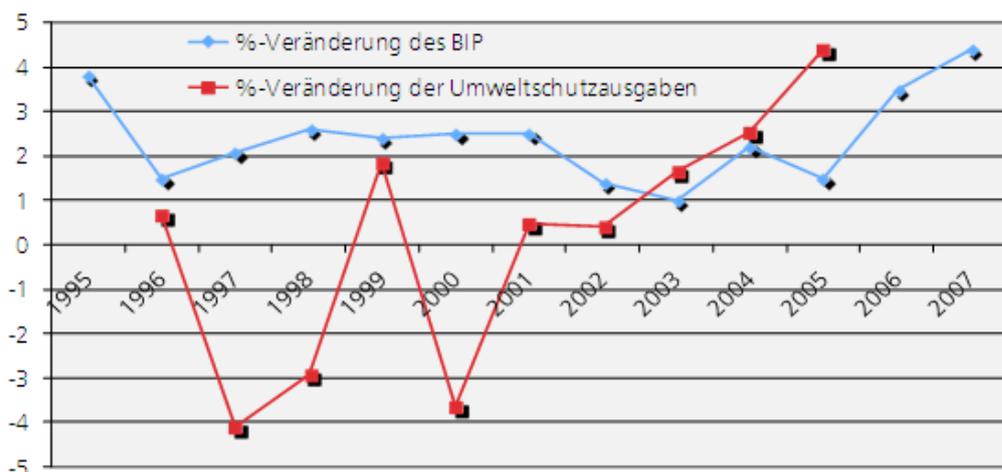


Die jährlichen Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und der Umweltschutzausgaben zeigen, dass die Umweltschutzausgaben stark und zeitversetzt auf Veränderungen des Bruttoinlandsprodukts reagieren:

**Abb. 5:**  
Jährliche Veränderung der Umweltschutzausgaben und des Bruttoinlandsprodukts von 1996-2007

Eigene Abbildung, erstellt auf Basis der Daten des Statistischen Bundesamtes [1] und [2]

[StatBA, Jahrbuch 2007, S.623 und S.317]



Dies dient als Hinweis auf die Konjunkturreakibilität der Umweltschutzausgaben. Als Erklärung kann hier eine Zeit verzögernde Komponente (Time-Lag) in der Ausgabengestaltung des öffentlichen und privaten Sektors gesehen werden.

den. So ist die Ausgabenpolitik der Bundesrepublik Deutschland bis heute eher prozyklisch ausgerichtet, d.h. die Ausgaben passen sich der Einnahmestruktur an: In wirtschaftlich stärkeren Zeiten werden die Ausgaben erhöht und vice versa in schwächeren Zeiten begrenzt. [Sachverständigenrat 2003, S.440 f.] Weiterhin werden Investitionsentscheidungen von Unternehmen anhand von realisierten und perspektivischen Unternehmensgewinnen getroffen. Dies bedingt, dass diese Entscheidungen ebenfalls erst zeitversetzt anhand der Unternehmensentwicklung getroffen werden. Das Auftreten von Zeit verzögernden Effekten zwischen Einnahmeentwicklung und Ausgabenanpassung wird als Time-Lag bezeichnet.[Neubäumer, S.392]

An der Entwicklung des Bruttoinlandsproduktes lässt sich auch ablesen, dass ab Ende 2004 eine Trendwende eingesetzt hat. Die deutsche Wirtschaft befindet sich seitdem wieder in einem konjunkturellen Aufschwung. Die Jahre 2005 bis einschließlich 2007 waren leistungsstarke Jahre.

**Tab. 2:**  
Anteil der Umweltschutzausgaben am Bruttoinlandsprodukt  
[StatBA, Jahrbuch 2007, Tab. 11.1]

Jahr	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Anteil in Prozent	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6
Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	1995-2005
Anteil in Prozent	1,6	1,5	1,6	1,5	1,6	<b>1,7</b>

Aufgrund der oben skizzierten Entwicklung ist davon auszugehen, dass die Umweltschutzausgaben auch in den Jahren 2006 und 2007 gestiegen sind. Sie dürften zumindest den Anteil von 1,6 Prozent am Bruttoinlandsprodukt, wahrscheinlich sogar den vom statischen Bundesamt angegebenen Durchschnittsanteil der zehn vorausgegangen Jahre von 1,7 Prozent am Bruttoinlandsprodukt einnehmen. Auch für das Jahr 2008 kann mit einer weiteren Erhöhung der Umweltschutzausgaben gerechnet werden. Aus der Struktur der Umweltschutzausgaben und dem prognostizierten Wachstum kann desweiteren von einer Steigerung der Investitionen insbesondere beim produzierenden Gewerbe und den privatisierten öffentlichen Unternehmen ausgegangen werden. Diese Annahme wird ebenfalls durch die Ausgabenstruktur der öffentlichen Kassen gestützt. Der relativ guten finanziellen Entwicklung der öffentlichen Haushalte im Jahr 2007 und zu Beginn des Jahres 2008 wird eine Ausweitung der öffentlichen Ausgaben folgen. [IMK 2006]

## 4 Altlastenmarkt in Deutschland

Deutschland gehört zu den Ländern mit einer hohen infrastrukturellen Dichte an Einrichtungen für Siedlung und Verkehr. Wirtschaftswachstum ohne fortschreitende Flächeninanspruchnahme zu realisieren, ist bisher nicht gelungen. Aufgrund des konstant hohen Flächenverbrauchs von ca. 130 ha/Tag noch im Jahr 2000 ist dieses Ziel jedoch verstärkt in das Bewusstsein der politischen Handlungsträger gerückt. Das Nachhaltigkeitsziel auf Bundesebene lautet, den Flächenverbrauch bis zum Jahr 2020 auf 30 ha/Tag zu begrenzen. Das wurde von der Bundesregierung im Jahr 2002 zunächst in der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie [BReg, Nachhaltigkeitsstrategie 2002, S. 99] und dann auch im Bodenschutzbericht für die 14. Legislaturperiode beschlossen. [BReg, Bodenschutzbericht 2002, S. 16] Dieses Ziel formulierte auch der Rat für nachhaltige Entwicklung mit seiner Empfehlung zum Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft mit einer Zunahme der Siedlungsfläche durch aktives Flächenrecycling. Die Wiedereingliederung von Flächen in den Wirtschaftskreislauf durch Revitalisierung von kontaminierten Industriestandorten anhand effektiver Altlastensanierung wird wesentlich durch das Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG) formuliert.

### 4.1 Altlastenstandorte in Deutschland und in den Ländern

Derzeit sind in Deutschland 289.518 Altlastenflächen erfasst [LABO 2007, S. 3 f.]. Die bundesweite Verteilung zeigt, dass die Länder am stärksten betroffen sind, welche eine ehemals intensive Nutzung als Industrie- oder Militärstandort aufweisen. Altlastenmanagement ist aufgrund der föderativen Struktur der Bundesrepublik Deutschland Angelegenheit der Bundesländer. Dort findet es im Rahmen der Umweltschutzgesetzgebung des Bundes statt.

**Tab. 3:**

Anzahl der Altlastenflächen in der Bundesrepublik Deutschland

[LABO, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz, Bericht des ALA über „Bundesweite Kennzahlen zur Altlastenstatistik“ vom 06.09.2007]

[Umweltbundesamt]

Bundes-Land (Erfassungsstand)	Altlasten-verdächtige Flächen	Gefährdungs-abschätzung abgeschlossen	Altlasten	Altlasten in Sanierung	Sanierung abgeschlossen
<b>BW</b> (12/06)	13.392	11.158	1.678	622	1.876
<b>BY</b> (03/07)	16.117	3.807	1.448	1.390	1.171
<b>BER</b> (06/07)	4.180	k.A.	759	64	148
<b>BB</b> (04/07)	21.072	3.619	1.406	88	3.502
<b>HB</b> (06/07)	3.600	640	383	43	498
<b>HH*</b> (07/07)	1.852	2.711	429	133	418
<b>HES</b> (05/05)	683	735	475	489	735
<b>M-V</b> (12/04)	6.652	385	1.130	374	849
<b>NS</b> (05/07)	82.746	2.779	1.951	300	1.056
<b>NRW</b> (01/06)	55.764	14.540	k.A.	k.A.	5.319
<b>RLP</b> (06/05)	13.415	1.365	405	167	712
<b>SAR</b> (05/07)	1.939	742	459	33	43
<b>SAX</b> (05/07)	21.919	6.065	976	699	2.152
<b>S-AT</b> (12/06)	18.106	2.703	141	56	1.232
<b>S-H</b> (12/06)	12.465	2.233	257	104	874
<b>TH</b> (03/07)	15.229	2.547	623	k.A.	771
<b>Bundesgebiet</b>	<b>&gt; 289.000</b>	<b>&gt; 56.000</b>	<b>&gt; 12.500</b>	<b>&gt; 4.500</b>	<b>&gt;23.000</b>
<b>Prozent an altlastenverdächtigen Flächen:</b>		<b>19%</b>	<b>4%</b>	<b>1,5 %</b>	<b>---</b>

\* Die ehemals historische gewerbliche und industrielle Flächennutzung in Hessen war im Bundesvergleich relativ hoch. Dennoch werden nur 683 Altlastenflächen angegeben. Als Erklärung kann hier die unterschiedliche Methodik der Flächenzuordnung gelten. Das Land Hessen gibt an, dass bei mindestens zehn Altlastenflächen mehr als einhundert Flurstücke von Kontaminationen des Bodens betroffen waren. Das Fehlen einer genauen Flächenangabe, lässt lediglich den Schluss zu, dass mehrere Kontaminationen auf einem Areal zu einem Altlaststandort zusammengefasst wurden.

Zwischen den einzelnen Bundesländern differiert die Altlastensituation hinsichtlich Ausmaß, Dringlichkeit und Finanzbelastung. Eine erste Unterteilung kann zwischen den alten und neuen Bundesländern vorgenommen werden. Im alten Bundesgebiet wurde versucht, die Belastung von Flächen mittels Umweltgesetzlicher Regelungen in Grenzen gehalten. In den fünf neuen Bundesländern sah es zum Zeitpunkt der Wiedervereinigung anders aus. In der Planwirtschaft wur-

den die Produktionsziele der volkseigenen Betriebe und Kombinate ohne große Rücksichtnahme auf die Umwelt durchgesetzt. Dazu kamen Belastungen durch die Hinterlassenschaften der Sowjetarmee und der Nationalen Volksarmee.[DHM]

In den neuen Bundesländern können sich Eigentümer kontaminierter Grundstücke von den Kosten oder von der Verantwortung für die Beseitigung der Schäden freistellen lassen, die vor dem 01.07.1990 auf dem betreffenden Grundstück entstanden sind. Rechtsgrundlage der Altlastenfreistellung ist das Hemmnisbeseitigungsgesetz vom 22. März 1991. Das Verwaltungsabkommen über die Regelung zur Finanzierung der ökologischen Altlasten vom 01.12.1992 bestimmt die Mittelbereitstellung. Im Verhältnis Bund zu Land werden ökologische Großprojekte (ÖGP) mit dem Schlüssel 75:25, Betriebe der ehemaligen Treuhandanstalt 60:40 finanziert. Außerhalb des Verwaltungsabkommens kommen ausschließlich die Bundesländer für Gefahrenabwehrmaßnahmen auf. [UBA-Freistellung]

Die Europäische Union hat für das gesamte Bundesgebiet ein Förderprogramm mit der Bezeichnung ERP (Umwelt- und Energiesparprogramm) aufgelegt. Das Fördervolumen betrug in den Jahren 2007 und 2008 jeweils ca. 4 Mrd. Euro [BMWi, PM 2008]. Das Programm gewährt Darlehen zur Finanzierung von Investitionen im Umweltbereich.

Laut Auskunft des Bundesumweltamtes wird geschätzt, dass in Deutschland aus Haushaltsmitteln jährlich Altlastenuntersuchungen und -sanierungen mit etwa 500 Millionen Euro gefördert werden. <sup>1</sup> Da der überwiegende Teil an Aufwendungen für Maßnahmen im Altlastenbereich aus öffentlichen und nicht aus privaten Mitteln stammt, lässt diese Zahl Rückschlüsse auf die Dimension des Marktvolumens im Altlastenbereich zu.

Es folgt, ohne die oben genannten Zahlen zu den Altlastenflächen zu wiederholen, ein kurzer Überblick zur Altlastensituation in den Bundesländern. Dabei wird auch auf die Umsätze und die Landesförderungen für Altlastenbearbeitungen eingegangen. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Antwort des Umweltbundesamtes vom 23.04.2008 auf unsere Nachfrage

<sup>2</sup> Weiterführende Informationen zu den Förderbedingungen finden sich in den hier zitierten Quellen, die im Quellenverzeichnis zu Abschnitt 4 aufgenommen sind.

#### 4.1.1 Baden-Württemberg

Die Landesregierung Baden-Württemberg unterstützt die Altlastensanierung grundsätzlich durch den 1988 von Land und Kommunen geschaffenen „Altlastenfonds“ [LUBW, XfaWeb]. Nach Angaben des Umweltministeriums im Umweltplan Baden-Württemberg aus dem Jahr 2007 hat das Land für die kommunale Altlastenbehandlung seit 1988 über 600 Mio. Euro dafür zur Verfügung gestellt. Damit wurden direkte Investitionen von schätzungsweise 800 Millionen € ausgelöst. [BW Umweltplan 2007, S.107 ff.]. Daneben existiert das aktuelle Förderprogramm „Maßnahmen zur Erfassung und Behandlung altlastverdächtiger Flächen und Altlasten“. Laut Angaben des Landes Baden-Württemberg aus dem Jahr 2007 stellt die Landesregierung in 2007 16,3 Mio. Euro und in den Folgejahren jeweils 9,3 Millionen Euro für diese Zwecke zur Verfügung.

Das Umweltministerium geht davon aus, dass zu einer weitgehenden Aufarbeitung des Altlastenproblems noch mindestens 20 Jahre benötigt werden. Die Gesamtkosten zur Behandlung kommunaler und privater Altlasten werden mit 1 bis 1,5 Milliarden € abgeschätzt. Davon entfällt etwa ein Drittel für die kommunalen Altlasten [BW Umweltplan 2007, S.107 ff.].

#### 4.1.2 Bayern

Eine Landeserhebung aus 2007 beziffert die Anzahl altlastenverdächtiger Flächen in Bayern auf 17.565 [BayLfU, Beispielgraphik]. Die Abbildung des Bayerischen Landesamtes für Umwelt zeigt auch, dass die Erfassung von Altlastenflächen weitgehend abgeschlossen ist und die Zuwächse deutlich geringer ausfallen als noch zu Beginn der neunziger Jahre.

Die Verteilung in den einzelnen Regionen zeigt, dass in den wirtschaftsstarken Zonen Oberbayern und Schwaben die Konzentration altlastenverdächtiger Flächen mit 53 Prozent aller Fälle am höchsten ist [BayLfU 2006, Altstandortsanierung und Flächenrecycling in Bayern, S. 8 ff.]

Betrachtet man für den Freistaat Bayern die Umsätze im Bereich Bodensanierung, zeigt sich ein stetig positiver Trend. Der relative Zuwachs im Zeitraum 2001 bis 2004 betrug 21,7 Prozent [BayStatLA, Umweltschutzumsätze 2001-2005]

**Tab. 4:**  
Umsätze im Bereich  
Bodensanierung in  
Bayern

Jahr	2001	2002	2003	2004	2005
Umsätze in Mio. Euro	23	27	27	28	k.A.

Die Altlastenerkundung und -sanierung wird in Bayern im Rahmen eines Förderprogramms für alle Umweltschutzbereiche gefördert, dem Umweltkreditprogramm (Ökokredit). Antragsberechtigt sind kleine und mittlere Unternehmen der

gewerblichen Wirtschaft mit Sitz oder Niederlassung in Bayern. Der Antragsteller muss Eigenmittel in angemessener Höhe für die Finanzierung des Vorhabens einsetzen. Zudem muss der Sanierungsaufwand die wirtschaftliche Existenz für den Antragsteller bedrohen. [LfA Förderbank Bayern, Merkblatt Ökokredit, S.1 ff.]

Auf kommunaler Seite erhalten Landkreise und kreisfreie Gemeinden nach Art. 7 Abs. 4 Finanzausgleichgesetz (FAG) ergänzende Finanzaufweisungen für fachlich dringlichste Aufgaben erhalten. Kreisangehörige Gemeinden erhalten auf Antrag für die Erkundung und Sanierung gemeindeeigener Hausmülldeponien finanzielle Entlastung aus dem Unterstützungsfonds (Unterstützungsfonds-Verordnung vom 01. Juni 2006). Schließlich stellt der europäische Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) im bayerischen operationellen Programm „Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung“ in den Jahren 2007 bis 2013 Mittel in Höhe von 6,5 Mio. € für kommunale Flächenrecyclingmaßnahmen zur Verfügung.

Eine grobe Schätzung der in Bayern von 1972 bis 2004 eingesetzten Mittel für die Altstandortsanierungen ergibt bei 646 Standorten eine Summe von etwa 500 Mio. Euro. Bei 90 Prozent der Altstandorte wurden die Sanierungen privat, bei 6 Prozent vom Staat oder der Kommune als Pflichtigen und bei 4 Prozent der Altstandorte aus öffentlichen Geldern in Ersatzvornahme finanziert [BayStamWi, EfreProg, S. 30 ff.].

#### **4.1.3 Berlin**

Zur Förderung der Altlastensanierung im Land Berlin wurde das Umweltentlastungsprogramm II aufgelegt. Gefördert werden Vorhaben in Berlin, die im besonderen Interesse des Landes liegen[BerlinSenat- UEP II].

Bezüglich der Freistellungsanträge stellte sich die Situation zum Mai 2001 so dar, dass von 3.976 Freistellungsanträgen bereits 3.445 abgearbeitet waren. In ganz Berlin befanden sich 2001 63 Freistellungsprojekte in Sanierung. Der Sanierungsaufwand dafür wurde mit 225 Millionen Euro veranschlagt [BerlinSenat-Freistellung]

Für die Altlastensanierung sind von der öffentlichen Hand über die Jahre 1990 bis 2005 insgesamt 201 Millionen Euro aufgewendet worden, wovon der Anteil des Bundes ca. 100 Millionen Euro betrug. Nicht enthalten sind die Eigenanteile der Investoren sowie die Ausgaben der Sanierungspflichtigen, da diese Kosten nicht abgeschätzt werden können [TerraTec-Studie 2004, S. 28 ff.].

#### 4.1.4 Brandenburg

Für Brandenburg ist auffällig, dass bislang nur 88 der bis dato identifizierten 1.406 identifizierten Altlasten in Sanierung sind [LABO 2007]. Dieser im Vergleich geringe Untersuchungs- und Sanierungsstand ist laut Landesumweltamt Brandenburg auf die Haushaltslage des Bundes, des Landes und der Kommunen zurückzuführen. [MLUV BB 2006, Umweltdaten, S.37 ff.]

Von 1999 bis 2004 wurden insgesamt 124,5 Mio. Euro an Mitteln aufgewendet. Da sich eine große Anzahl von Fällen noch nicht bearbeitet worden ist und nur eine Minderheit der aktiven Fälle echte Sanierungsmaßnahmen darstellen, kann auch in der Folgezeit mit konstant hohem Mittelaufkommen gerechnet werden [TerraTec- Studie Messe Leipzig, S. 22 ff.]. Zur Unterstützung der Altlastenbearbeitung im Land Brandenburg existiert aktuell neben dem deutschlandweit gültigen Umwelt- und Energiesparprogramm der EU (ERP) ein Programm für Maßnahmen zur Entwicklung militärischer Hinterlassenschaften mit dem Ziel ihrer zivilen Nachnutzung [ILB- Konversion].

#### 4.1.5 Bremen

In Bremen sind die Umsätze im Bereich Bodensanierung von 2001 bis zum Jahr 2005 im Umweltbereich nahezu stabil bei 5-6 Mio. Euro pro Jahr geblieben. [Angaben des Statistischen Landesamtes; *Email Giersberg*]. Neben dem ERP-Umwelt- und Energiesparprogramm der EU gibt es im Land Bremen keine weiteren Förderprogramme im Bereich Altlastensanierung [BMWi-Förderdatenbank].

#### 4.1.6 Hamburg

**Tab. 5:**  
Umsätze im Bereich  
Bodensanierung in  
Hamburg

[StatLA für HH und  
SH, Umweltschutz-  
umsätze 2001-2005]

Die Umsätze in der Bodensanierung sind in Hamburg starken Schwankungen unterworfen

Jahr	2001	2002	2003	2004	2005
Umsätze in Mio. Euro	k.A	2	7	4	7

Auch hier gibt es keine speziellen Förderprogramme für Maßnahmen im Altlastenbereich [BMWi-Förderdatenbank].

Laut Landesumweltministeriums befinden sich etwa 50 Prozent der altlastverdächtigen Flächen zumindest teilweise im Eigentum der Stadt. Bis zum Jahr 2010 soll die Bearbeitung dieser Altlastenflächen abgeschlossen sein. Dabei besteht eine Präferenz für Sanierungsmaßnahmen vor Sicherungsmaßnahmen, allerdings unter Berücksichtigung der Kosten. Für die kommenden Jahre rechnet

das Umweltministerium mit einem jährlichen Mittelbedarf von derzeit 16 Mio. Euro. [Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt]

#### 4.1.7 Hessen

Nach Angaben des Hessischen Landesamts für Umwelt und Geologie (HLUG) liegt ein Großteil der Altlasten im südhessischen Raum, ein Ausdruck der Konzentration von Gewerbe und Industrie in diesem Teil des Landes [HLUG, Altlasten 2007, S. 4].

Auch hier verliefen die Umsätze in der Bodensanierungsbranche im Zeitraum 2001 bis 2005 sehr schwankend [HStatLA, Umweltschutzumsätze, Jahre 2001-2005].

**Tab. 6:**  
Umsätze im Bereich  
Bodensanierung in  
Hessen

Jahr	2001	2002	2003	2004	2005
Umsätze in Mio. Euro	19	14	24	12	20

Die hessische Landesregierung unterstützt die Altlastensanierung durch das aktuelle Förderprogramm „Richtlinien für die Förderung von Untersuchungen, Sanierungsmaßnahmen kommunaler Altlasten (Altablagerungen, Altstandorte und Gaswerkstandorte) - Abschlussprogramm kommunale Altlastenbeseitigung“. Gefördert werden kommunale Vorhaben für die systematische Erfassung, Fortschreibung und Validierung von Altflächen und altlastverdächtigen Fläche, Sanierungsmaßnahmen, orientierende Untersuchungen für Maßnahmen zum Flächenrecycling und Investitionskosten zur Sanierung. Bis Ende 2005 sind Haushaltsmittel des Landes von über 428 Millionen Euro für die gewerbliche und von rund 140 Millionen Euro für die kommunale Altlastensanierung eingesetzt worden. Unter Berücksichtigung der Aufwendungen der Kommunen und der privaten Sanierungspflichtigen betragen die Gesamtaufwendungen für Altlastensanierungsvorhaben ein Mehrfaches der oben genannten Summen. Folgende Tabelle vermittelt eine Übersicht zu den jährlichen Förderzuwendungen in Hessen:

**Tab. 7:**  
Landeszuwendungen an die Kommunen und finanzielle Aufwendungen des Landes für die gewerbliche Altlastensanierung in Millionen Euro

[HLUG, Altlasten, Zahlen und Fakten 2007, S. 16]

Jahr/e	Gewerbliche Sanierung			Kommunale Sanierung		
	Projektanzahl	Zuwendungen	Kumulierte Gesamtzuwendungen	Projektanzahl	Zuwendungen	Kumulierte Gesamtzuwendungen
1990-2001				640	89,27	89,27
1992-2001		278,1	278,1			
2002	61	39,1	317,2	42	14,03	103,30
2003	64	39,5	356,7	31	3,06	106,36
2004	60	39,3	396,0	28	7,59	113,95
2005	54	32,2	428,2	37	12,84	126,79
2006	54	28,4	456,6	31	13,41	140,20
2007	ca. 50	27,3	483,9		5,00	145,20

**Tab. 8:**  
Altlastenförderung des Landes Hessen in den Jahren 2003 bis 2007

[HLUG, Altlasten, Zahlen und Fakten 2007, S. 16]

Seit 1990 hat das Land Hessen Maßnahmen im Altlastenbereich in einer Höhe von über 629 Millionen Euro unterstützt. In den letzten Jahren sah die Förderungshöhe dabei so aus [HLUG, Altlasten 2007, S. 16 f.]:

Jahr	2003	2004	2005	2006	2007
Förderung in Mio. Euro	42,56	46,9	45,0	41,8	32,2

#### 4.1.8 Mecklenburg-Vorpommern

In Mecklenburg-Vorpommern ist die landeseigenen GAA (Gesellschaft für Abfallwirtschaft und Altlasten M-V mbH) für Abfallwirtschaft und Altlasten zuständig. Dafür steht ihr zur Umsetzung geeigneter Maßnahmen ca. 5 Mio. Euro jährlich zur Verfügung [GAA-Unternehmen/Struktur]. Die Umsätze Mecklenburg-Vorpommerns nur im Bodensanierungsbereich bewegten sich leicht stagnierend von 3 Millionen Euro im Jahr 2001 auf 2 Millionen Euro im Jahr 2005 [StatLa MV, Umweltschutzumsätze 2001-2005].

Die Altlastenfreistellung in Mecklenburg-Vorpommern hatte zu Beginn des Jahres 2003, ausgehend von 6.945 Anfragen, noch 1.094 Fälle offen. Die aufgewendeten Mittel für die Altlastenfreistellung bis zum Jahr 2004 beliefen sich im 60:40-Bereich auf 46 Mio. € (nur Bundesanteil) [TerraTec-Studie 2004, S. 18 ff.]

Das Programm GEMEINSCHAFTSAUFGABE "Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur" (Vorhaben der wirtschaftsnahen und touristischen Infrastruktur) der Europäischen Union fördert unter anderem investitionsbasierte Maßnahmen im Altlastenbereich wie die Wiederherrichtung von brachliegenden In-

dustrie- und Gewerbegebieten. Bis zu 75 Prozent der förderfähigen Investitionskosten werden bezuschusst [BMW-Förderdatenbank].

#### 4.1.9 Niedersachsen

Laut niedersächsischem Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr weist Niedersachsen hohe Zuwachsraten an Siedlungs- und Verkehrsflächen auf [NSA StatLA-PM 2006]. Der Umsatz im Bodensanierungsmarkt Zeitraum 2001 bis 2005 im Bereich Bodensanierung fiel um ca. 67 Prozent von 54 Millionen Euro auf 18 Millionen Euro [NSA StatLA, Umweltschutzumsätze 2001-2005].

Das Land Niedersachsen fördert mit Unterstützung von EU-Strukturfonds Maßnahmen zur Wiedernutzbarmachung brachliegender Flächen, damit Umweltschäden beseitigt und die Flächen vermarktet werden können. Für die kommenden Jahre plant das Land Niedersachsen mit folgenden Fördervolumen [NSA-FinanzMin, Subventionen, S.15 ff.]:

**Tab. 9:**  
Fördervolumen des Landes Niedersachsen

Aufgabenfeld	2008	2009	2010	2011
Bereich Abfälle, Altlasten und Energie	1,0 Mio. Euro	2,0 Mio. Euro	1,5 Mio. Euro	1,5 Mio. Euro

[Niedersächsisches Finanzministerium, „Subventionen und Zuwendungen des Landes Niedersachsen 2007-2011“]

#### 4.1.10 Nordrhein-Westfalen

Das Land Nordrhein-Westfalen weist durch seine lange Industrietradition insbesondere im Bergbau eine große Zahl an Altlasten und altlastverdächtigen Flächen auf. Aus dem Landes-Bodenbericht 2006 geht hervor, dass die externe Ablagerung den größten Anteil der Maßnahmen bei Altlastensanierungen darstellt (70 Prozent) [AAV NRW, Altlastensanierung 2004, Tab.2.2; S. 15]. Die Umsätze im Bodensanierungsbereich sanken kontinuierlich von 60 Millionen Euro im Jahr 2001 auf 21 Millionen Euro im Jahr 2005 und damit um ca. 65 Prozent [NRW StatLA, Umweltschutzumsätze 2001 - 2005].

Insgesamt wurden in Nordrhein-Westfalen seit 1983 zur Finanzierung der Altlastensanierung mehr als eine Milliarde Euro eingesetzt. Davon aus dem Förderprogramm Altlasten des Umweltministeriums rund 340 Mio. Euro, aus der kooperativen Finanzierung zu EU-Ziel 2-Programmen rund 10 Mio. Euro, aus dem Ökologieprogramm für den Emscher-Lippe-Raum anteilig für Altlastensanierung rund 75 Mio. Euro, aus den eingesetzten Finanzmitteln des Altlastensanierungs- und Altlastenaufbereitungsverbands Nordrhein-Westfalen (AAV) rund 100 Mio. € und aus dem Grundstücksfond Nordrhein-Westfalen rund 302 Mio. Euro. [NRW, LaReg-PM 2008]

Heute existieren zur Unterstützung der Altlastenbearbeitung in Nordrhein-Westfalen zahlreiche Förderprogramme für den Bereich Altlasten. Im Programm „Gefahrenermittlung und Sanierung von Altlasten“ gewährt das Land Nordrhein-Westfalen Zuwendungen für Maßnahmen zum Schutz vor Gefahren, die von Altlasten oder altlastverdächtigen Flächen ausgehen, sowie Zuwendungen für Gefährdungsabschätzungen und Sanierungsuntersuchungen für die Instandsetzung von Altablagerungen oder Altstandorten [BMW-Förderdatenbank].

Daneben hat die „Förderrichtlinie Naturschutz“ die Aufgabe, die Ziele des Landschaftsgesetzes zu verwirklichen und internationale ökologische Regelungen und Vorgaben durchzuführen. Als weiteres Programm ist das Programm „Zuwendungen für Maßnahmen des Bodenschutzes“ zu nennen. Es hat sich zum Ziel gesetzt, einen effektiven und nachhaltigen Bodenschutz auf kommunaler Ebene sicherzustellen [BMW-Förderdatenbank].

#### **4.1.11 Rheinland-Pfalz**

Neben zahlreichen Rüstungsaltsstandorten und militärischen Altstandorten existieren in Rheinland-Pfalz auch Altaltablagerungen und Altstandorte, die durch bergbauliche Tätigkeiten verursacht wurden.

Die Umsätze reduzierten sich in Rheinland-Pfalz im Umweltbereich Bodensanierung seit 2001 bis zum Jahr 2005 um ca. 35 Prozent von 17 Millionen auf 11 Millionen Euro [StatLA RLP, Umweltschutzumsätze 2001-2005]

Im Land Rheinland-Pfalz wird die Altlastensanierung durch das Programm „Förderung abfallwirtschaftlicher Maßnahmen und der Sanierung von Altlasten“ unterstützt. Mit der Förderung soll insbesondere ein Anreiz für Vorhaben zur Abfallvermeidung und für die beschleunigte Verwirklichung von Abfallentsorgungsanlagen sowie für die Sanierung von gefährlichen Altlasten gegeben werden [MUFV RLP, Altlastenförderung, S.1.]

#### **4.1.12 Saarland**

Die Umsätze im Bereich der Bodensanierung mit Waren bewegten sich von 2001 bis 2005 stabil bei 3 Mio. € pro Jahr [StatLA Saar, Umweltschutzumsätze 2001-2005]. Die Flächen mit potentiell altlastenrelevanter Vornutzung verteilen sich laut Landesumweltamt Saarland zu großen Teilen auf den Saarbrücken (zu 42 Prozent). Fördermöglichkeiten für die Altlastenbeseitigung bestehen durch die europäischen Programme Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regio-

nenen Wirtschaftsstruktur“ (GA) und dem Strukturfond. Desweiteren stehen Mittel des Landesprogramms zur Verbesserung der regionalen Beschäftigungslage und der Wirtschaftsstruktur bereit. Die Maßnahmen müssen für die wirtschaftliche Nutzung erforderlich sein. Das Saarländische Wirtschaftsministerium fördert grundsätzlich 70 Prozent des durch die Sanierungsmaßnahme entstehenden Defizits [BMW-Förderdatenbank].

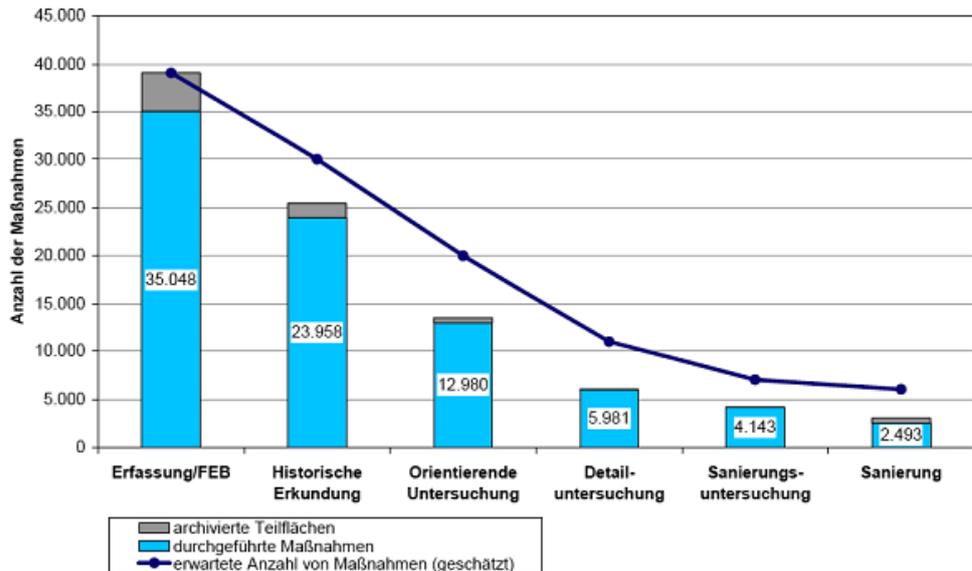
#### **4.1.13 Sachsen**

In Sachsen konzentrieren sich die Altlastenschwerpunkte auf die städtischen Regionen Leipzig, Dresden, Chemnitz, Görlitz, Zwickau [LfUG Sachsen, Altlastenstatistik 2004, S.6 ff.). Der mit Bodensanierung erzielten Umsätze reduzierten sich im Freistaat von 2001 bis 2005 von 22 Millionen auf 17 Millionen Euro [StatLA Sachsen, Umweltschutzumsätze 2001-2005].

Im Rahmen der Altlastenfreistellung wurden in den letzten Jahren bis 2004 ca. 30 Millionen Euro p.a. aufgewendet. Von den bis 2004 gestellten 30.000 Freistellungsanträgen wurden etwa 1.500 positiv beschieden. Im Bereich der 60/40- und 0-100-Förderung wurden ungefähr 30.000 Freistellungsanträge gestellt von denen ca. 1.500 positiv beschieden worden sind. Insgesamt wird mit maximal 3.000 zu sanierenden Einzelobjekten aus den positiven Freistellungsbescheiden gerechnet. Das Gesamtvolumen des Marktes für die Freistellungsobjekte wird auf 840 Mio. Euro geschätzt. Seitens des Sächsischen Ministeriums für Umwelt und Landwirtschaft wird erwartet, dass sich der Mittelabfluss in den Folgejahre der bisherigen Größenordnung von 30 Millionen Euro im Jahr bewegt. Desweiteren gehen die Behörden in den nächsten Jahren von etwa 6.000 weiteren Maßnahmen zur Altlastensanierung aus [LfUG Sachsen, Altlastenstatistik 2004, S.6 ff.)

**Abb. 6:**  
Durchgeführte und erwartete Maßnahmen im Altlastenflächen-Management des Freistaates Sachsen 2004

[LfUG Sachsen, Altlastenstatistik 2004]



Mit der „Förderrichtlinie Boden- und Grundwasserschutz“ unterstützt Sachsen Untersuchungs- und Sanierungsmaßnahmen. Ziel ist die erneute Nutzbarmachung von Flächen. Vorhaben von kommunalen Projektträgern werden durch den sächsischen Altlastenfonds gefördert und unter Berücksichtigung besonderer Problemstellungen einer Sanierungslösung zugeführt werden [BMW-Förderdatenbank]

#### 4.1.14 Sachsen-Anhalt

Die Umsätze im Bereich Bodensanierung fielen in Sachsen-Anhalt in den Jahren 2001 bis 2005 von 9 Millionen auf 7 Millionen Euro [StatLa SAH, Umweltschutzumsätze 2001-2005].

Bis Ende 2008 werden laut des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt ca. 878 Millionen EUR in die Altlastenfreistellung geflossen sein. Ende 2004 waren 1.610 von 10.453 gestellten Freistellungsanträgen beschieden. Der geplante jährliche Mittelabfluss beträgt ca. 90 Millionen Euro bis zum Jahr 2010. Der gesamte Mittelbedarf für die Periode 2003 bis 2015 wurde im Jahr 2002 auf ca. 500 Millionen Euro taxiert [TerraTec-Studie 2004, S.32 ff.].

Mit der Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Abfallwirtschaft, Altlastensanierung und Bodenschutz gewährt das Land Sachsen-Anhalt unter anderem Zuschüsse für Altlastensanierungen. [BMW-Förderdatenbank]

#### 4.1.15 Schleswig-Holstein

Die Bodensanierungsumsätze in Schleswig-Holstein entwickelten sich im Zeitraum 2001 bis 2005 von 3 auf Millionen Euro positiv [StatLA für HH und SH, Umweltschutzumsätze 2001-2005]. Die Altlasten-Förderrichtlinie von Februar 2006 stellt für den Zeitraum 2007 bis 2013 etwa 4 Millionen Euro zur Verfügung [BMW-Förderdatenbank]. Zudem stellte die Landesregierung Schleswig-Holsteins ab dem Jahr 2000 folgende Mittel zur Bearbeitung von Altlasten zur Verfügung:

**Tab. 10:**  
Fördervolumen des Landes Schleswig-Holstein für Altlasten in Euro

2000	2001	2002	2003	2004
121.000	221.00	996.000	811.000	996.000
2005	2006	2007	2008	
607.000	1.188.000	1.390.000	1.500.000	

[Angabe des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (MLUR) auf Email-Anfrage]

#### 4.1.16 Thüringen

Die Umsätze des Bereichs Bodensanierung sind von 8 Millionen Euro im Jahr 2001 auf 5 Millionen Euro im Jahr 2005 zurückgegangen. Im März 2004 waren ca. 12.800 Freistellungsverfahren registriert, die zu 90 Prozent bearbeitet waren. Davon waren 553 Anträge noch offen. Ein Positivbescheid wurde für 473 Anträge ausgegeben. Das Sondervermögen „Ökologische Altlasten“ mit einer Laufzeit bis 2016 hat einen Finanzierungsumfang von ca. 895 Millionen Euro und wird jährlich mit einer Zuführung an Landesanteilmitteln in Höhe von 13 Millionen Euro bedacht. Im Jahr 2002 wurden ohne Eigenanteil der Freigestellten Mittel in Höhe von ca. 43 Millionen Euro ausgereicht [TerraTec-Studie 2004, S.42 ff.]. Die Landesregierung Thüringen unterstützt die Altlastensanierung durch die „Förderrichtlinie Altlasten“. Die Summe des jährlichen Fördervolumens ist in der nachfolgenden Tabelle zu erkennen.

**Tab. 11:**  
Altlastenförderung in Thüringen

Aus Finanzhilfen des Landes Thüringen 2005, 2006, 2007

[Dritter Subventionsbericht Thüringen]

Bezeichnung der Finanzhilfe	2005 IST in Euro	2006 SOLL in Euro	2007 SOLL in Euro
Zuschüsse für Altlastensanierungen an private Unternehmen (Freistellung)	3 Mio.	2 Mio.	1,6 Mio
Zuschüsse für Altlastensanierungen (außerhalb Freistellung)	0	0,18 Mio	0,18 Mio

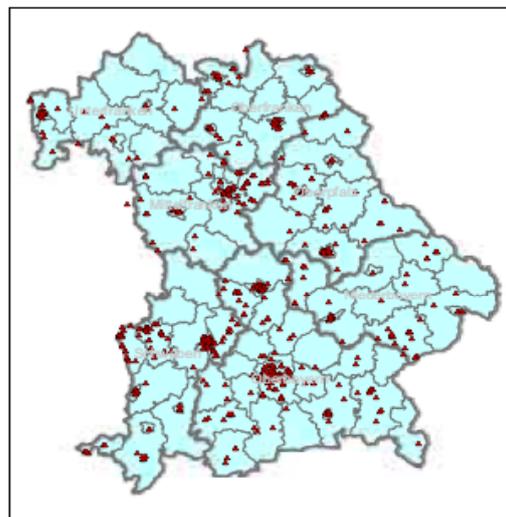
#### 4.2 Räumlich-strukturelle Verteilung und Branchenverteilung

Die räumlich-strukturelle Verteilung von Altlastenflächen lässt auf die regionalen Märkte zur Altlastensanierung schließen. In den Ländern, in welchen die historische industrielle und gewerbliche Flächennutzung besonders intensiv war, ist der Anteil der Altlastenflächen an allen deutschen Altlastenflächen ebenfalls besonders hoch. Für diese Länder kann ein gesteigerter Bedarf an Technologien zur Altlastensanierung unterstellt werden.

Ein Großteil der kontaminierten Standorte befindet sich aufgrund der historischen Ansiedlung von Industrien in urbanen und suburbanen Gebieten. Diese fand von der industriellen Revolution des 19. Jahrhunderts ausgehend zunächst um den äußeren innerstädtischen Bereich statt (Ringstruktur). Dort herum erfolgten Wohnansiedlungen. Viele kontaminierte Flächen liegen daher heute in innerstädtischen Bereichen. Die Ansiedlung in suburbanen Gebieten außerhalb der Städte folgte dann im zwanzigsten Jahrhundert aufgrund des zunehmenden industriellen und gewerblichen Flächenbedarfs. Sie bot die Möglichkeit, auf die städtisch angesiedelten Arbeitskräfte und auf die vorhandene Infrastruktur zurückzugreifen [BayLfUG, Altstandortsanierung und Flächenrecycling in Bayern, S. 8 ff.]. Die nachfolgende Grafik veranschaulicht diese Situation am Beispiel von Bayern:

**Abb. 7:**  
Räumlich-strukturelle  
Konzentration der  
Altlastenflächen in  
Bayern

[BayLfUG, Altstand-  
ortsanierung und  
Flächenrecycling in  
Bayern, S. 8 ff.]



*Verteilung der abgeschlossenen Altstandortsanierungen in Bayern*

Das bayerische Landesamt beziffert die sanierten Altlastenflächen im urbanen und suburbanen Bereich auf 346 Standorte. Das sind 54 Prozent aller sanierten 646 Standorte.

Fazit:

Die potentielle Nachfrage für den kommerziellen Sanierungsmarkt kommt aus (ehemals) industriellen Zentren mit aktuellem Entwicklungspotential (Wachstumszonen)

Urbane und suburbane Flächen, die eine Kontamination aufweisen, stellen tendenziell höhere Gefahren für die Umgebung dar. Das allgemeine Interesse an einer Beseitigung bzw. Eingrenzung der Schutzgutverletzung liegt höher als bei Kontaminationsflächen mit einem relativ großen Abstand zur Siedlungsfläche. Damit einher geht auch die Akzeptanz teurer und aufwendigerer Sanierungs-

maßnahmen. Häufig ergeben sich in diesen Gebieten infrastrukturelle und bauliche Einschränkungen, welche die Auswahl an möglichen Sanierungsmaßnahmen stark einschränken.

Die unten stehende Tabelle gibt einen Überblick zur ehemaligen Nutzung von Altlastenstandorten. Zahlenmäßig am bedeutsamsten sind die „Autobranchen“ mit Tankstellen, Autohandel und -reparatur. Danach folgen die chemischen Reinigungen und Färbereien.

**Tab. 12:**  
Durchschnittliche Flächengrößen und Anzahl der Standorte nach altlastenverursachenden Branchen  
nach BayLfUG, Altstandortsanierung und Flächenrecycling in Bayern – Zahlen, Daten, Fakten 2006, S. 11

Branche	Fläche	Standorte	Anteil der Standorte
Holzgewerbe	19.045	24	3 %
Rückgewinnung von Schrott	17.128	19	2 %
Metallerzeugung und -bearbeitung	16.653	50	6 %
Oberflächenveredler, Härtung	15.620	36	5 %
Maschinenbau	13.198	20	3 %
Spedition	9.696	11	1 %
Baugewerbe	8.516	26	3 %
Großhandel mit festen Brennstoffen und Mineralölherzeugung	8.153	47	6 %
Instandhaltung und Reparatur von Kraftwagen	8.131	59	8 %
Handel mit Kraftwagen	8.021	16	2 %
Tankstellen	4.513	220	28 %
Chemische Reinigung und Färberei	2.641	58	7 %

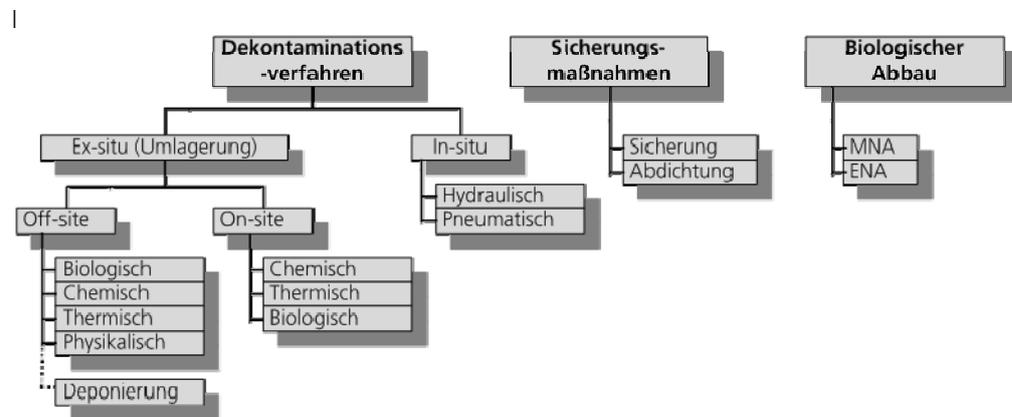
#### 4.3 Marktabgrenzung der Sanierungsverfahren

Altlastensanierungsmaßnahmen dienen der Wiederherstellung des rechtskonformen Zustandes der kontaminierten Fläche. Ihr Gegenstand kann neben einer nachhaltigen Verminderung des Schadstoffeintrags (Dekontaminationsmaßnahme) auch die Verhinderung der Schadstoffausbreitung sein (Sicherungsmaßnahme). Die Schutzgutverletzung ist auf ein für die zukünftige Nutzung tolerierbares Ausmaß zu reduzieren. Dabei geht es um die Abwehr von durch die Kontamination ausgehenden Gefahren.

In Deutschland werden je nach Anwendungsbereich verschiedene Verfahren zur Altlastenbeseitigung eingesetzt. Bei Ex-situ-Maßnahmen wird der Schadstoff nach Umlagerung außerhalb des Schadstoffherdes behandelt. Das geschieht on-site auf der kontaminierten Fläche oder off-site in einer stationären

Behandlungsanlage. Bei In-situ-Maßnahmen wandelt sich der Schadstoff direkt im Boden oder Grundwasser um und kann ausgetragen werden. Im Kontaminationsherd verbleiben unschädliche Stoffe. Passive Verfahren sichern oder immobilisieren den Schadstoff bloß. Als biologischer Abbau werden gemeinhin die natürlichen Schadstoffverminderungsprozesse bezeichnet. Werden diese lediglich überwacht, spricht man von MNA (monitored natural attenuation). Stimuliert man die natürlichen Selbstreinigungsprozesse, dann handelt es sich um ENA (enhanced natural attenuation).

**Abb. 8:**  
Schematische Darstellung der Sanierungsverfahren  
[Fraunhofer MOEZ]



Näher zu klassifizieren sind die aktiven Schadensbeseitigungsmaßnahmen:

- Thermische Bodenbehandlungsmaßnahmen (Verbrennung) mobilisiert oder verbrennen den Schadstoff durch Wärmeeintrag bis 800°C im Hochtemperaturverfahren bzw. bis 550°C im Niedertemperaturverfahren. [LUA NRW-Leistungsbuch Altlasten 2004/05, S. 597]
- Chemisch-physikalische Bodenbehandlungsmaßnahmen (Bodenwäsche) trennen den Schadstoff. [LUA NRW-Leistungsbuch Altlasten 2004/05, S 603 ff.]
- Biologische Verfahren wandeln den Schadstoff durch die Zugabe von Mikroorganismen mittels aeroben Abbaus mikrobiell um. [LUA NRW-Leistungsbuch Altlasten 2004/05, S 611 ff.]
- Hydraulische Verfahren wie Pump & Treat fördern das Grundwasser mittels Pumpen aus Brunnen oder Drainagen und behandeln es in einer Reinigungsanlage. [LUA NRW-Leistungsbuch Altlasten 2004/05, S 529 ff.]
- Pneumatische Verfahren wie die Kalte Bodenluftabsaugung tragen den Schadstoff im Untergrund mit einer Luft- und Gasströmung aus und unterziehen die Luft bzw. das Gas einer Nachreinigung [LUA NRW-Leistungsbuch Altlasten 2004/05, S 503 ff.]

#### 4.3.1 Anwendungshäufigkeit der Sanierungsverfahren in den Ländern

Die Analyse des Einsatzes der Sanierungsverfahren erfolgt über die Auswertung der in den Bundesländern vorhandenen Daten, soweit diese erfasst sind. Die Datenlage lässt hier eine Analyse der Situation in Bayern, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen zu.

##### Einsatz der Sanierungsverfahren in Hessen

Sehr detailliert sind die abgeschlossenen und eingeleiteten Sanierungsmaßnahmen in Hessen erfasst:

**Tab. 13:**  
Anwendung der Sanierungsverfahren in Hessen,

[nach Angaben des HLUG, Altlasten Zahlen und Fakten, mit Daten stand 1.7.2007 aus 1006 Altstandorten]

Der Zuwachs der absoluten Fallzahlen lässt nur bedingte Rückschlüsse über das Marktvolumen zu. Nach Aussagen von Marktteilnehmern sind die Großprojekte in den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts etwas zurückgegangen, wofür heute vermehrt kleine und mittlere Projekte durchgeführt werden

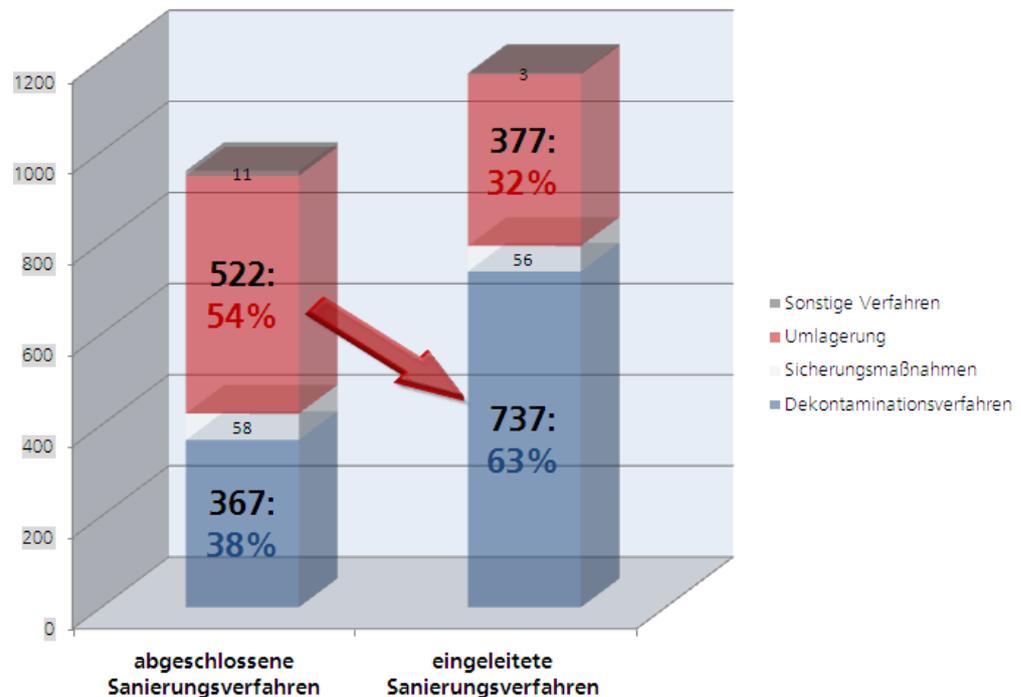
Verfahren	Abgeschlossene Verfahren		Eingeleitete Verfahren	
	Anzahl	%-Anteil*	Anzahl	%-Anteil*
<b>Dekontaminationsverfahren</b>	<b>367</b>	<b>38,3</b>	<b>737</b>	<b>62,3</b>
Grundwasserreinigung	51	13,9	166	22,5
mikrobiologische Bodenbehandlung	29	8,0	22	3,0
thermische Bodensanierung	6	1,6	4	0,5
Bodenwäsche	13	3,5	1	0,1
Bodenluftabsaugung	97	26,4	92	12,5
Bodenluftreinigung	45	12,3	158	21,4
sonstige Verfahren	126	34,3	294	39,9
<b>Sicherungsverfahren</b>	<b>58</b>	<b>6,1</b>	<b>56</b>	<b>4,8</b>
<b>Umlagerung</b>	<b>522</b>	<b>54,5</b>	<b>377</b>	<b>32,1</b>
<b>Sonstige Verfahren</b>	<b>11</b>	<b>1,1</b>	<b>3</b>	<b>0,3</b>
<b>Gesamt</b>	<b>958</b>		<b>1173</b>	

\* Relativer Anteil der einzelnen Dekontaminationsverfahren an den Dekontaminationsverfahren gesamt

Aus der oben stehenden Tabelle lässt sich erkennen, dass sowohl in absoluten Zahlen als auch relativ die Anwendung von Dekontaminationsverfahren in Hessen stark zugenommen hat. Sie entwickelten sich von 367 (38 Prozent aller abgeschlossenen Verfahren) auf 737 Anwendungen (62 Prozent aller eingeleiteten Verfahren). Der Anstieg der Dekontaminationsmaßnahmen bei den eingeleiteten Verfahren geht zu Lasten des Bodenaushubs. So sind die absoluten Zahlen und der relative Anteil der Umlagerungen stark zurückgegangen. Während bei den abgeschlossenen Verfahren noch 522 Anwendungen (54 Prozent)

zu verzeichnen waren, sind es bei den eingeleiteten Maßnahmen gerade noch 377 Fälle (32 Prozent). Relativ schrumpfen die Umlagerungen damit um 22 Prozent. Die unten stehende Grafik veranschaulicht diese Entwicklungen deutlich:

**Abb. 9:**  
Struktur des Altlastenmarkts in Deutschland  
[Fraunhofer MOEZ, nach Zahlenmaterial des, HLUG, Altlasten Zahlen und Fakten, mit Daten stand 1.7.2007 aus 1006 Altstandorten]



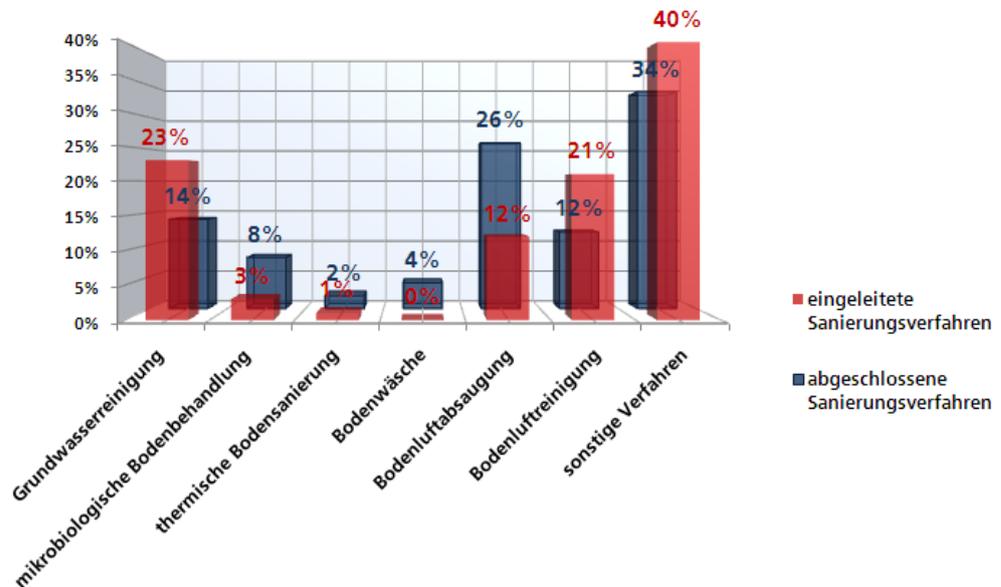
Zur Entwicklung der einzelnen Dekontaminationsmaßnahmen lässt sich durch den Vergleich der abgeschlossenen mit den eingeleiteten Sanierungsmaßnahmen folgendes sich aus der obigen Tabelle entnehmen:

- Der relative Anteil der Grundwassersanierungsmaßnahmen ist von 14 Prozent auf 23 Prozent angewachsen (Steigerung um 9 Prozent).
- Im Bereich der Bodensanierungsmaßnahmen ergibt sich lediglich ein relativer Zuwachs für die Bodenluftreinigung von 13 Prozent auf 21 Prozent (Steigerung um 8 Prozent)
- Klassische Verfahren, wie die Bodenwäsche oder die Bodenluftabsaugung haben an Gewicht verloren.

Die folgenden Graphikveranschaulicht die Entwicklungen:

**Abb. 10:**  
Entwicklung der  
Dekontaminati-  
onsmaßnahmen in  
Hessen

[Fraunhofer MOEZ,  
nach Zahlenmateri-  
al des HLUG,  
HLUG, Altlasten  
Zahlen und Fak-  
ten, mit Daten  
stand 1.7.2007  
aus 1006 Altstan-  
dorten]



Innovative Sanierungsverfahren kommen in Hessen ebenfalls zum Einsatz. Das HLUG gibt die Anzahl der derzeit eingeleiteten innovativen Maßnahmen mit acht an [Auskunft des HLUG vom 29.04.08].<sup>3</sup> Darunter fallen vier MNA-Maßnahmen (Überwachungen der natürlichen Abbauprozesse), zwei In-situ-Sanierungen des Grundwassers mittels Ethanol, ein Airsparging-Verfahren und eine Erprobung der Wirksamkeit reaktiver Wände im Rahmen der Schadstoffreduktion im Grundwasser.

### Einsatz der Sanierungsverfahren in Nordrhein-Westfalen

Aus der untenstehenden Tabelle lässt sich erkennen, dass mit dem Stand des Jahres 2004 in Nordrhein-Westfalen die Umlagerungsmaßnahmen mit 54 Prozent eine dominierende Rolle einnahmen. Dekontaminationsmaßnahmen waren bis 2004 mit 21 Prozent weniger stark verbreitet. Unter den Dekontaminationsmaßnahmen herrschten zu etwa gleichen Teilen hydraulische und pneumatische Verfahren mit etwa 80 Prozent vor.

Ein Vergleich mit den für 1999 vorliegenden Daten ergibt, dass sich die Anzahl der Sanierungsverfahren mehr als verdoppelt hat. Dabei ist der relative Anteil der Umlagerungsmaßnahmen seit 1999 um 4 % gestiegen, während die Dekontaminationsmaßnahmen um 5 Prozent zurückgingen. Innerhalb der Dekon-

<sup>3</sup> Antwort vom 29.04.2008 des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG) auf unsere Nachfrage nach dem Einsatz der Sanierungsverfahren in Hessen. Die Einschätzung, ob eine Maßnahme innovativ ist, wurde vom HLUG vorgenommen.

taminationsmaßnahmen ist zu sehen, dass der relative Anteil der thermischen Verfahren um fast die Hälfte auf 7 Prozent zurückfiel. Dafür stiegen die mikrobiologischen Verfahren um mehr als das Doppelte auf 13 Prozent an.

**Tab. 14:**  
Sanierungsverfahren  
in Nordrhein-  
Westfalen

**1:** [Umweltministerium Nordrhein-Westfalen (MUNLV), Altlastensanierung in Nordrhein-Westfalen, 2004]

**2:** [Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LANUV), Umwelt NRW Daten und Fakten – Teil 6 Altlasten, Stand 1999]

Anwendung der Sanierungsverfahren	Anzahl 1999	Prozent 1999*	Anzahl 2004	Prozent 2004*
<b>Dekontaminationsverfahren</b>	<b>617</b>	<b>27</b>	<b>1.091</b>	<b>21</b>
Thermische Verfahren	77	12	75	7
Biologische Verfahren	38	6	138	13
Wasch-/Extraktionsverfahren	12	2	10	1
Pneumatische Verfahren	237	38	427	39
Hydraulische Verfahren	253	41	441	40
Sonstige			42	
<b>Sicherungsverfahren</b>	<b>537</b>	<b>23</b>	<b>1.235</b>	<b>24</b>
<b>Umlagerung</b>	<b>1.165</b>	<b>50</b>	<b>2.768</b>	<b>54</b>
<b>Sanierungsmaßnahmen gesamt</b>	<b>2.322</b>	<b>100</b>	<b>5.094</b>	<b>100</b>

\* Bei den einzelnen Dekontaminationsverfahrensarten ist ihr relativer Anteil an den gesamten Dekontaminationsverfahren angegeben

### Einsatz der Sanierungsverfahren in Bayern

Für Bayern liegen Zahlen zur Anwendung der abgeschlossenen Sanierungsverfahren vor, die grobe Rückschlüsse auf die Verteilung der Sanierungsverfahren zulassen. Etwa 13 Prozent konnten nicht erfasst werden. Dies betrifft aber nur die älteren Fälle, zu denen vollständige Unterlagen fehlten [BayLfUG, Altstandortsanierung und Flächenrecycling in Bayern, S. 7]

**Tab. 15:**  
Sanierungsverfahren  
in Bayern

Angaben entnommen aus:  
[Bayerisches Landesamt für Umwelt, Altstandortsanierung und Flächenrecycling in Bayern - Daten, Zahlen, Fakten -, Augsburg 2006, S. 15 ff.]

Einsatz der abgeschlossenen Sanierungsverfahren in Bayern bis Ende 2004*	Anteil
Bodensanierung ( als Dekontaminationsmaßnahme)**	67 Prozent
Bodenluftreinigung	17 Prozent
Grundwassersanierung	10 Prozent
Bodensanierung (als Sicherungsmaßnahme)	5 Prozent

\* Ergebnis der Datenrecherche aus dem bis 2005 laufenden Projekt „Dokumentation und Analyse durchgeführter Sanierungen von Altstandorten in Bayern“: ausgewertet werden konnten die Sanierungsmaßnahmen auf 564 von 646 Standorten

\*\* umfasst hier auch Bodenaushub mit anschließender Verwertung oder Beseitigung des Bodenmaterials

### Einsatz der Sanierungsverfahren in Sachsen

Der relative Vergleich anhand der für Sachsen vorliegenden Daten zeigt, dass die Bodenumlagerung seit 1999 Gewicht gewonnen hat. Der relative Anteil an allen abgeschlossenen Maßnahmen lag im Jahr 2004 bei 47 Prozent (von 21 Prozent 1999). Die anderen Maßnahmen haben gleichmäßig eingebüßt, konnten aber ihr Niveau halten. Dieselbe Situation zeichnete sich auch innerhalb der Dekontaminationsverfahren ab, wo der relative Anteil der biologischen Verfahren um fast 20 Prozent auf 63 Prozent anstieg.

**Tab. 16:**  
Anwendung der  
Sanierungsverfahren  
in Sachsen

**1:** Darstellung der  
Verfahren zur Altlasten-  
sanierung im  
Freistaat Sachsen  
2004

[LfUG Sachsen,  
Altlastenstatistik  
2004]

**2:** Daten für 1999

[LfUG Sachsen,  
Altlastenstatistik  
2001]

Verfahren	Abgeschlossene Verfahren bis 1999		Abgeschlossene Verfahren bis 2004***		
	Anzahl	%-Anteil	Anzahl*	% -Anteil an 1   an 2	
<b>Dekontaminationsverfahren**</b>	<b>184</b>	<b>34</b>	<b>997</b>	<b>31</b>	<b>40</b>
Biologische Verfahren (ex-situ/In-situ)	81	44	628	63	
Chemisch-physikalische Verfahren	20	11	30	3	
Thermische Verfahren	33	18	60	6	
Bodenluftabsaugung	40	22	1	24	
Sonstige Verfahren	10	5	30	3	
<b>Grundwasserbehandlung</b>	<b>54</b>	<b>10</b>			
<b>Umlagerung</b>	<b>116</b>	<b>21</b>	<b>1521</b>	<b>47</b>	<b>61</b>
<b>Sicherungsverfahren</b>	<b>154</b>	<b>28</b>	<b>648</b>	<b>20</b>	<b>26</b>
<b>Schutz-/Beschränkungsmaßnahmen</b>	<b>40</b>	<b>7</b>	<b>50</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

Sanierungsmaßnahmen (1)	548	3216	
<b>Anzahl der standortbezogenen Sanierungsverfahren gesamt (2)</b>			<b>2493</b>

- \* Eigene Berechnung anhand der in der Sächsischen Altlastenstatistik 2004 angegebenen Gesamtanzahl von standortbezogenen Sanierungsverfahren (2493) und dem prozentualen Anteil einzelner Sanierungsmaßnahmen daran. Die Kennzahl ist nur eine geschätzte
- \*\* Bei den einzelnen Dekontaminationsverfahrensarten ist der relative Anteil an den gesamten Dekontaminationsverfahren angegeben
- \*\*\* Prozentwerte für die einzelnen Verfahrensgruppen ist größer als 100, da teilweise mehrere Maßnahmenwerte auf einer Fläche angewandt wurden

#### 4.3.2 Rückschlüsse zur bundesweiten Anwendungshäufigkeit der Sanierungsverfahren

Präzise Werte zur bundesweiten Anwendungshäufigkeit der Sanierungsverfahren Verfahren lassen sich nicht ermitteln. Möglich sind lediglich grobe Rückschlüsse aus den Länderbetrachtungen im Abschnitt 4.1.1.

Danach dürfte sich der durchschnittliche Anteil der Dekontaminationsverfahren etwa um die 40 Prozent bewegen. Hierfür konnten die bestimmten relativen Anteile für Hessen (62 Prozent), Nordrhein-Westfalen (38 Prozent) und Sachsen (31 Prozent) herangezogen werden. Bodenumlagerungen bewegen sich in einem Bereich um die 45 Prozent herum (Hessen 32 Prozent, Nordrhein-Westfalen, 54 Prozent). Der Trend in Hessen mit einem deutlichen Anstieg der Kontaminationsmaßnahmen und einem deutlichen Rückgang der Umlagerungen, konnte sich in Nordrhein-Westfalen und Sachsen nicht bestätigen. In diesen beiden Ländern gab es gegenläufige Tendenzen. Allerdings waren diese Veränderungen deutlich schwächer als in Hessen.

Innerhalb der Dekontaminationsverfahren ist zwischen der Bodensanierung und der Grundwasserreinigung zu unterteilen. Der Anteil der Grundwassersanierungsmaßnahmen kann grob auf um die 20 Prozent geschätzt werden. Hierfür standen die ermittelten Werte aus Bayern (10 Prozent), Hessen (23 Prozent), Nordrhein-Westfalen (40 Prozent) und Sachsen (10 Prozent) zur Verfügung. Ein aus Baden-Württemberg vorliegender Anteil von 20 Prozent der hydraulischen Verfahren an den Sanierungsverfahren bestätigt dies, ist aber schon etwas älteren Datums (Verteilung der Sanierungsmaßnahmen in Baden-Württemberg, Alpha-Web des LUBW, Statusbericht Altlasten, Stand Oktober 1997).

Für die thermischen On-site Verfahren erscheint bei Betrachtung der oben ermittelten Werte ein Anteil von mindestens 5 Prozent realistisch. In Hessen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen ist der relative Anteil deutlich zurückgegangen.

Die kalte Bodenluftabsaugung (BLA) kann ungefähr bei 25 Prozent angesetzt werden (Hessen 13 Prozent, Nordrhein-Westfalen 39 Prozent und Sachsen 24 Prozent). Während Sie in Hessen um mehr als die Hälfte zurückgegangen ist, konnte sie in Nordrhein-Westfalen und Sachsen leicht zulegen.

Für die unten dargelegte Abschätzung des Marktvolumens im Altlastenbereich werden daher folgende grobe Schätzgrößen verwendet:

**Tab. 17:**  
Ausgearbeitete Schätzparameter als Hilfsgrößen für die Abschätzung des Marktvolumens  
[Fraunhofer MOEZ]

Sanierungsverfahren	Grobe Schätzung des Anteils
<b>Umlagerungen</b>	<b>um 45 Prozent</b>
<b>Dekontaminationsverfahren</b>	<b>um 40 Prozent</b>
<i>davon innerhalb der Dekontaminationsverfahren:</i>	
– <i>Hydraulische Verfahren (Grundwassersanierungen)</i>	<i>um 20 Prozent</i>
– <i>Thermische Verfahren als Dekontaminationsmaßnahme</i>	<i>mind. um 5 Prozent</i>
– <i>Pneumatische Verfahren (BLA)</i>	<i>um 25 Prozent</i>

## 4.4 Marktvolumen

Der Altlastenerkundungs- und Sanierungsmarkt ist ein Querschnittsmarkt. Er umfasst den Bodensanierungsmarkt als Ganzes. Daneben setzt er sich aus Teilbereichen einzelner Segmente des Umweltmarktes zusammen. Das ist zum einen der Grundwasserschutz als Teilbereich aus dem Gewässerschutz. Zum anderen gehört auch die Off-site Behandlung von ausgekoffelter Erde als Teilsegment der Abfallwirtschaft zum Altlastenmarkt.

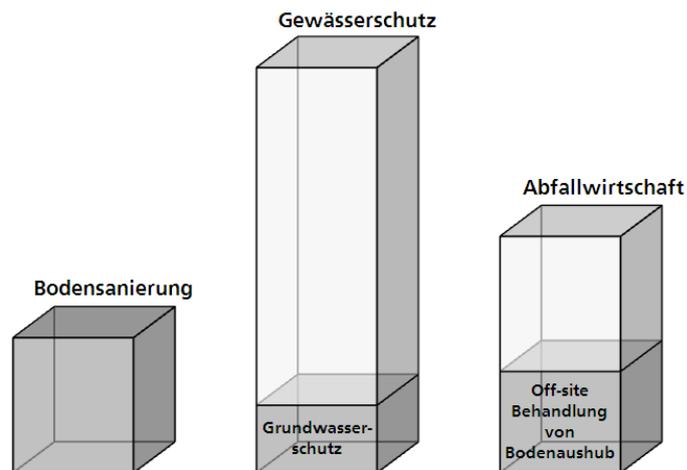
### 4.4.1 Bereich Bodensanierung

Der erzielte Umsatz im Bodensanierungsbereich betrug im Jahr 2005 etwa 200 Millionen Euro (s. oben Teil 3.1)[StatBA, Umweltschutzumsätze 2005, S.22]. Der Bereich Bodensanierung umfasst Maßnahmen zur Beseitigung oder Verminderung von umweltgefährdenden Stoffen und Zubereitungen in Böden oder zur Abschirmung vor Ausbreitung dieser Stoffe und Zubereitungen in Böden und Grundwasser.[StatBA, Umweltschutzumsätze 2005, S.13]

Nicht erfasst von dieser Definition werden Maßnahmen, die sich nur auf die Sanierung des Grundwassers beziehen. Diese gehören zum Umweltmarktsegment des Gewässerschutzes. Zwar fällt die Grenzziehung hier oft schwer. Die mehrheitlich zur Grundwassersanierung eingesetzten Pump & Treat Maßnahmen gehören jedoch zum Gewässerschutz. Die Definition Bodensanierung umfasst auch nicht den Bodenaushub kontaminierter Erde, die Bodenbehand-

lungsanlagen zugeführt und/oder deponiert werden. Dabei handelt es sich um einen Teilbereich der Abfallwirtschaft.[StatBA, Umweltschutzumsätze 2005, S.12] Zur volumenmäßigen Bestimmung des Altlastenmarkts in Deutschland müssen daher auch die erzielten Umsätze in den beiden oben genannten Bereichen bestimmt werden.

**Abb. 11:**  
Struktur des  
Altlastenmarkts in  
Deutschland  
[Fraunhofer  
MOEZ]



#### 4.4.2 Bereich Abfallwirtschaft

Um diesen Bereich zu erfassen, können die Daten des statistischen Bundesamtes zur Abfallwirtschaft verwendet werden. Im Jahr 2005 wurden in den Abfallentsorgungsanlagen folgende Aushubmassen im Bereich kontaminierten Bodens erfasst.

**Tab. 18:**  
Der Abfallwirtschaft zugeführte relevante kontaminierte Stoffmengen in 2005  
[StatBA, Abfallstatistik 2005, Tab.1.1]

Abfallart	Menge in t
Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten (170503)	3.862.800
Baggergut, das gefährliche Stoffe enthält (170505)	133.200
Sonstige Bau- und Abbruchabfälle (inkl. gemischte Abfälle), die gefährliche Stoffe enthalten (170903)	77.600
Feste Abfälle aus der Sanierung von Böden, die gefährliche Stoffe enthalten (191301)	257.400
Schlämme aus der Sanierung von Böden, die gefährliche Stoffe enthalten (191303)	38.400
Schlämme aus der Sanierung von Grundwasser, die gefährliche Stoffe enthalten (191305)	2.600
Wässrige flüssige Abfälle und wässrige Konzentrationen aus der Sanierung von Grundwasser, die gefährliche Stoffe enthalten (191307)	1.500
<b>Gesamtmenge der relevanten kontaminierten Stoffmengen</b>	<b>4.373.500</b>

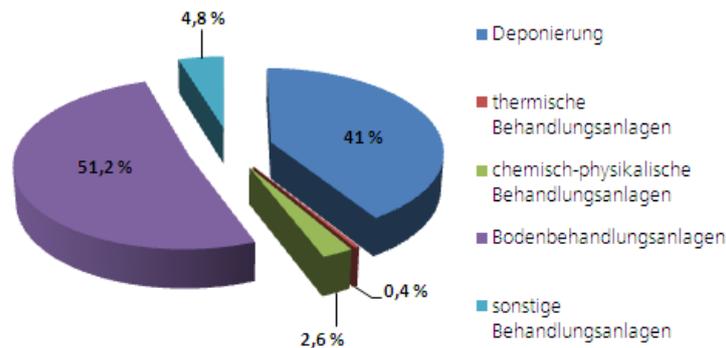
Die gesamte Menge kontaminierter Stoffe, welche relevant für die Abschätzung des Marktvolumens für Dekontaminationsmaßnahmen sind, beträgt demnach 4.373.500 Tonnen im Jahr 2005. Um die monetäre Größe abschätzen zu können, müssen zunächst die Wege der Entsorgung aufgezeigt werden.

Von diesen 4.373.500 Tonnen sind im Jahr 2005 41 Prozent (1.792.100 t) deponiert worden. 0,4 Prozent (15.900 t) sind in einer thermischen Behandlungsanlage, 2,6 Prozent (115.100 t) in einer chemisch-physikalischen Behandlungsanlage, 51,2 Prozent (2.240.900 t) in einer Bodenbehandlungsanlage und 4,8 (209.500 t) Prozent in sonstigen Anlagen behandelt worden [Zahlen ermittelt aus StaBA, Abfallstatistik 2005, Tab. 27.1]. Die folgende Graphik verdeutlicht die Verteilung:

**Abb. 12:**  
Abfallentsorgungsbilanz kontaminierter Bodenaushubs in 2005

[Fraunhofer MOEZ nach Zahlenangaben aus StatBA, Abfallstatistik 2005, Tab. 27.1]

**Behandlung kontaminierter Aushubs in der Abfallwirtschaft**



Als Orientierungshilfe zur monetären Bewertung der Aushubmengen bietet das Leistungshandbuch Altlasten und Flächenentwicklung 2004/2005 des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen eine Preisliste für die Entsorgung kontaminierter Erdaushubs. [LUA NRW-Leistungsbuch Altlasten 2004/05, S.800 ff.] Für die Ermittlung im Rahmen dieser Studie wird der auf volle Zehn gerundete mittlere Wert der jeweilig entsorgten Menge angenommen. Die Preise betragen im Mittel für Deponierung: 40 Euro pro Tonne, für chemisch-physikalische Behandlung: 50 Euro pro Tonne und thermische Behandlung: 100 Euro pro Tonne. Die Preise für Bodenbehandlungsanlagen und sonstige sind nicht aufgeführt, deshalb wird der Mittelwert aus chemisch-physikalischer Behandlung und thermischer Behandlung angenommen, er beträgt: 75 Euro pro Tonne. Es ergeben sich folgende Werte für:

**Tab. 19:**  
Ermittelte Entsorgungspreise für die der Abfallwirtschaft zugeführten relevanten kontaminierten Stoffmengen

\* StatBA, Abfallstatistik 2005;  
\*\* LUA NRW, Leistungsbuch Altlasten 2004/05 (ohne Aushub, Transport und Wiederverfüllung)

Entsorgungsart	Menge*	Entsorgungspreis pro Tonne**	Gesamt
Deponierung	1.792.100 t	40 Euro	71.684.000 Euro
Thermische Behandlung	15.900 t	100 Euro	1.590.000 Euro
Chemisch-physikalische Behandlung	115.100 t	50 Euro	5.755.000 Euro
Bodenbehandlung	2.240.900 t	75 Euro	168.067.500 Euro
Sonstige Behandlung	209.500 t	75 Euro	15.712.500 Euro
<b>Gesamt</b>	<b>4.373.500 t</b>	<b>---</b>	<b>262.809.000 Euro</b>

In der Gesamtsumme ergibt sich ein Wert von ca. 263 Millionen Euro. Dieser Wert versteht sich ohne Transportleistung.

**Tab. 20:**  
Ermittelter Entsorgungspreis für die der Abfallwirtschaft zugeführten relevanten kontaminierten Stoffmengen inklusive Transportkosten

Das Leistungsbuch Altlasten und Flächenentwicklung gibt den durchschnittlichen Preis inklusive Entsorgung für Böden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten mit 130 Euro pro Tonne an. Demnach ergäbe sich ein Wert von:

Entsorgungsmenge	Preis zur Beseitigung inkl. Transportkosten	Gesamtsumme
4.373.500 t	130 Euro pro Tonne	568.555.000 Euro

\* StatBA, Abfallstatistik 2005

\*\* LUA NRW, Leistungsbuch Altlasten und Flächenentwicklung 2004/2005

Da die Transportleistung vom Unternehmen ebenfalls einkalkuliert würde, kann dieser Wert als plausibel angenommen werden. Damit können aus dem Bereich Abfallwirtschaft Umsätze in Bodensanierung von 500 bis 600 Millionen Euro angenommen werden.

#### 4.4.3 Bereich Grundwassersanierung

Die Umsätze im Bereich Grundwassersanierung werden in einer Studie der MSI für das Jahr 2001 mit etwa 50 Millionen Euro beziffert [MSI 2002, S. 36]. Andere Daten über die Umsätze in der Grundwassersanierung gibt es nicht. Näherungsweise kann man hier nur die Verteilung der Sanierungsmaßnahmen in Deutschland heranziehen. Anhand ihrer prozentualen Verteilung und der Berechnung für die Umsätze im Bodensanierungsbereich wird somit den Verfahren, die überwiegend der Grundwassersanierung dienen, ein Umsatzwert zugerechnet. Für die Berechnung wird die eben hergeleitete untere Grenze der Bodensanierungsumsätze von 700 Millionen verwendet. Der aus den zur Verfügung stehenden Daten berechnete durchschnittliche Anteil der Dekontaminationsmaßnahmen an allen Sanierungsmaßnahmen betrug etwa 40 Prozent (s. Teil 4.3.2). Anhand der eben ermittelten Umsatzzahl lässt sich näherungsweise ein potentieller Umsatz für alle Dekontaminationsmaßnahmen von etwa 280 Millionen Euro zugrunde legen. Für hydraulische Sanierungsmaßnahmen ergaben die zur Verfügung stehenden Daten einen durchschnittlichen Anteil von 20 Prozent an allen Dekontaminationsmaßnahmen (s. Teil 4.3.2). Hydraulische Sanierungsverfahren dienen überwiegend der Grundwassersanierung. Damit entspricht der Anteil von 20 Prozent näherungsweise einem Umsatz mit Grundwassersanierungsmaßnahmen von 56 Millionen Euro. Vorsichtig geschätzt können die Umsätze im Bereich Grundwassersanierung mit ungefähr 50 Millionen Euro angegeben werden. Diese Annäherung liegt im realistisch erscheinenden Bereich.

#### 4.4.4 Fazit zur Marktgröße des Altlastensanierungs- und -erkundungsmarkt

Aus den Darstellungen ergibt sich ein Gesamtumsatzvolumen von:

**Abb. 13:**  
Marktvolumen des  
Altlastenerkundungs- und -  
sanierungsmarktes

Marktsegmente des Altlastenbearbeitungsmarktes	Umsatzvolumen
Bodensanierung	ca. 200 Mill. Euro
Grundwassersanierung (Teilsegment aus der Wasserwirtschaft)	ca. 50 Mill. Euro
Behandlung und Ablagerung kontaminierten Bodenaus- hubs (Teilsegment aus der Abfallwirtschaft)	ca. 500 – 600 Mill. Euro
<b>Gesamter Altlastenerkundungs- und -sanierungsmarkt</b>	<b>ca. 750 – 850 Mill. Euro</b>

Das gesamte Marktvolumen des Altlastensanierungs- und -erkundungsmarkt bewegt sich somit vorsichtig geschätzt in einer Spannweite zwischen 700 und 900 Millionen Euro.

#### 4.5 Industriestruktur des Altlastenbearbeitungsmarktes

Der Altlastenbearbeitungsmarkt ist heterogen strukturiert. Er setzt sich zusammen aus Sanierungserkundern, Sanierungsplanern und den Sanierungsausführern (Sanierungsfirmen). Die Arbeiten in den einzelnen Bereichen greifen stark ineinander. Aufgrund dieser Überschneidungsbereiche lassen sich die Leistungen der Marktakteure oft nicht eindeutig nur einem bestimmten der oben angesprochenen Bereiche zuordnen. Das gilt insbesondere für die übergeordnete Sanierungsplanung, die als Bindeglied die Sanierungserkundung mit der Sanierungsausführung verklammert.

Ein weiterer Separierungsfaktor für den Altlastenbearbeitungsmarkt ist der eher kleine Ausschnitt von Anbietern innovativer Verfahren -und Technologien. Für die einzelnen Produkte ist oftmals nur eine geringe Anzahl an Fachleute auszumachen, die den dort gestellten hohen Anforderungen im Know-how genügen. Zu beobachten ist hier die Einbindung und Mitwirkung der Produktentwickler aus dem Forschungsbereich, die eine kommerzielle Anwendung oft erst möglich macht oder zumindest erleichtert.

##### 4.5.1 Altlastenerkundung

Die Altlastenerkundungsbranche weist eine hohe Anzahl kleiner Unternehmen auf. Die meisten von Ihnen sind naturgemäß Ingenieurbüros, die sich unter anderem oder ausschließlich auf die Altlastenbearbeitung spezialisiert haben. Dazu zählen auch Firmen, die Sanierungsplanung und -management anbieten und deren Mitarbeiter naturgemäß in der Regel einen ingenieurtechnischen Hintergrund mitbringen. In vielen Fällen übernehmen die Ingenieurbüros neben der Erkundung auch die Planung und das Management der zu ergreifenden Sanierungsmaßnahmen. [DSV, BranchenReport Ingenieure 2007, S.5 ff.]

Einen Einblick in die Anzahl der Ingenieurbüros, die sich auch auf Altlastenbearbeitung spezialisiert haben vermittelt die Entwicklung der Mitgliederzahl des Ingenieurtechnische Verband Altlasten (ITVA). Dieser umfasst zurzeit etwa 900 Mitglieder. Seit dem Jahr 2000 hat sich die Mitgliederzahl kontinuierlich um insgesamt 15 Prozent rückläufig entwickelt. [aus Zahlenangaben der ITVA zu ihrem Mitgliederbestand]

#### 4.5.2 Altlastensanierung

Der Industriezweig Altlastensanierung besteht aus rund 30 überwiegend mittelständigen Unternehmen.

Reine Sanierungsunternehmen haben es schwer, sich auf dem Markt zu behaupten. Zumal jedes Bauunternehmen Sanierungsaufträge übernehmen kann, wenn es um die reine Sanierung verschmutzten Bodens geht. Generalunternehmen haben Anlagen zur Sanierung und neben der fachlichen Kompetenz übernehmen sie auch das Projektmanagement und die Beratung. Dadurch haben es Generalunternehmen einfacher, öffentliche Aufträge oder großen Privatkunden zu beschaffen.

Naturgemäß stammen die Sanierungsfirmen aus dem Bereich des Tiefbaus. Die bedeutendsten Unternehmen in der Bauwirtschaft sind die Hochtief AG, die Bilfinger Berger AG und die Züblin (Strabag) AG. Auf die negativen Umsatzentwicklungen in der Baubranche seit dem Ende der 90er Jahre des letzten Jahrhunderts bis Mitte dieser Dekade reagierten sie mit einer verstärkten Positionierung im Ausland und einer Erweiterung ihres Leistungsbereiches durch Spezialbauleistungen. Hierzu gehörte dann auch die Gründung eigenständiger Umwelttechniksparten, vornehmlich in Form einer GmbH, durch die jeweiligen Mutterkonzerne. [DSV, BranchenReport Hoch- und Tiefbau 2007, S.17; Feri-74.3]

#### 4.5.3 Innovativer Altlastenbearbeitungsmarkt

Die ausschlaggebenden Erfolgsfaktoren hängen hier oft an den Personen, die die innovative Dienstleistung erbringen. Daher kommt in der Kundenakquise dem persönlichen Kontakt eine hohe Rolle zu. Erfolgsfaktoren auf dem Markt sind die individuelle Kundenpflege, die Beratungsleistung, die fachliche Kompetenz, das lokale Know-how und eine hohe Servicebereitschaft. Bei innovativen Produkten des Altlastenbearbeitungsmarkts kann das oftmals nur von einer begrenzten Anzahl an Personen geleistet werden. Das erklärt den geringen Innovationsanteil im Altlastenbearbeitungsmarkt.

#### 4.5.4 Informationen zu den Wirtschaftsakteuren

Recherchemöglichkeiten zu Unternehmen im Altlastenbearbeitungsmarkt liefern insbesondere drei Datenbanken:

- UMFIS-Datenbank der IHKs mit derzeit etwa 500 registrierten Firmen aus dem Altlastenbearbeitungsbereich
- TERESA-Datenbank des ITVA mit derzeit etwa 40 registrierten Firmen
- Bundesfirmenregister mit derzeit etwa 70 registrierten Firmen aus dem Altlastenbearbeitungsbereich

Diese Datenbanken bieten neben den Kontaktdaten eine Suchfunktion an, die man nach verschiedenen Kriterien wie Firmensitz, Tätigkeitsbereiche, angebotene Sanierungsverfahren usw. filtern kann.

## 5 Rechtliche Rahmenbedingungen

Mit altlastverdächtigen Flächen und Altlasten müssen Behörden, Grundstückseigentümer und -besitzer, Ingenieurbüros, Labore, Sanierungsunternehmen und weitere Akteure umgehen. Vorgaben für ihr Tun erhalten sie von den rechtlichen Rahmenbedingungen. Diese beeinflussen damit wesentlich Nachfrage und Art und Weise der Altlastenerkundung und -sanierung.

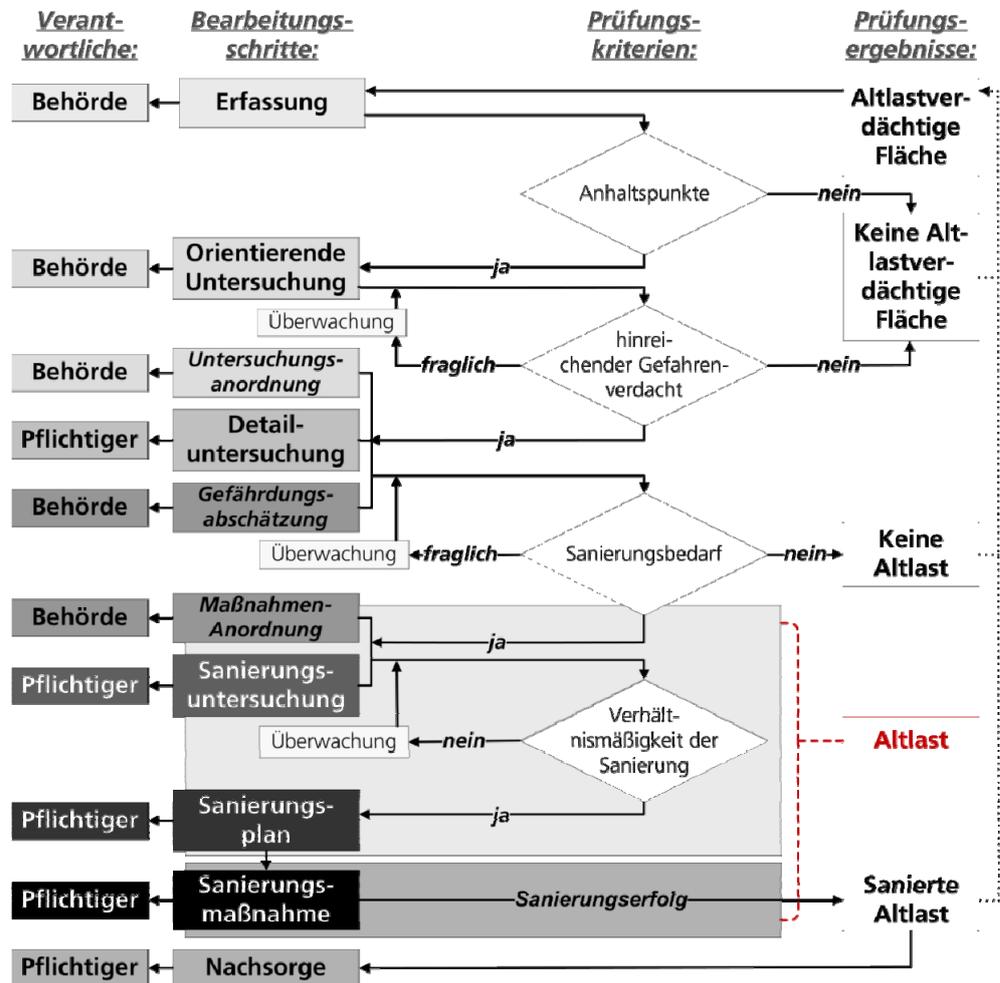
Die wesentlichen Bestimmungen zur Untersuchung und Sanierung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten finden sich im Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG). Es bezweckt die nachhaltige Sicherung und Wiederherstellung der Bodenfunktionen. Präzisiert wird das BBodSchG durch die Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). Auf Länderebene wird der vom Bund vorgegebene gesetzliche Rahmen von den Landesbodenschutz- und Altlastengesetzen weiter ausgefüllt. Daneben bestehen in bestimmten Bereichen Spezialgesetze, auf die hier aber nicht näher eingegangen werden soll.

### 5.1 Stufen der Altlastenbearbeitung

Um zu ergründen, wo innovative Produkte und Verfahren im Altlastenbereich einsatzfähig sind, muss man sich zunächst vergegenwärtigen, welche Stufen die Altlastenbearbeitung durchläuft. An den einzelnen Arbeitsschritten und ihren Kriterien lässt sich erkennen, ob das Produkt oder Verfahren hier eingesetzt werden können. Desweiteren können die vorhergehenden Arbeitsschritte die Einsatzchancen eines Produktes oder Verfahrens in einem der folgenden Arbeitsschritte beeinflussen. Das entsprechende Prüfungsprogramm für die Altlastenbearbeitung ergibt sich im Wesentlichen aus den gesetzlichen Regelungen des BBodSchG und der BBodSchV.

Die folgende Grafik verdeutlicht die einzelnen Prüfungsschritte in der Altlastenbearbeitung. Im Anschluss daran werden diese mit den wesentlichen Prüfungspunkten und Kriterien dargestellt.

**Abb. 14:**  
Übersicht zu den  
Stufen der Atlas-  
tenbearbeitung  
[Fraunhofer MOEZ]



### 5.1.1 Erfassung von Altlasten und altlastverdächtigen Flächen

Die Erfassung von Altlasten und altlastverdächtigen Flächen ist nach § 11 BBodSchG den Ländern überlassen. Diese erheben und sammeln daher die Informationen und führen auch das diesbezügliche Altlastenkataster. Wie das vonstatten geht, regeln die jeweiligen Landesbodenschutzgesetze.

Um eine altlastenverdächtige Fläche i.S.v. § 2 Abs. 6 BBodSchG handelt es sich bei einem Verdacht schädlicher oder sonstiger Gefahren für den einzelnen oder die Allgemeinheit, die von Altablagerungen oder Altstandorten ausgehen. § 3 Abs. 1 BBodSchV beschreibt exemplarisch, wann Anhaltspunkte für das Vorliegen einer Altlast bestehen. Bei Altstandorten muss dies aufgrund des praktizierten Umgangs mit Schadstoffen zu vermuten sein. Altstandorte sind nach § 2 Abs. 5 Nr. 2 BBodSchG Grundstücke mit stillgelegten Anlagen oder sonstige

Grundstücke, auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen worden ist. Bei Altlablagerungen muss der Verdacht einer unsachgemäßen Behandlung von Abfällen gegeben sein. Altlablagerungen sind nach § 2 Abs. 5 Nr. 2 BBodSchG sind stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen oder sonstige Grundstücke, auf denen Abfälle behandelt, gelagert oder umgelagert worden sind. Eine nähere Spezifizierung für das Vorliegen von Anhaltspunkten erfolgt in § 3 Abs. 2 BBodSchV.

### **5.1.2 Orientierende Untersuchung**

Sobald Anhaltspunkte für einen Altlastenverdacht vorliegen, verlangt § 9 Abs. 1 BBodSchG von der zuständigen Bodenschutzbehörde geeignete Maßnahmen zur Ermittlung des Sachverhalts. Bei konkreten Anhaltspunkten ist nach § 3 Abs. 3 BBodSchV eine orientierende Untersuchung vorzunehmen. Diese ist nach § 3 Abs. 4 BBodSchV das Rechtsinstrument zur Klärung der Frage, ob ein hinreichender Altlastenverdacht im Sinne des § 9 Abs. 2 S. 1 BBodSchG besteht oder ob dieser ausgeräumt werden kann. Laut der Begriffsdefinition in § 2 Nr. 3 BBodSchV soll das durch örtliche Untersuchungen und insbesondere durch Messungen geschehen. Die Ergebnisse sind nach § 4 Abs. 1 BBodSchV anhand von Prüfwerten zu evaluieren. Das bedingt zumindest die Ermittlung von Schadstoffgehalten durch eine vorherige Entnahme von Bodenproben. Erforderlich sind daher Sondierungen von Boden-, Bodenluftproben, Sicker- oder Grundwasserproben [vgl. LUBW, AlfaWeb BW, Abschnitt 3.2.2.3].

Anhang 2 zur BBodSchV enthält die Auflistung der maßgeblichen Prüfwerte. Der Altlastenverdacht ist laut § 4 Abs. 2 S. 1 BBodSchV ausgeräumt, wenn die Schadstoffkonzentration unterhalb des Prüfwertes liegt. Wird dagegen ein Prüfwert nach Nr. 3 Anhang 2 zur BBodSchV überschritten, dann ist unter dem Aspekt der Bodennutzung für den konkreten Einzelfall zu ermitteln, ob die Schadstoffkonzentration im Sickerwasser am Ort der Beurteilung den Prüfwert übersteigt. Ist für einen Schadstoff kein Prüfwert festgesetzt, dann sind in der Bewertung die Ableitungsmodalitäten für die bereits festgelegten Schadstoffe anzuwenden. Gemäß § 3 Abs. 4 S. 1 BBodSchV begründet eine Prüfwertüberschreitung grundsätzlich einen hinreichenden Verdacht i.S.v. § 9 Abs. 2 BBodSchG.

### **5.1.3 Untersuchungsanordnung, Detailuntersuchung und Gefährdungsabschätzung**

Eine Detailuntersuchung kann nach § 9 Abs. 2 S. 1 BBodSchG behördlicherseits dann angeordnet werden, wenn die orientierende Untersuchung ergeben hat, dass ein hinreichender Altlastenverdacht vorliegt. Sie richtet sich an die in § 4 BBodSchG bezeichneten Sanierungspflichtigen (s.u.). Die Heranziehung eines Verhaltensstörers setzt zumindest dem Grunde nach ein Feststehen seines Verursachungsbeitrags voraus [Bay VGH, Beschluss v. 04.02.1997, ZfW 1998, 363]. Daher ist es im Interesse einer effektiven Gefahrenabwehr oftmals gebo-

ten, zunächst einen Zustandsstörer als Adressat heranzuziehen [VGH Bad.-Württ, Urteil v. 08.05.1991, BWGZ 1992, 62]. Der Erstattungs und Ausgleichsanspruch in § 24 BBodSchG sorgt im Nachhinein für einen gerechten Lastenausgleich.

Mit der Detailuntersuchung soll nach § 2 Nr. 4 BBodSchV und Nr. 1.2 Anhang 1 zur BBodSchV vor allem Art und Ausmaß der Schadstoffverunreinigungen sowie der Ausbreitungsbedingungen ermittelt werden. Sie dient der behördlichen Gefährdungsabschätzung und bereitet damit eine mögliche Anordnung nach § 10 Abs. 1 BBodSchG zur Durchführung einer Sanierungs-, Sicherungs-, Beschränkungs- oder Überwachungsmaßnahme vor.

Hauptziel der Detailuntersuchung ist die Klärung der Frage, ob die Erforderlichkeit von Sanierungsmaßnahmen und damit ein Sanierungsbedarf gegeben ist. Nach § 4 Abs. 4 BBodSchV ist das grundsätzlich der Fall, wenn die für die jeweilige Nutzung festgelegten Maßnahmenwerte im Anhang 2 zur BBodSchV überschritten sind. Ist kein Maßnahmenwert festgesetzt, dann sind wie bei den Prüfwerten die in Anhang 2 herangezogenen Methoden und Maßstäbe zu verwenden (§ 4 Abs. 5 BBodSchV). Diese finden sich im Bundesanzeiger Nr. 161a vom 28. August 1999.

#### **5.1.4 Sanierungsuntersuchung**

Sobald feststeht, dass bei der untersuchten Fläche ein Sanierungsbedarf gegeben ist, handelt es sich um eine Altlast. Nach § 13 Abs. 1 BBodSchG soll die Behörde vom Sanierungspflichtigen verlangen, dass er eine Sanierungsuntersuchung vornimmt. Das gesetzlich vorgegebene Ziel der Sanierungsuntersuchung ist es, eine Entscheidung über Art und Umfang der zu treffenden Maßnahmen herbeizuführen. Konkrete Anforderungen an die Sanierungsuntersuchung stehen in § 6 Abs. 1 BBodSchV und Nr. 1 Anhang 3 zur BBodSchV. Danach muss diese erforderlich und angemessen sein, um die Sanierungspflicht des § 4 Abs. 3 BBodSchG zu erfüllen und die in Betracht kommenden Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen darzustellen.

#### **5.1.5 Sanierungsplan**

Der Sanierungsplan baut auf die Sanierungsuntersuchung auf und stellt die beabsichtigten Maßnahmen vollumfänglich dar. § 13 Abs. 1 Nr. 3 BBodSchG nennt die essentiell verlangten Angaben, die durch die weiteren Vorgaben in § 6 Abs. 2 BBodSchV und Nr. 2 Anhang 3 zur BBodSchV präzisiert werden. Ausgangslage, durchzuführende Maßnahmen, Ausführungskontrolle auch unter Einbezug der Nachsorge sowie Zeit- und Kostenplan sind auf das Ausführlichste zu beschreiben. Aufgrund der geforderten Detailschärfe bildet der Sanierungsplan die fachliche Grundlage der Sanierung. Per se rechtsverbindlich ist er zunächst allerdings nicht.

Anstatt eines Privaten kann auch die Bodenschutzbehörde einen Sanierungsplan erstellen oder erstellen lassen. Das geschieht im Wege der Ersatzvornahme nach § 14 Abs. 1 Nr. 1 BBodSchG, wenn der Verantwortliche seiner diesbezüglichen Pflicht nicht nachkommt. Als unmittelbare Ausführung kommt es laut § 14 Abs. 1 Nr. 2 BBodSchG dann in Betracht, wenn keiner der Verantwortlichen herangezogen werden kann. Sollte bei einer großflächigen Ausdehnung der Altlast ein koordiniertes Vorgehen erforderlich sein, sieht § 14 Abs. 1 Nr. 3 BBodSchG einen behördlichen Sanierungsplan vor.

### 5.1.6 Sanierungsentscheidungen

Die behördliche Sanierungsanordnung zur Durchsetzung der Sanierungspflicht ergeht aufgrund von § 10 Abs. 1 BBodSchG. Dabei ergibt sich die Sanierungspflicht aus § 4 Abs. 3 BBodSchG, der durch die §§ 4, 5, 7, 8 BBodSchV und die Anhänge 1, 2 4 zur BBodSchV konkretisiert wird.

Eine weitere Möglichkeit der behördlichen Entscheidungsfindung geht dahin, den Sanierungsplan nach § 13 Abs. 6 BBodSchG für verbindlich zu erklären. Damit wird der Inhalt des Sanierungsplans nach außen rechtsbindend. Der Vorteil liegt hier in der Konzentrationswirkung, die § 13 Abs. 6 S. 2 anordnet. Damit sind andere erforderliche behördliche Entscheidungen mit eingeschlossen. Die Sanierung kann daher erheblich beschleunigt werden [vgl. Regierungsentwurf zum BBodSchG, BT-Drs. 13/6701, zu § 13 Abs. 4]. Allerdings treten bei näherer Betrachtung des Gesetzeswortlautes folgende Schwierigkeiten bei der Verbindlicherklärung auf:

- Es muss ein Einvernehmen mit den jeweils zuständigen Behörden hergestellt werden
- Ausschluss bei einer durchzuführenden Umweltverträglichkeitsprüfung
- Abänderungen oder Nebenbestimmungen des Sanierungsplans dürfen ergehen.

Desweiteren ist unklar, ob die Verbindlicherklärung dahingehend belastet, dass die Maßnahmen des Sanierungsplans verpflichtend durchzuführen sind [vgl. Frenz, Bundes-Bodenschutzgesetz, § 13 Rdnr. 64]. In der Vollzugspraxis kann dieses Problem dadurch umgangen werden, dass die Bodenschutzbehörde sie mit der Sanierungsanordnung als vollstreckungsfähigen Verwaltungsakt verbindet.

§ 13 Abs. 4 BBodSchG sieht die auf Kooperation angelegte Einbindung des Sanierungsplans in einen öffentlich-rechtlichen Vertrag vor. Damit ersetzt der Sanierungsvertrag die Sanierungsverfügung nach § 10 Abs. 1 BBodSchG. Der größte Vorteil des Sanierungsvertrages liegt in seiner Flexibilität, die eine Sanierungsdurchführung erheblich erleichtern kann. So können z.B. Sanierungsver-

pflichtung, Sanierungsziele und –maßnahmen sowie Kostenverteilung unbürokratisch geregelt werden

## 5.2 Sanierung von Bodenverunreinigungen

Das BBodSchG regelt die materiellen Anforderungen für die Sanierung von Bodenverunreinigungen. Die zentrale Sanierungsvorschrift findet sich in § 4 Abs. 3 BBodSchG.

### 5.2.1 Sanierungspflicht

Für den Eintritt einer Sanierungspflicht verlangt § 4 Abs. 3 S.1 BBodSchG zunächst das Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung oder einer Altlast. [vgl. zu den Sanierungstatbeständen die grundlegenden Ausführungen von Ginzky, NUR 2008, S. 243 ff.] Altlasten sind nach der Begriffsbestimmung in § 2 Abs. 5 BBodSchG Altablagerungen oder Altstandorte, durch die schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren hervorgerufen werden. Von einer Altlast ausgehende Gefahren sowie erhebliche Nachteile und Belästigungen sind nach § 4 Abs. 3 S.1 a.E. BBodSchG dauerhaft abzustellen. Im Hinblick auf die geschützten Adressatenkreise des einzelnen sowie der Allgemeinheit legt das folgendes nahe. Zum einen geht es „lediglich“ um die Sicherstellung einer bodenschutzrechtlichen Unbedenklichkeit. Eine „Komplettisanierung“ ist daher nicht gefordert. Das ergibt sich auch aus der Definition der Sanierungsmaßnahmen in § 2 Abs. 7 BBodSchG (s.u.). Zum anderen muss sich die Sanierung auch auf die Folgen der Verunreinigung erstrecken.

### 5.2.2 Sanierungsmaßnahmen

Das BBodSchG unterscheidet zwischen Dekontaminationsmaßnahmen, Sicherungsmaßnahmen und sonstigen Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen. Dekontaminationsmaßnahmen sind Maßnahmen zur Beseitigung oder Verminderung des Schadstoffes (§ 2 Abs. 7 Nr. 1 BBodSchG). Sicherungsmaßnahmen verhindern oder vermindern die langfristige Ausbreitung der Schadstoffe ohne diese zu beseitigen (§ 2 Abs. 7 Nr. 2 BBodSchG). Sonstige Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen wie insbesondere Nutzungsbeschränkungen vermindern oder beseitigen nur die negativen Folgen einer Bodenverunreinigung (vgl. § 2 Abs. 8 BBodSchG). Sie kommen nach § 4 Abs. 3 S. 3 BBodSchG nur subsidiär in Betracht, wenn Dekontaminations- und Sicherungsmaßnahmen nicht möglich oder unzumutbar sind.

Zwischen Dekontaminations- und Sicherungsmaßnahmen stellt § 4 Abs. 3 S.2 BBodSchG keine Hierarchie auf. Bei der Auswahl kommt es allein auf die Einhaltung der Sanierungsanforderungen in § 4 Abs. 3 S.1 a.E. BBodSchG an. Damit muss sich die Maßnahme zunächst dazu eignen, die bodenschutzrechtliche Unbedenklichkeit herzustellen. Weitere Entscheidungskriterien bilden der

Aufwand, die Effektivität, die Durchführbarkeit und die Zumutbarkeit der Maßnahme. § 5 BBodSchV konkretisiert die Eignungsanforderungen an Sanierungsmaßnahmen. Dekontaminationsverfahren müssen nach § 5 Abs. 1 S. 1 BBodSchV technisch und wirtschaftlich durchführbar sein und in der Praxis eine umweltverträgliche Schadstoffbeseitigung oder -verminderung gesichert erscheinen lassen. Auch die Folgen des jeweiligen Verfahrens für den Boden und die Gewässer sind zu berücksichtigen (§ 5 Abs. 1 S. 2 BBodSchV). Bei Sicherungsmaßnahmen ist nach § 5 Abs. 3 S. 2 BBodSchV das Gefahrenpotential der verbleibenden Schadstoffe und ihrer Umwandlungsprodukte zu berücksichtigen.

### 5.2.3 Konkrete Sanierungsmaßstäbe

Die Grundstücksnutzung spielt für das Sanierungsausmaß eine bedeutende Rolle. So ist nach § 4 Abs. 4 S. 1 BBodSchG die planungsrechtlich zulässige Nutzung und das sich daraus ergebende Schutzbedürfnis zu beachten. Da es um die planungsrechtliche Zulässigkeit geht, muss eine Außenwirksamkeit wie bei Bebauungsplänen gegeben sein. Ohne planungsrechtliche Festsetzungen kommt es laut § 4 Abs. 4 S. 2 BBodSchG auf die Prägung des Gebiets und der absehbaren Entwicklung an. Die Sanierungspflicht reicht daher nur soweit, wie unter planungsrechtlichen Nutzungsaspekten Gefahren, erhebliche Nachteile oder Belästigungen vorliegen. § 4 Abs. 4 S. 1 letzter HS. BBodSchG erweitert diese nutzungsbezogene Sanierungspflicht aber dann, wenn sie mit dem Schutz der natürlichen Bodenfunktionen und seiner Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte in § 2 Abs. 2 Nr. 1 und 2 BBodSchG nicht zu vereinbaren ist.

Für die sogenannten Neulasten enthält § 4 Abs. 5 BBodSchG strengere Anforderungen. Als Neulasten gelten schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten, die nach dem Inkrafttreten des BBodSchG am 1. März 1999 eintreten sind. Die Schadstoffe sind nach § 4 Abs. 5 S. 1 BBodSchG zu beseitigen, sofern das nicht im Hinblick auf die Vorbelastung des Bodens unverhältnismäßig ist. Diese Komplettsanierung („Sanierung auf Null“) umfasst demnach auch die bereits vor dem 1. März 1999 vorhandenen Schadstoffe. Verlangt wird also Dekontaminationsmaßnahme, die zudem auf eine Schadstoffbeseitigung gerichtet ist. Bei der Verhältnismäßigkeitsprüfung ist wegen der allgemeinen Geltung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes neben der Angemessenheit im Hinblick auf die Vorbelastung des Bodens auch Sanierungsaufwand und Erfolg miteinander abzuwägen. Als weitere Grenze normiert § 4 Abs. 5 S. 2 BBodSchG einen speziellen Vertrauensschutz. So entfällt die skizzierte Sanierungspflicht für denjenigen, der zum Verursachungszeitpunkt alle ihm auferlegten gesetzlichen Sorgfaltspflichten erfüllt hat deshalb darauf vertrauen durfte, dass keine Bodenbeeinträchtigungen entstehen würden. Auf jeden Fall müssen aber laut § 5 Abs. 2 S. 2 BBodSchV die zuvor bestehenden Nutzungsmöglichkeiten des Grundstücks wiederhergestellt werden.

#### 5.2.4 Sanierungsziele

Für vorzunehmende Sanierungen existieren im deutschen Bodenschutzrecht keine konkreten Zielwerte. Sanierungsart und -umfang sind daher jeweils einzelfallspezifisch anhand der vorgenannten gesetzlichen Kriterien zu bestimmen. Zur Orientierung für die Bestimmung von Sanierungszielwerten können aber die Prüf- und/oder Maßnahmenwerte herangezogen werden. Diese sind nämlich entlang der gesetzlichen Konkretisierung der Sanierungspflicht in § 4 Abs. 4 S. 1 BBodSchG nutzungsbezogen festgelegt. Werden die Maßnahmenwerte unterschritten, dann liegt nach § 8 Abs. 1 Nr. 2 BBodSchG keine Gefahr mehr vor. Bei Unterschreiten der Prüfwerte ist nach § 8 Abs. 1 Nr. 1 BBodSchG gar der Gefahrenverdacht ausgeräumt. Von daher sollte es grundsätzlich für das Sanierungsziel ausreichen, dass mit der Sanierung das Einhalten der Maßnahmenwerte erreicht wird.

Es ist in diesem Zusammenhang auch nicht schädlich, dass die Nutzungskategorien der BBodSchV weiter spezifiziert sind als das bei planungsrechtlichen Nutzungsfestsetzungen wie z.B. im Bauplanungsrecht der Fall ist. Denn § 4 Abs. 4 S. 1 BBodSchG erlaubt seinem Wortlaut nach auch weitere Konkretisierungen, solange sie den planungsrechtlichen Festsetzungen nicht widersprechen. Allerdings sind neben dieser allgemeinen nutzungsbezogenen Zielwertermittlung noch weitere spezifischere Kriterien zu beachten, um das Einhalten der allgemeinen Sanierungsanforderungen in § 4 Abs. 3 S.1 BBodSchG sicherzustellen. Bei den einzelnen Schadstoffen sind gemäß § 9 Abs. 2 BBodSchG i.V.m. § 2 Nr. 4 BBodSchV noch Menge und Verbreitung, mobile und mobilisierbare Anteile, Ausbreitungsmöglichkeiten und Aufnahmewege durch Menschen, Tiere und Pflanzen zu berücksichtigen.

#### 5.2.5 Sanierungsgrenzen

Die in § 10 BBodSchG geregelte Sanierungsanordnungsbefugnis enthält eine bodenschutzrechtliche Ausprägung des verfassungsrechtlich normierten Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes. So darf nach § 10 Abs. 1 S. 4 eine behördliche Sanierungsanordnung dann nicht getroffen werden, wenn sie *auch* im Verhältnis zu den berechtigten Nutzungsinteressen Einzelner unverhältnismäßig ist. Aus dem Wortlaut ergibt sich, dass es unter Verhältnismäßigkeitsgesichtspunkten nicht nur um die Nutzungsinteressen Einzelner geht. [vgl. zu den bestehenden Ermessensspielräumen grundlegend Willand, *altlasten-spektrum* 2002 2002, S. 277 ff.]

Die grundsätzliche Anforderung an die Verhältnismäßigkeit von Sanierungsanordnungen ergibt sich schon aus § 10 Abs. 1 S.1 a.E. BBodSchG, der auf die Notwendigkeit der getroffenen behördlichen Maßnahmen abstellt. Maßstab ist das Erreichen des festgelegten Sanierungsziels. Dazu muss die Maßnahme in einer ersten Prüfungsstufe geeignet sein. In einer zweiten Prüfungsstufe muss

die Maßnahme dazu auch erforderlich sein. Das ist nicht der Fall, wenn eine genauso geeignete, aber weniger einschneidende Maßnahme als milderes Mittel für den einzelnen oder die Allgemeinheit zur Verfügung steht. Hier kommt der verwaltungsrechtliche Grundsatz zum Tragen, dass man mit Kanonen nicht auf Spatzen schießen darf.

Darüber hinaus muss sich die Maßnahme in einer dritten Prüfungsstufe auch als angemessen erweisen (sog. Verhältnismäßigkeit i.e.S.). Anhand einer Zweck-Mittel-Relation wird der angestrebte Sanierungserfolg ins Verhältnis zu den mit der Maßnahme verbundenen Belastungen gesetzt (Proportionalität). Die betroffenen Belange sind zu ermitteln, zu bewerten und untereinander abzuwägen. Die Sanierungsmaßnahme ist z.B. dann nicht mehr proportional, wenn die Durchsetzung der Sanierungsanforderungen für den Adressaten zwar geeignet und erforderlich, aber technisch oder wirtschaftlich unzumutbar ist. In einem solchen Fall kann schlechterdings das Einhalten der gesetzlichen Sanierungsanforderungen in § 4 Abs. 3 S. 1 a.E. BBodSchG (s.o. unter Punkt 3.3.1) verlangt werden. Das gilt erst recht, wenn die Maßnahme technisch oder wirtschaftlich gänzlich unmöglich ist.

### **5.3 Sanierung von Grundwasserverunreinigungen**

Für Grundwasserverunreinigungen, die durch Altlasten oder schädlichen Bodenverunreinigungen verursacht worden sind, gelten die nachfolgend dargestellten Besonderheiten.

#### **5.3.1 Sanierungspflicht**

§ 4 Abs. 3 S. 1 BBodSchG regelt auch die Sanierungspflicht für verunreinigte Gewässer, die durch Altlasten oder schädliche Bodenverunreinigungen verursacht worden sind („ob“ der Sanierung). Diese Regelung über die Sanierungspflicht durfte der Bund gemäß Art. 75 Abs. 2 GG a.F. treffen, weil sie sich nur auf Gewässerverunreinigungen bezieht, die von einer schädlichen Bodenverunreinigung oder Altlast ausgehen (sog. Annexkompetenz kraft Sachzusammenhang). Zu den Gewässern gehört nach dem in § 1 WHG festgelegten Anwendungsbereich des WHG auch das Grundwasser. § 1 Abs.1 Nr. 2 WHG definiert Grundwasser als unterirdisches Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht.

Die Sanierungsanforderungen wiederum bestimmen sich nach § 4 Abs. 4 S. 3 BBodSchG ausdrücklich nach dem Wasserrecht („wie“ der Sanierung). Im Lichte der wasserrechtlichen Regelungen ist damit auch die allgemeine Sanierungsanforderung in § 4 Abs. 3 S. 1 a.E. BBodSchG zu interpretieren, dass die Sanierung so durchzuführen ist, dass dauerhaft keine Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den Einzelnen oder die Allgemeinheit entstehen. Wann das der Fall ist, ergibt sich also aus dem Wasserrecht.

Durch die systematische Stellung des Verweises auf das Wasserrecht in § 4 Abs. 4 S. 3 BBodSchG wird auch klar, dass die nutzungsabhängigen Sanierungsanforderungen aus § 4 Abs. 4 S.1 und 2 BBodSchG hier nicht gelten. Das gilt dann auch für die grundsätzlich greifende Totalsanierung von Neulasten in § 4 Abs. 5 BBodSchG, die insofern als Gegenregelung zu den nutzungsabhängigen Sanierungsanforderungen zu verstehen ist.

### 5.3.2 Sanierungsmaßstäbe

Die Sanierungsmaßstäbe, die die notwendigen Anforderungen für die Sanierung bestimmen, ergeben sich aus mehreren Rechtsquellen. Aus dem nationalen Recht ist zunächst der wasserrechtliche Besorgnisgrundsatz nach § 34 WHG zu nennen. Dazu kommen die europäischen Anforderungen aus der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und ihrer Tochterrichtlinie, der Grundwasserrichtlinie (GW-RL). Während mit der 7. WHG-Novelle die Regelungen aus der WRRL schon ins nationale Recht implementiert worden sind, bedürfen die Regelungen der GW-RL noch der Umsetzung.

§ 34 WHG gilt für das Grundwasser und legt fest, dass eine schädliche Verunreinigung des Grundwassers nicht zu besorgen sein darf. Das § 34 WHG in Abs. 1 nur die Einleitung von Stoffen in das Grundwasser und in Abs. 2 nur die Lagerung bzw. Ablagerung von Stoffen erfasst, bleibt unschädlich. Denn die Rechtsprechung hat den Besorgnisgrundsatz des § 34 WHG als materiellen Schutzstandard für das Grundwasser ausgelegt, der bei allen Verwaltungsentscheidungen zu beachten ist, die einen Bezug zum Grundwasser aufweisen [BVerwG ZfW 1974, 299; BVerwG ZfW 1981, 88]. Auch das § 34 WHG restriktiv als eine vorsorgende Schutzbestimmung formuliert ist, schadet nicht. Hierzu hat die Rechtsprechung entschieden, dass § 34 WHG nicht bloß bei einer aktuellen oder geplanten Nutzung gilt, sondern umfassend zur Anwendung kommt [BVerwG NVwZ 1990, 474]. Damit gilt der Schutzstandard des § 34 WHG auch als allgemeine Sanierungsanforderung. Das Grundwasser ist entsprechend des Wortlauts in § 34 WHG so zu sanieren, dass eine „schädliche Verunreinigung“ oder eine „sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften“ praktisch ausgeschlossen ist.

Verbindliche Zielwerte fehlen auch bei den Grundwasserverunreinigungen, die von der Bodenpassage ausgehen. Wegen der Unabhängigkeit der Sanierungsanforderung von der konkreten Nutzung im Wasserrecht würden diese zwingender wirken als im Bodenschutzrecht. Der Bund konnte wegen den bis zur Föderalismusreform 2006 fehlenden Gesetzgebungskompetenzen für den Wasserhaushalt keine Regelung dazu treffen. Auch in den Wassergesetzen der Länder lassen sich keine Kriterien entnehmen, die über diese allgemeinen Sanierungsanforderungen hinausgehen.

Vor diesem Hintergrund hat die LAWA erstmals im Januar 1994 Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden abgegeben [LAWA 1994]. Am 31. Dezember 1998 folgten eine Veröffentlichung der LAWA von Geringfügigkeitsschwellenwerte zur Beurteilung von Grundwasserschäden und ihre Begründung. Außerdem sind dort Ableitungskriterien für solche Stoffe enthalten, für die noch keine Geringfügigkeitsschwellen festgelegt worden sind. Diese Richtlinien waren Grundlage des behördlichen Handelns in den meisten Bundesländern. Zum Teil wurden sie sogar durch Erlasse der obersten Wasserbehörden für den Vollzug empfohlen oder vorgeschrieben. Im letzteren Fall besitzen sie Bindungswirkung gegenüber den Wasserbehörden.

Der aktuelle Arbeitsstand der LAWA sind die von einer Arbeitsgruppe der LAWA erarbeiteten Geringfügigkeitsschwellen vom September 2004, die die Grenze zwischen einer geringfügigen Veränderung und einer schädlichen Veränderung der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers markieren sollen [LAWA 2004, Bericht: Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser, Stand: Dezember 2004]. Bei den sowohl ökotoxikologisch als auch humantoxikologisch ermittelten Werten wurde jeweils der strengere Wert zugrunde gelegt. Damit präzisieren die Geringfügigkeitsschwellen den Besorgnisgrundsatz des § 34 WHG. Sie beziehen sich auf lokal begrenzte Verunreinigungen und eignen sich daher zur Bewertung von Verunreinigungen aus Punktquellen, so wie es bei Altlasten gegeben ist. Im Dezember 2004 wurden die Geringfügigkeitsschwellen von der Umweltministerkonferenz angenommen. Aufgrund ihrer anerkannten fachlichen Expertise bieten sie Anhaltspunkte für das zu erreichende Sanierungsziel.

Ergänzend dazu haben einige Länder untergesetzliche Konkretisierungen, die weitere Regelungen zu Sanierungsmaßstäben und -verfahren enthalten. Desweiteren legt Nr. 3.1 des Anhangs 2 zur BBodSchV Prüfwerte zur Beurteilung des Wirkungspfades Boden-Grundwasser nach § 8 Abs. 1 S. 2 Nr. 1 BBodSchG fest. Sie gelten für den Übergangsbereich von der ungesättigten in die gesättigte Bodenzone und sind Grundlage für die Bewertung, ob von einer Altlast Gefahren für das Grundwasser ausgehen. Damit haben sie prinzipiell die gleiche Funktion wie die Geringfügigkeitsschwellen. Daher hat die LAWA beschlossen, [LAWA, 114. LAWA-Sitzung am 17./18.02.2000], das im Konfliktfall die in der BBodSchV aufgeführten Prüfwerte für das Sickerwasser auch für die Beurteilung eines Grundwasserschadens heranzuziehen sind. Dabei hat die LAWA betont, dass bei der Fortschreibung der BBodSchV die von der LAWA erarbeiteten und zum Teil niedrigeren Werte übernommen werden sollen.

### **5.3.3 Einfluss der Wasserrahmenrichtlinie und der Grundwasserrichtlinie**

Das Zielerreichungsgebot in Art. 4 Abs. 1 lit. b (ii) WRRL verpflichtet die Mitgliedsstaaten, alle Grundwasserkörper zu schützen, zu verbessern und zu sanie-

ren, um bis zum 15.12.2015 einen guten Zustand des Grundwassers zu erreichen. Nach Art. 2 Nr. 12 WRRL ist ein Grundwasserkörper ein abgegrenztes Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter. Fast alle Bundesländer haben Grundwasserkörper bis zu 400 km<sup>2</sup> festgelegt, wobei drei Bundesländer Grundwasserkörper von 675 bis 1.250 km<sup>2</sup> ausgewiesen haben [UBA, WRRL-Bestandsaufnahme 2004, S. 47].

Auch bei Grundwasserverunreinigungen durch Altlasten ist der chemische Zustand des Grundwasserkörpers beeinträchtigt. Allerdings gibt es auf Ebene der EG bislang noch keine Schwellenwerte, die sich auf altlastentypische Schadstoffe beziehen. Hier ist nach Art. 17 Abs. 2 WRRL inzwischen die GW-RL [Richtlinie 2006/118/EG vom 12.12.2006, EG-ABl. L 372 v. 27.12.2006, S. 19] als Tochterrichtlinie erlassen worden. Diese enthält die Kriterien für die Beurteilung eines guten chemischen Zustands des Grundwassers. Allerdings legt auch die GW-RL in Art. 4 i.V.m. Anhang I zur GW-RL nur Qualitätsnormen für Nitrate und Wirkstoffe in Pestiziden fest. Für die in Anhang II B der GW-RL aufgeführten weiteren neun Stoffe müssen die Mitgliedsstaaten selbst nach Art. 3 Abs. 1 b) GW-RL Schwellenwerte festlegen.

Eine Altlast oder mehrere Altlasten verhindern dann einen guten chemischen Zustand des Grundwasserkörpers, wenn

- eine signifikante Gefährdung der Umwelt vorliegt, wobei auch die Ausdehnung im Grundwasserkörper berücksichtigt werden kann [Art. 4 Abs. 2 lit. c (i) GW-RL]
- nicht die übrigen Voraussetzungen für einen guten chemischen Zustand erfüllt sind [Art. 4 Abs. 2 lit. c (ii) GW-RL]
- der Aufwand für die Trinkwasseraufbereitung erhöht wird [Art. 4 Abs. 2 lit. c (iii) GW-RL]
- die Verwendung des betroffenen Grundwassers durch den Menschen eingeschränkt wird [Art. 4 Abs. 2 lit. c (iv) GW-RL]

Dann muss eine Sanierung zur Erreichung des Zielgebotes dergestalt erfolgen, dass die oben genannten Voraussetzungen nicht mehr vorliegen.

Grundsätzlich nur ein Vorsorgeinstrument ist die Pflicht der Mitgliedsstaaten zur Trendermittlung und Trendumkehr nach Art. 4 Abs. 1 lit. b (iii) i.V.m. Art. 5 GW-RL. Diese ist nach Art. 5 Abs. 1 GW-RL nur bei Grundwasserkörpern durchzuführen, die schon bei der Bestandsaufnahme als gefährdet eingestuft worden sind, womit schon etwa 50 Prozent davon befreit sind [Rechenberg, ZUR 2007, 240]. Ausgangswert für die Trendanalyse sind 75% der Qualitätsnormen oder Schwellenwerte. Die Mitgliedsstaaten sind aus Art. 5 Abs. 5 GW-RL zur zusätzlichen Trendanalyse von bestehenden Schadstoffahnen – auch solchen, die aus punktuellen Schadstoffquellen und kontaminierten Böden stam-

men – verpflichtet. Als Sanierungsanforderungen können diese Vorfeldmaßnahmen nicht verstanden werden.

Nach Art. 4 Abs. 1 lit. b (i) WRRL sind die Mitgliedsstaaten verpflichtet, die Einleitung von Schadstoffen in das Grundwasser zu verhindern oder zu begrenzen.

Die Bewirtschaftungsziele der WRRL unterscheiden sich erheblich von den nationalen Regeln zur Altlastensanierung. Während die wasserwirtschaftliche Planung der WRRL den ganzen Grundwasserkörper zum Gegenstand hat, richtet sich der Besorgnisgrundsatz im nationalen Grundwassersanierungsrechts auf punktuelle Schadstoffquellen und mithin lokalen Verunreinigungen. Dabei gelten die Anforderungen des Besorgnisgrundsatzes und der wasserwirtschaftlichen Planung nach der WRRL nebeneinander. Die Mitgliedsstaaten können selbstverständlich auch Grundwasserschäden sanieren, die nach der WRRL nicht zu sanieren sind. Dafür sorgt schon die Befugnis der Mitgliedsstaaten zu den sog. verstärkten Schutzmaßnahmen aus Art. 176 EG-Vertrag. Auch Art. 4 Abs. 5 GW-RL ausdrücklich Maßnahmen zu, obwohl der Grundwasserkörper in einem guten Zustand i.S.d. GW-RL eingestuft worden ist.

Die bis 22. Dezember 2009 vorzulegenden Bewirtschaftungspläne nach § 13 WRRL und Maßnahmenprogramme nach § 11 WRRL werden auch für solche Schäden hilfreiche Orientierung geben, die nicht aufgrund der WRRL zu sanieren sind. Das liegt auch daran, dass die Bewirtschaftungspläne nach § 13 Abs. 4 WRRL i.V.m. A Nr. 1.2 Anhang VII alle signifikanten Belastungen und anthropogene Einwirkungen auf den Zustand von Grundwasser verarbeitet, darunter auch die Einschätzung der Verschmutzung durch Punktquellen und durch diffuse Quellen, einschließlich der Landnutzung.

Insgesamt aber wird der Einfluss der WRRL und der GW-RL auf die Sanierung punktueller Schadstoffquellen eher als geringfügig zu veranschlagen sein. [vgl. allgemein zu den Auswirkungen der WRRL und der GW-RL Großmann et al., altlasten-spektrum 2007, S. 30 ff.; ]

#### **5.3.4 Grenzen**

Auch für die Anordnung einer Grundwassersanierung gilt der allgemeine verfassungsmäßige Verhältnismäßigkeitsgrundsatz. Die Verhältnismäßigkeitsprüfung bezieht sich auf eine konkrete Maßnahme oder auf ein bestimmtes Maßnahmenpaket und zugleich auf die zuvor aufgestellten Sanierungsziele. Es ist zu prüfen, ob die in Betracht gezogene Maßnahme zur Erreichung des angestrebten Sanierungszieles geeignet, erforderlich und angemessen ist. Insofern kann auf die obigen Ausführungen dazu unter Punkt 3.3.5 verwiesen werden.

## 5.4 Sanierungspflichtige

§ 4 Abs. 3 S. 1 BBodSchG nennt insgesamt vier verschiedene Adressaten, die als Sanierungsverantwortliche herangezogen werden können. [vgl. überblicksartig zur Haftung Brandt et al, Bodenschutz 1999, S. 136 ff.] Als klassischen Verhaltensstörer im Sinne des allgemeinen Gefahrenabwehrrechts zählt die Vorschrift den Verursacher, aber auch dessen Gesamtrechtsnachfolger auf. Als klassische Zustandsstörer des Gefahrenabwehrrechts werden der Grundstückseigentümer und der Inhaber der tatsächlichen Gewalt genannt. Die Einteilung in die verwaltungsrechtlichen Kategorien der Verhaltens- und Zustandsverantwortlichkeit ist jedoch relativiert zu sehen. Ein Zustandsverantwortlicher, der von einer Altlast Kenntnis oder in fahrlässiger Weise keine Kenntnis erlangt hat, kann bei Untätigkeit auch mit seinem Verhalten dazu beitragen, dass sich der Schaden ausweitet.

### 5.4.1 Verursacher und dessen Gesamtrechtsnachfolger

Zurechnungskriterium für den Verursacher ist, dass dieser durch sein Verhalten die im Ordnungsrecht vorgesehene Gefahrenschwelle überschritten und damit eine unmittelbare Ursache für den Gefahren Eintritt gesetzt hat [OVG Münster, NVwZ 1997, 805]. Weitere Kriterien der Rechtswidrigkeit und des Pflichtenverstößes sind als Korrektiv zur Vermeidung einer konturenlosen Gefährdungshaftung heranzuziehen [Hilger, § 4 Rnr. 47 ff.].

Bei der Zurechnung auf den Verursacher ist insbesondere in Fällen mit Vergangenheitsbezug der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz zu beachten. Hier müssen die Grenzen von der Rechtsprechung noch ausgefüllt werden. Insbesondere die Bestimmung des zum Verschmutzungszeitpunkt geltenden Rechtsgüterschutzes, gegen den der Verursacher verstoßen haben muss, ist nicht immer ganz einfach.

Eine bundesweite Regelung zum Bodenschutz besteht erst seit Inkrafttreten des BBodSchG am 1. März 1999. Davor gab es nur vereinzelt landesrechtliche Regelungen in den Bundesländern ab den 90-er Jahren des letzten Jahrhunderts. Das Grundwasser wurde in den alten Bundesländern erstmals mit dem Inkrafttreten des WHG im Jahr 1960 und in den neuen Bundesländern mit dem Wassergesetz der DDR im Jahr 1963 umfassend geschützt. Das Behandeln, Lagern und Ablagern von Abfällen wurde 1972 im AbfG geregelt.

Ein weiteres Zurechnungsproblem liegt darin, dass die Überschreitung der maßgeblichen Gefahrenschwelle nach den zum Verursachungszeitpunkt geltenden Maßstäben zu bestimmen ist. Viele aus heutiger Sicht unzweifelhaft gegebene Gefahren können nach dem damaligen wissenschaftlich-technischen Erkenntnisstand nicht unbedingt als bekannt vorausgesetzt werden.

Ein Indiz für den damaligen Erkenntnisstand kommt den seinerzeit verwendeten Boden-Listen und Bewertungsgrundsätzen zu. Zu erwähnen sind hier insbesondere die Fassungen der sog. „Holland-Liste“ und die Maßnahmenschwellenwerte im Anhang 2 der Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden der LAWA aus dem Jahr 1994. Den erlassenen Richtlinien der einzelnen Bundesländer kommt eine noch höhere Verbindlichkeit zu.

Die Legalisierungswirkung einer behördlichen Genehmigung kann die Verantwortlichkeit ausschließen, so auch die Rechtsprechung für immissionschutzrechtliche Genehmigung [BVerwGE 55, 120 f.], die Wasserrechtliche Erlaubnis [BGH, DVBl. 2000, 906] oder etwa für gewerberechtliche Genehmigungen [OVG Münster, NVwZ 1997, 508 ff.]. Allerdings gilt hierbei die Regel, dass nicht erlaubt ist, was nicht ausdrücklich im formellen Bescheid geregelt ist. Auch Störfälle sind nicht von der Genehmigung erfasst.

Auf den Gesamtrechtsnachfolger des Grundstückseigentümers geht die Sanierungspflicht in dem Umfang über, in dem sie zum Zeitpunkt des Eintritts der Nachfolge existiert. Ansonsten ist hier noch vieles ungeklärt. Zum Beispiel bei der Unternehmensspaltung [Theuer, DB 1999, 621] oder ob auch eine Rechtsnachfolge vor Inkrafttreten des BBodSchG erfasst ist [VGH Mannheim, VBlBW 2000, 155 f.].

#### **5.4.2 Grundstückseigentümer und Inhaber der tatsächlichen Gewalt**

Der Grundstückseigentümer ist derjenige, der gemäß Zivilrecht formal im Grundbuch als Eigentümer eingetragen ist. Der Grundstücksbesitzer als Inhaber der tatsächlichen Gewalt hat den unmittelbaren Zugriff auf das Grundstück und kann demnach ungehindert auf das Grundstück einwirken.

Daneben erweitert das BBodSchG in einigen Fällen die Verantwortlichkeit auf den früheren Eigentümer. Eher selten dürfte in § 4 Abs. 3 S. 4 2. Alt. BBodSchG normierte Fall der Haftung desjenigen sein, der sein Eigentum aufgegeben hat (sog. Dereliktion nach § 928 BGB). Wer sein Eigentum nach Inkrafttreten des BBodSchG am 1. März 1999 übertragen hat und die Altlast kannte oder hätte kennen müssen, haftet nach § 4 Abs. 6 S.1 BBodSchG ebenso. Schließlich ordnet § 4 Abs. 3 S. 4 1. Alt. BBodSchG eine Sanierungspflicht für denjenigen an, der aus handels- oder gesellschaftsrechtlichem Grund für eine juristische Person einzustehen hat, der das belastete Grundstück gehört. Diese Durchgriffshaftung stellt eine Abweichung vom gesellschaftsrechtlichen Trennungsprinzip dar, in dem ein Zugriff auf das Vermögen des Gesellschafters oder des Geschäftsführers ausgeschlossen ist (vgl. z.B. §§ 13 Abs. 2, 43 Abs. 2 GmbHG und § 93 Abs. 2 S. 1 AktG). Damit wird eine Flucht aus der Haftung durch Ausgründungen von Unternehmensteilen samt kontaminierten Flächen in



## Fraunhofer Zentrum Mittel- und Osteuropa

neue und lediglich mit dem Mindestkapital ausgestattete Kapitalgesellschaften unterbunden.

Es wird eine Aufgabe der Rechtsprechung bleiben, die verfassungsrechtlichen Grenzen der extensiven Haftung des Eigentümers im BBodSchG näher zu präzisieren. So ist nach einer Entscheidung des BVerfG grundsätzlich vom Verkehrswert des Grundstücks nach der Sanierung auszugehen und anhand der konkreten Umstände des Einzelfalls die Zumutbarkeit zu beurteilen [BVerfG, NJW 2000, 2575 f.].

## 6 Marktprognose für den deutschen Altlastenbearbeitungsmarkt

Veränderungen in der umweltpolitischen Ausrichtung oder die Veränderung der derzeitigen Rechtslage könnten erheblichen Einfluss auf die Höhe zukünftiger Umweltschutzausgaben haben.

### 6.1 Allgemeine Konjunktorentwicklung in Deutschland

Für die kommenden zwei Jahre prognostizieren die führenden deutschen Wirtschaftsinstitute (IFO 2008, RWI 2008) eine Abschwächung im Wirtschaftswachstum der Bundesrepublik Deutschland. Die realen Zuwächse für das BIP werden 2008 nach den aktuellen IFO Schätzungen mit 1,7 Prozent und im Jahr 2009 mit 1,8 Prozent verhaltener ausfallen als noch im Vorjahr angenommen. [IFO 2008, S.40]

Eine Übersicht über die zukünftige konjunkturelle Entwicklung Deutschlands zeigt die folgende Übersicht. Die Werte stützen sich auf die Ergebnisse der FERl Rating & Research AG. [Feri Branchenrating 2008 - Immobilien, S.22]

**Tab. 21:**  
Prognose BIP  
Entwicklung für  
die Jahre 2008-  
2013  
[FERl Branchenra-  
ting 2008 -  
Immobilien, S.22]

Jahr	BIP nominal in Mrd. Euro	Veränderung in Prozent	BIP real in Mrd. Euro	Veränderung in Prozent
2008	2.519	+ 3,9	2.270	+ 1,5
2009	2.625	+ 4,2	2.308	+ 1,7
2010	2.728	+ 3,9	2.357	+ 2,1
2011	2.827	+ 3,6	2.402	+ 1,9
2012	2.932	+ 3,7	2.451	+1,2
2013	3.040	+ 3,7	2.502	+2,1

### 6.2 Entwicklungen in den benachbarten Branchen

Einfluss auf die Verfügbarkeit des Wirtschaftsgutes Boden haben die Bauwirtschaft und Teile der Immobilienwirtschaft. Aufgrund der Unfähigkeit zur Reproduktion ist das Wirtschaftsgut Boden nur restriktiv vorhanden. Das kann Auswirkungen auf die Entwicklung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft haben. Auf der anderen Seite hat die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit auch einen Einfluss auf die Verfügbarkeit und die ökonomischen Eigenschaften der Ressource Boden. [Schmoll, S.1177 und 1163]

### 6.2.1 Lage der deutschen Bauwirtschaft

Der Umsätze im deutschen Baugewerbe verlaufen nach dem Zahlenmaterial des Statistischen Bundesamtes seit dem Jahr 2007 wieder positiv. [StatBA-Baugewerbe, Tab.1.1] Die mittelfristige Prognose der Feri Research [Umsätze und prozentuales Wachstum der Bauwirtschaft in der Bundesrepublik Deutschland, Feri 2008 Branchendossier Bauwirtschaft] geht von einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum des Baugewerbes von nominal etwa 2 Prozent aus. [Feri 2008 - Branchendossier Bauwirtschaft, S.9] Aufgrund der weiter ansteigenden Rohstoffpreise und der inflationären Entwicklung in der Euro Zone dürfte das prognostizierte Wachstum aber niedriger ausfallen. Stärker wachsen dürften wie in den letzten Jahren vor allem die Bereiche Wirtschaftsbau und öffentlicher Bau. [vgl. Zahlen des Statistisches Bundesamt, Zahlen für das Baugewerbe, Wiesbaden 2007].

### 6.2.2 Immobilienbranche

Der Mittelwert der prozentualen Veränderung der Baugrundstückspreise aller Bundesländer liegt nach einer Prognose der Feri Research [Prognose zur prozentualen Veränderung der Baugrundstückspreise in den Bundesländern in den Jahren 2008 bis 2013] bei etwa 12 Prozent für den Zeitraum 2008 bis 2013.[Feri 2008 -Immobilien Dossiers der Bundesländer, S.10] Es ist also zukünftig von einer deutlichen Wertsteigerung der Ressource Boden auszugehen. Bei steigenden Bodenpreisen partizipiert der Grundstückseigentümer neben den laufenden Einnahmen aus der Nutzung zusätzlich an der Wertsteigerung des Grundstückes. Die Kosten einer Altlastenbeseitigung verlieren daher bei steigenden Grundstückspreisen an Gewicht. [Schmoll, S.353 und S.459 ff.]

## 6.3 Rechtliche und politische Entwicklungen

Die Entwicklung der Altlastenmärkte wird durch den politischen Willen und dessen Durchsetzung in die geltenden rechtlichen Bedingungen bestimmt. Auch hier sind auf nationaler Ebene wiederum die Spezifika in den einzelnen Bundesländern zu beachten.

### 6.3.1 Europäische Ebene

Die Umwelthaftungs-Richtlinie 2004/35/ EG von 2004 ist in Deutschland bislang weitgehend unbeachtet geblieben. [vgl. zur UH-RL Ludwig et al.] Zwar stellt sie in Art.6 UH-RL eine verschuldensunabhängige Sanierungspflicht als Gefährdungshaftung für Unternehmen auf. Diese gilt aber nur für Schäden, die ab dem Ende der Umsetzungsfrist am 30. April 2007 eintreten oder fort dauern. Die Umsetzung im Umweltschadengesetz hat aufgrund der bestehenden strengen Sanierungsregeln keine großen Auswirkungen auf Deutschland.

Aktuell ist der Kommissionsentwurf KOM (2007) 844 endgültig für die Revision der IVU-Richtlinie (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) zu nennen.<sup>4</sup> Art. 23 Abs. 3 S.2 des Entwurfes legt eine nachträgliche Sanierungspflicht für Anlagebetreiber fest, wenn diese Boden oder Grundwasser verschmutzt haben.

Grundlegend begründete die Kommission 2002 in ihrer Mitteilung KOM (2002) 179 endgültig die Notwendigkeit einheitlicher europäischer Regelungen für den Bodenschutz. [KOM-Mitteilung Bodenschutzstrategie 2002] 2006 folgte dann ihr thematisches Strategiepapier für den Bodenschutz, KOM (2006) 231 endgültig. [KOM-Mitteilung thematische Bodenschutzstrategie 2002] Wichtigster Teil davon ist der Kommissionsentwurf KOM (2006) 232 endgültig zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für den Bodenschutz, die sog. Bodenschutzrahmenrichtlinie (BRRL-E). Dieser befindet sich im Rahmen des Mitentscheidungsverfahrens nach Art. 251 EG-Vertrag noch in der Abstimmung. Das EU-Parlament hat dem Entwurf am 13. November 2007 mehrheitlich zugestimmt. Die Zustimmung des Rates der Europäischen Union (Ministerrat) steht noch aus. Aufgrund der ablehnenden Haltung von fünf Mitgliedsstaaten (darunter auch Deutschland) ist nach derzeitigem Stand zu erwarten, dass der Rat einen „Gemeinsamen Standpunkt“ festlegt, der dann wiederum das Europäische Parlament passieren müsste. [vgl. dazu Scheil; Ludwig et al.]

Eine Pflicht zur Sanierung verunreinigter Standorte ist in § 13 des BRRL-E geregelt. Für Standorte mit potentiell Boden verschmutzenden Tätigkeiten müssen die Mitgliedsstaaten nach Art. 10 EG-BRRL-E sog. nationale Verzeichnisse verunreinigter Standorte erstellen. Nach dem Zeitplan in Art. 11 Abs. 3 EG-BRRL-E ist die Schadstoffkonzentration an diesen Standorten zu messen. Art. 12 des EG-BRRL-E schreibt vor, dass bei jedem Grundstücksverkauf entweder der Besitzer (Eigentümer) oder der Käufer einen Bodenzustandsbericht zu erstellen haben. Schließlich müssen die Mitgliedsstaaten nach Art. 14 des BRRL-E eine Sanierungsstrategie aufzustellen. Diese enthält die Sanierungsziele und deren Priorisierung, einen Zeitplan und die zur Verfügung gestellten Haushaltsmittel. [vgl. im Detail zum BRRL-E, Stein 2007]

### 6.3.2 Nationale Ebene

Auch auf nationaler Ebene ist einiges in Schwung. So steht eine Weiterentwicklung der BBodSchV bevor. Die Begriffsbestimmungen sollen erweitert werden und es soll eine Anpassung an die veränderte Vollzugspraxis vorgenommen werden. Auch die Anhänge der BBodSchV sollen gründlich überarbeitet werden. In diesem Rahmen ist eine Anpassung und Erweiterung der Maßnahme-

<sup>4</sup> Mit einer Neufassung der IVU-Richtlinie ist vor 2012 nicht zu rechnen.

und Prüfwerte in Anhang 2 zur BBodSchV zu erwarten. [vgl. zu den nationalen Entwicklungen Wendenburg, altlasten-spektrum 2008, 49 f.] Noch nicht zu erwarten ist, dass sich die Vorschläge der Expertengruppe beim BMU bzw. der UBA zur Berücksichtigung des biologischen Abbaus (natural attenuation) bei der Altlastenbearbeitung durchsetzen werden.

Die sog. Föderalismusreform I im Jahr 2006 hat die Kompetenzverteilung zwischen Bund und Ländern auch im Umweltbereich geändert. Damit wird erstmals eine bundeseinheitliche Regelung des Umweltrechts ermöglicht. Das wird auch Auswirkungen auf die Altlastenbearbeitung haben. So wird das bis Ende 2009 das UGB II – Wasserwirtschaft kommen. Es wird die Vorgaben der GW-RL umsetzen und vor allem das von der LAWA entwickelte Geringfügigkeits-schwellenkonzept rechtsverbindlich statuieren. [vgl. Wendenburg, altlasten-spektrum 2008, 49 f.] Damit werden die Voraussetzungen für die Festlegung von Schwellenwerten geschaffen, die die Grenze zwischen nicht beeinträchtigt und nachteilig verändertem Grundwasser kennzeichnen.

Weiter ist zu beachten, dass sich die Politik verstärkt der Problematik des ständig zunehmenden Flächenverbrauchs angenommen hat. Die absoluten Zuwächse an Siedlungs- und –Verkehrsflächen betragen im Jahr 2004 noch immer etwa 115 ha pro Tag. [StatBA, Pressemitteilung Nr. 532 v. 20.12.2005] Erklärtes Ziel der Bundesregierung ist die Reduzierung der Flächeninanspruchnahme auf 30 ha pro Tag. [BReg, Nachhaltigkeitsstrategie 2002, S. 99] Das wird nur mit einer konsequenten Nachnutzung insbesondere von industriellen Brachflächen zu erreichen sein.

### **6.3.3 Fazit zu den Effekten der rechtlichen und politischen Entwicklungen**

Sowohl auf europäischer als auch auf nationaler Ebene lassen die jüngsten Entwicklungen erwarten, dass der Schutz des Bodens und des Grundwassers und damit auch die Altlastenproblematik noch stärker als bisher in den Fokus der Politik und der Rechtssetzer geraten ist. Von daher lässt sich spekulieren, dass der Markt für Altlastenerkundung und -sanierung künftig auf sich verbessernde Rahmenbedingungen aufbauen kann.

Aufgrund der oben in Teil 5 dieser Studie dargelegten Ausführungen zum bereits bestehenden hohen nationalen Bodenschutzniveau in Deutschland werden die Marktauswirkungen durch die europäischen Vorschläge hierzulande eher begrenzt bleiben. So ergibt ein Blick in die §§ 2 Abs. 7, 4 Abs. 4 und 15 Abs. 2 BBodSchG, dass die Voraussetzungen des BBRL-E für die Sanierungspflicht schon vorliegen. Die pauschale Standorterfassung in den nationalen Verzeichnissen beschränkt sich zwar nicht wie die Vorschriften zum Altlastenkataster im BBodSchG auf sanierungsbedürftige Flächen. Ihre Umsetzung würde aber lediglich zu einem hohen administrativen Aufwand führen. Profitieren würden davon in erster Linie Gutachten- und AnalySELabore sowie diejenigen Firmen, die

mit der Einrichtung der Messstellen beauftragt werden. Hier sind Marktzuwächse zu erwarten, die sich aber nicht bei den innovativen Produkten und Technologien aus diesem Bereich niederschlagen werden. Eine nationale Sanierungsstrategie würde die private Verantwortlichkeit (sog. Verantwortlichkeitsprinzip oder „polluter pays principle“) überlagern und widerspräche massiv dem auch in Art. 13 Abs. 3 EG-BRRL-E zum Ausdruck kommenden Verursacherprinzip.

Auch die betriebliche Nachsorgepflicht im Kommissionsvorschlag für eine neue IVU-Richtlinie wird nicht über die entsprechende nationale Verpflichtung in § 17 Abs. 3 BImSchG hinausgehen. Hier wird es letztendlich darauf ankommen, wie diese Pflicht abgesichert wird, weil der Betreiber gerade bei Betriebseinstellungen häufig nicht in der Lage sein wird, die finanziellen Mittel für eine Sanierung aufzubringen.

Schließlich lässt sich für den Bereich der Altlastenbearbeitung konstatieren, dass die deutsche Gesetzgebung fast eine Art Vorreiterfunktion für den europäischen Gesetzgeber innehat. Von den oben in Teil 6.3.2 dieser Studie skizzierten nationalen Entwicklungen sind daher größere Auswirkungen auf den nationalen Altlastenmarkt zu erwarten. Diese Entwicklungen wurden allerdings schrittweise vollzogen. Zwei bis drei Jahrzehnte, nachdem die Altlastenproblematik ins Bewusstsein der Öffentlichkeit geraten ist, wird diese nun auch rechtlich, angestoßen durch die Einführung des BBodSchG im Jahr 1999, immer mehr aus der stiefmütterlichen Ecke des Umweltschutzes herausgeholt.

#### **6.4 Ausblick auf die Entwicklung des Altlastenbearbeitungsmarkts**

Die bisherigen Ausführungen in Teil 6 der Marktanalyse legen nahe, dass der Markt für Altlastenerkundung und -analyse in den nächsten Jahren mit einem leichten Aufschwung rechnen kann. Dafür sorgen die, wenn auch als verhalten prognostizierten Anstiege des Bruttoinlandsproduktes und der Baubranche, vor allem des Wirtschaftsbaus. Da auch die rechtlichen Rahmenbedingungen für eine Altlastensanierung, die vor allem von europäischer Ebene ausgehen, immer dichter werden, sind auch unterstützende Faktoren aus der Legislative vorhanden. Dazu kommt die immer stärker in den Blickpunkt rückende Problematik des Flächenverbrauchs und der daraus entstehenden Notwendigkeit eines Flächenrecyclings. Aufgrund der Vielzahl der Altlastenflächen und der zumindest auf gleichem Niveau verbleibenden Förderungen, sind alle Voraussetzungen dafür gegeben, dass der Altlastenerkundungs- und sanierungsmarkt auch in den nächsten Jahren zumindest auf dem bisherigen Niveau verbleibt oder aber leicht ansteigt. Alles in allem lässt sich das hier nur an geringen Marktimpulsen festmachen. Dafür sind diese beständig. Sollte die Philosophie des Flächenrecyclings politisch konsequent weiter verfolgt werden, dann könnte der hier prognostizierte Trend eines leichten Anstiegs des Altlastenbearbeitungsmarktes auch stärker ausfallen.

## 7 Thermische In-situ-Sanierungsverfahren

### 7.1 Produktvorstellung

Thermische In-situ-Sanierungsverfahren sind Technologien zur Sanierung von Altlasten im Boden und/oder Grundwasser direkt am Schadensherd. Zunächst wird thermische Energie in den Untergrund eingetragen, so dass die flüchtigen Schadstoffe in die Gasphase übergehen. Die Schadstoffe werden durch Absaugen der Bodenluft, die anschließend abgereinigt wird, ausgetragen.<sup>5</sup>

### 7.2 Marktanbieter

Das Verfahren wird auf dem Markt von Sanierungsplanern aus dem Bereich der Ingenieurbüros und den Sanierungsfirmen aus dem Bereich Baubranche. In der Baubranche sind dies eher größere Unternehmen mit eigener Umwelttechniksparte.<sup>6</sup>

### 7.3 Markteintrittsbarrieren

Als Markteintrittsbarrieren der thermischen In-situ-Sanierungsverfahren lassen sich folgende Hemmnisse ausmachen. Es fehlt an der Zusammenarbeit zwischen den maßgeblichen Akteuren (Ingenieurbüros, Verfahrensanbieter, Sanierungsfirmen, Behörden). Daneben herrscht wegen häufiger Unsicherheiten der Standortbeschreibung eine kalkulatorische Planungsunsicherheit, die das Verfahren der thermische In-situ-Sanierung stärker betreffen kann als herkömmliche Verfahren. Erschwerend kommt noch die unterschiedliche Vollzugspraxis zwischen den Behörden in Deutschland zu. Darüber hinaus fallen die Kosten einer thermischen In-situ-Sanierung aufgrund der kurzen Sanierungszeit sehr bald an und können damit bei manchen Kunden Liquiditätsprobleme aufwerfen. Schließlich gibt es nur wenige Fachleute, zumeist aus der Forschung, die das nötige Verfahrenswissen mitbringen.<sup>7</sup>

<sup>5</sup> Nähere Informationen zum Verfahren der thermischen In-situ-Sanierung sind in der Produktanalyse (Teil 1 Abschnitt 2 dieser Studie: Leistungsgegenstand) enthalten.

<sup>6</sup> Nähere Informationen zu den Anbietern der thermischen In-situ-Sanierung enthält die Produktanalyse (Teil 1 Abschnitt 3 dieser Studie: Wirtschaftliches Umfeld).

<sup>7</sup> Nähere Informationen zu den Markthemmnissen der thermischen In-situ-Sanierung finden sich in der Produktanalyse (Teil 1 Abschnitt 4 dieser Studie: Marktstellung).

## 7.4 Marktpotentialanalyse für die thermischen In-situ-Sanierungsverfahren

In diesem Abschnitt werden die Faktoren untersucht, die einen Einfluss auf die Marktposition der thermischen In-situ-Sanierungsverfahren haben.<sup>8</sup>

### 7.4.1 Konkurrenzsituation für die thermischen In-situ-Sanierungsverfahren innerhalb der Altlastensanierungsbranche einschließlich Substituierungsgefahr

Sanierungsmaßnahmen sind stets auf den speziellen Verschmutzungsfall abzustimmen. Von daher sind die Leistungen der Altlastensanierungsbranche sehr heterogen strukturiert. Eine höhere Rivalität, genauer eine höhere Anzahl der in Frage kommenden Maßnahmen, besteht bei sich überschneidenden Anwendungsfeldern. Daneben sind die einzelnen Sanierungsverfahren nicht ohne weiteres substituierbar. [Varian, S.105 ff.]<sup>9</sup>

In Deutschland werden noch verschiedene andere Verfahren zur Schadstoffreduktion eingesetzt. Den größten Anteil davon stellen die ex-situ-Maßnahmen der Umlagerungsverfahren dar, die eine Auskoffnung und Behandlung respektive Deponierung kontaminierten Bodens zum Gegenstand haben. Als In-situ-Maßnahmen sind vornehmlich die hydraulische Grundwassersanierung (Pump & Treat) und die pneumatische Bodenluftabsaugung (Kalte BLA) zu nennen.

Im Bodensanierungsbereich besteht eine Überschneidungsmöglichkeit der thermischen In-situ-Sanierung zur kalten Bodenluftabsaugung.<sup>10</sup> Im Gegensatz zu den Umlagerungsverfahren ermöglichen beide einen Einsatz in infrastrukturrell dicht besiedelten und überbauten Gebieten, die für einen Einsatz der Umlagerungsverfahren schwer zugänglich sind. Desweiteren wird der Einsatz des Umlagerungsverfahrens in tieferen Bodenschichten sehr teuer. Im Vergleich zur kalten Bodenluftabsaugung erreicht die thermische In-situ-Sanierung das Sanierungsziel jedoch schneller und auch sicherer.

Im Grundwassersanierungsbereich besteht eine Überschneidungsmöglichkeit der thermischen In-situ-Sanierung zum Pump & Treat Verfahren. Der große Vorteil der thermischen In-situ-Sanierung ist, dass hier die Schadstoffbeseitigung direkt, schnell und nachhaltig am Schadstoffherd vorgenommen wird. Beim Pump & Treat Verfahren findet nur eine Reinigung im Abstrom der Schadstofffahne statt. Dadurch ist das Pump & Treat Verfahren insgesamt zeitaufwendiger und auch teurer.

<sup>8</sup> Dies geschieht in Anlehnung an die für die innovativen Verfahren der thermischen In-situ-Sanierung relevanten Komponenten des Porterschen Marktkräfte Modells und dessen Erweiterung durch Downes.

<sup>9</sup> Bzgl. der Gütereigenschaften.

<sup>10</sup> Unterstellung einer direkt konkurrierenden Beziehung basiert auf der breiten Überschneidung der Verfahrenseigenschaften.

Einen anderen Anwendungsbereich als die thermische In-situ-Sanierung hat das relativ junge Thermo-Air-Verfahren, das als weiteres In-situ-Sanierungsverfahren zu einer größeren Marktanwendung finden könnte. Das Thermo-Air-Verfahren ist eine thermische Bodenluftabsaugung im Niedertemperaturverfahren, bei dem die natürliche Bodentemperatur von 10 bis 20 °C auf das Doppelte erhöht wird. Die Investitions- und Betriebskosten werden durch eine einfache Technik etwas geringer gehalten. Es kann eine Halbierung der Sanierungszeit von der kalten Bodenluftabsaugung erreicht werden. Allerdings ist der Schadstoffaustrag nicht so hoch wie bei der thermischen In-situ-Sanierung. In Fällen mit nicht so hohen Schadsmengen und in Fällen, bei denen eine wirtschaftliche Nachnutzung sowie der Zeitfaktor keine Rolle spielt, kann das Thermo-Air-Verfahren angewendet werden.

Damit ist eine Substitution der thermischen In-situ-Sanierung durch die oben angesprochenen Sanierungsmaßnahmen ausgeschlossen. Aufgrund des weiten Anwendungsbereiches der thermischen In-situ-Sanierung geht von ihr eher eine substituierende Wirkung auf die anderen Sanierungsverfahren als umgekehrt aus.

Ein Nachteil für die thermische In-situ-Sanierung stellen die Kosten dar. Zwar sind unter Ausblendung des Kosten-Nutzen-Verhältnisses die Gesamtkosten einer thermischen In-situ Sanierung im Vergleich zu den herkömmlichen Verfahren in der Regel nicht teurer.<sup>11</sup> Allerdings fallen die Kosten für eine thermische In-situ-Sanierung aufgrund der kurzen Sanierungszeiträume kurzfristig an und können somit Liquiditätsfragen aufwerfen.

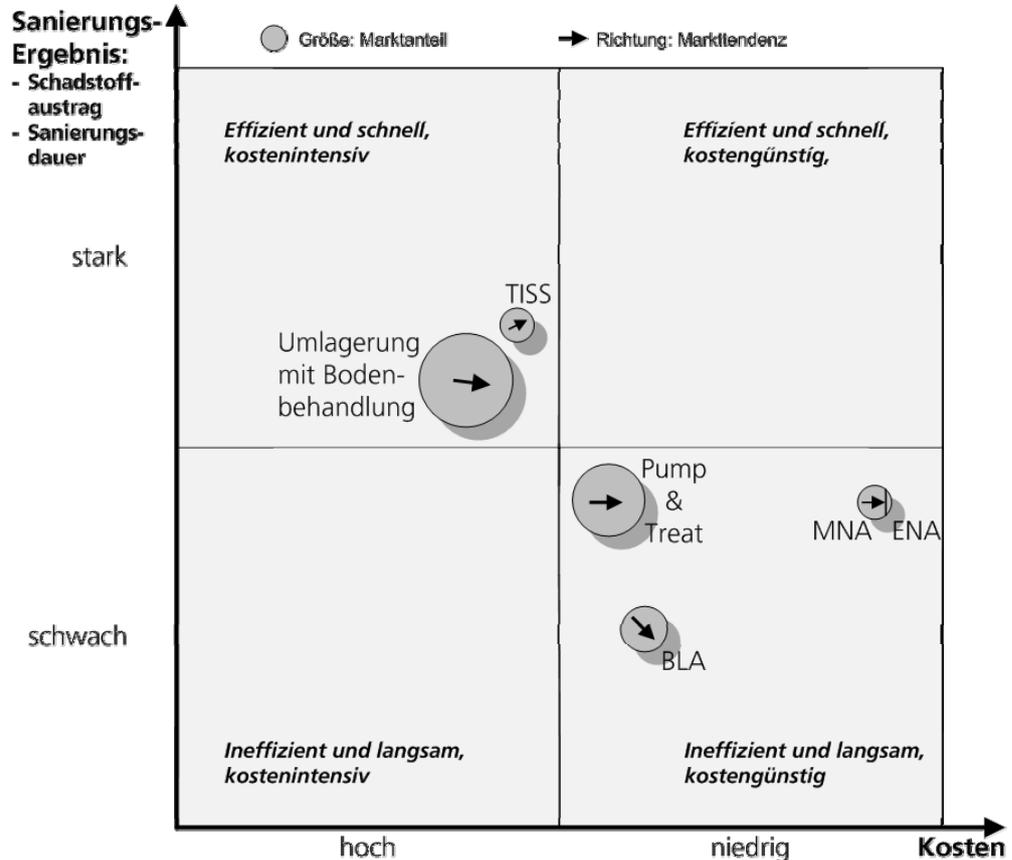
Als Wettbewerbsnachteil für die thermischen In-situ-Sanierungsverfahren gilt schließlich, dass aufgrund der geringen Anzahl umgesetzter Projekte derzeit noch nicht sinnvoll mit Pauschalpreisen (je m<sup>3</sup>). gerechnet werden kann, da zu viele projektspezifische Randbedingungen in die Kalkulation der Gesamtkosten eingehen

Folgende Grafik veranschaulicht das Marktpotential verschiedener relevanter Sanierungsverfahren:

<sup>11</sup> S. dazu Kostenvergleich in der Produktanalyse (Teil 1 Abschnitt 2 dieser Studie: Leistungsgegenstand).

**Abb. 15:**  
Einschätzung des Marktpotentials verschiedener Sanierungsverfahren nach kurzfristigen aktuellen Kriterien (Marktanteil, Markttendenz) und nach beständigeren Kriterien (Sanierungsergebnis, Kosten)  
[Fraunhofer MOEZ]

Diese Abbildung soll lediglich in sehr grober Form das eingeschätzte Marktpotential andeuten. Sie stellt nicht den Versuch dar, genaue Relationen wiederzugeben.



#### 7.4.2 Markteintritt neuer Unternehmen bzw. Technologieübernahme

Bisher wenden nur wenige Unternehmen die thermische In-situ-Sanierung auf dem kommerziellen Markt an. Die Sanierungsplanung obliegt mit der Fa. reconsite - TTI GmbH [reconsite], einer Unternehmensausgründung aus dem Forschungsbereich [Universität Stuttgart]. Bei der Umsetzung arbeitet reconsite – TTI GmbH mit Sanierungsfirmen zusammen. Auch bieten diese vereinzelt eine thermische In-situ-Sanierung als Alternative zu konventionellen Maßnahmen an.

Unternehmen aus der Sanierungsbranche, die ihre Angebotspalette auf die thermische-In-situ-Sanierung erweitern wollen, sehen sich neben einem hohen Investitionsbedarf noch weiteren Problemen gegenübergestellt. So ist das Know-how für das klassische Engineering der optimalen Anwendung im jeweiligen Einzelfall sehr hoch. Von daher ist man auf die Kooperation mit einem für das Verfahren fachkundigen Sanierungsplaner zwingend angewiesen. Eine solche Expertise weisen in Deutschland aber nur sehr wenige Fachleute auf, die hauptsächlich aus dem Forschungs- und Entwicklungsbereich kommen. Vorteil solcher Kooperationen ist es, dass sich jeder Leistungserbringer auf seine eige-

nen Stärken fokussieren kann und so ein optimales Ergebnis für den Kunden (Sanierungspflichtigen) geschaffen wird.

Individuelle Geschäftsmodelle für ein kooperatives Vorgehen bei thermischen In-situ-Sanierungen könnten die Anbieterseite weiter stärken und gegebenenfalls auch erweitern.

#### **7.4.3 Verhandlungsposition der Auftraggeber und Verhandlungsmacht verbundener Unternehmen**

Wie jede Sanierungsmaßnahme stellt die thermische In-situ-Sanierung eine individuelle Lösung dar, die auch im Preiswettbewerb mit anderen in Frage kommenden Sanierungsmaßnahmen steht. Den Anbietern der thermischen In-situ-Sanierung entstehen hohe Kosten durch notwendige Maßnahmen wie Ausbildung und Beschäftigung von Personal sowie gegebenenfalls der strategischen Unternehmerentscheidung, in Anlage- und Gerätetechnik zu investieren. Anders als bei den Anbietern herkömmlicher Technologien kann das mitunter zu einem erhöhten Kostendruck führen. Das schränkt die Verhandlungsmacht der Anbieter ein. In einer solchen Situation kann ein Auftraggeber Preiszugeständnisse durchsetzen.

#### **7.4.4 Deregulierende Komponenten**

Öffentliche Reglementarien (Umweltnormen) und Paradigmen (Umweltbewusstsein) beeinflussen ebenfalls das Marktpotential der thermischen In-situ-Sanierungsverfahren. So ist z.B. der Umgang der Vollzugsbehörden mit den Sanierungspflichten im BBodSchG zu nennen. Wenn in der Anordnungsbehörde die generelle Einstellung vorherrscht, dass eine schnelle Sanierung am Schadstoffherd per se positiv zu beurteilen ist, dann hat es die thermische In-situ-Sanierung auch leichter, Fuß zu fassen. Anders ist es, wenn von Anfang an auf das sichere Erreichen der Sanierungszielwerte abgestellt wird. Desweiteren ist das bundespolitische Ziel zu nennen, bis 2020 die Zunahme des Flächenverbrauchs auf 30 ha am Tag zu begrenzen. (s.o.). Von der hierfür notwendigen Umnutzung und Revitalisierung bereits vorhandener kontaminierter Flächen werden auch Verfahren profitieren, die einen schnellen und hohen Schadstoffaustrag sicherstellen. Die Abschnitte 5.2, 5.3 und 6.3 dieser Marktstudie haben verdeutlicht, dass hier auf nationaler und europäischer Ebene einiges in der Entwicklung ist, was die Marktchancen auch der thermischen In-situ-Sanierung erhöhen kann.

#### **7.4.5 Erschließung neuer Märkte**

Thermische In-situ-Sanierungsverfahren werden mit deutscher Beteiligung bereits heute im europäischen Ausland ausgeführt. Vereinzelt ist das Verfahren unter anderem schon in Großbritannien, Österreich, Dänemark und auch Tsche-

chien bereits gelaufen. Wenn es gelingt, diese Sanierungsmethode allein oder in Kombination mit anderen Sanierungsmethoden zur Anwendung zu bringen, eröffnet es die Chance auf eine höhere Marktverbreitung sowohl in Deutschland als auch im europäischen Ausland. Das gilt insbesondere für Rechtsentwicklungen, die die EU bereits angestoßen hat oder, die noch verwirklicht werden sollen. Zu verweisen ist in diesem Zusammenhang auf die Ausführungen in den Abschnitten 5.2, 5.3 und 6.3 dieser Marktstudie.

#### **7.4.6 Gesamtfazit zur Einschätzung des Marktpotentials der thermischen In-situ-Sanierung**

Als Sanierungsverfahren mit einem breiten und heterogenen Anwendungsbereich ist die thermische In-situ-Sanierung nur gering von einer Substituierung durch derzeit konkurrierende Technologien bedroht.

Eine breite Anwendung der thermischen In-situ-Sanierungsverfahren ist allerdings wegen des hohen Investitionsbedarfs in einem kurzen Zeitraum und der geringen Verfügbarkeit von Fachleuten mit der notwendigen technologischen Expertise gehemmt.

Der Erfolg der Positionierung am Markt hängt vor allem von den anwendenden Unternehmen und davon ab, wie sie im Falle gesteigerter Nachfrage die entstehende Kapazitätsengpässe lösen. Hierzu dürfen die entsprechenden Fachfirmen das unternehmerische Risiko für erforderliche Investitionen nicht scheuen, wenngleich eine dauerhafte Marktimplementierung der Sanierungsverfahren noch aussteht.

#### **7.5 Marktvolumen der thermischen In-situ-Sanierungsverfahren**

Neben dem potentiellen Markt für die thermischen In-situ-Sanierungsverfahren werden in diesem Abschnitt der derzeitige und der erreichbare Marktanteil erörtert.

##### **7.5.1 Potenzieller Markt für die thermische In-situ-Sanierung**

Ausgangspunkt für die Einschätzung des potentiellen Marktes für die thermische In-situ-Sanierung ist der im Abschnitt 4.4.3 dieser Marktstudie entwickelte Schätzwert von 280 Millionen Euro für Dekontaminationsmaßnahmen. Als weiteres Hilfsmittel wird die oben entwickelte Basis zur Anwendungshäufigkeit der einzelnen Sanierungsverfahren hinzugezogen (s. oben Abschnitt 4.3.2 Marktstudie). Eine vorsichtige Eingrenzung des potentiellen Marktanteils für die thermischen In-situ-Sanierungsverfahren geschieht anhand der Sanierungsverfahren, die technologisch oder anwendungsspezifisch in direkter Konkurrenz zur thermischen In-situ-Sanierung stehen. Somit ergibt sich ein kumulierter Anteil von ca. 30 Prozent, der sich aus der Bodenluftabsaugung (ca. 25 Prozent)

und der thermischen Verfahren (5 Prozent) zusammensetzt. Dazu kommen noch restriktiv geschätzte 5-10 Prozent für direkte Konkurrenzfälle anderer Maßnahmen wie insbesondere der Auskofferung. Aufgrund der restriktiven Annahmen lässt sich für die thermischen In-situ-Sanierungsverfahren ein ungefähres potenzielles Marktvolumen von etwa 100 Millionen Euro beziffern.

### **7.5.2 Tatsächlicher Marktanteil der thermischen In-situ-Sanierung**

Eine vorsichtige Einschätzung des derzeitigen kommerziellen Marktanteils für die thermischen In-situ-Sanierungsverfahren kann aufgrund der vertraulich zu behandelnden Angaben mit den maßgeblichen Unternehmen auf Anbieterseite für die Sanierungsausführung und das Sanierungsmanagement vorgenommen werden. Demnach dürfte der tatsächliche Marktanteil am oben entwickelten potentiellen Marktvolumen für die thermischen In-situ-Sanierungsverfahren in Höhe von 100 Millionen Euro nur etwa 1 bis höchstens 2 Prozent betragen.

Dieser relativ geringe Anteil erklärt sich aus der verhältnismäßigen Novität und der bisherigen geringen Etablierung der thermischen In-situ-Sanierung für die Boden- und Grundwassersanierung. Dazu kommt, dass bislang nur wenig Anbieter auf dem Markt vorhanden sind. Mit Ausnahme der zahlenmäßig wenigen Experten aus Markt und Forschung herrscht noch viel Unkenntnis über das Verfahren der thermische In-situ-Sanierung, das außerhalb dieses Expertenkreises wohl kaum jemand kalkulieren kann. Ein weiterer entscheidender Faktor ist das Anfallen der Kosten in einem kurzen Zeitraum.

### **7.5.3 Realisierbarer Marktanteil für die thermischen In-situ-Sanierungsverfahren**

Dabei bestehen gute Marktchancen für das Verfahren. Diese erklären sich aus der Anwendungsvielfalt und der kurzen Sanierungsdauer und der wirksamen Schadensherdbeseitigung. Ein Alleinstellungsmerkmal ist der Einsatz in dicht bebauten und überbauten Flächen, bei denen eine Auskofferung wirtschaftlich unattraktiv ist.

Bei einem angenommenen durchschnittlichen Projektumfang von 300.000 bis 500.000 Euro bedeutet das für das bisherige jährliche Marktvolumen von 1 bis 2 Millionen Euro eine Anzahl von 3 bis 5 durchgeführten Projekten im Jahr. Eine Vertriebs- und Vermarktungsstrategie, die die jährliche Projektanzahl um 2 oder 3 Projekte erhöht, würde zu einer Steigerung des Marktanteils der thermischen In-situ-Sanierung von bis zu 50 Prozent im Jahr führen. Bezogen auf einen Zeitraum von 5 Jahren könnte man also von einem Zuwachs auf ca. 5 Prozent des potentiellen Marktes ausgehen. Da der deutsche Altlastenmarkt nach unserer Prognose (s. oben Abschnitt 6.4 der Marktstudie) volumenmäßig leicht anwachsen wird, ist mittelfristig bei einem geschickten Vorgehen auf Anbieterseite ein Umsatz mit der thermischen In-situ-Sanierung von etwa 5 Millionen Euro zu erreichen.

Dafür muss das Verfahren mit seinen Vorteilen bei den entscheidenden Stellen in der Wirtschaft (Ingenieurbüros, Sanierungsbranche) und Verwaltung bekannter werden. Bei ungünstigen Entwicklungen kann eine solche Marktimplementierung allerdings auch deutlich verfehlt werden.

Sollte die Nachfrage nach thermischen In-situ-Sanierungsverfahren ansteigen, müssen insbesondere auch die dann entstehenden Kapazitätsengpässe auf Seiten der Anbieter und Verfahrensentwickler aus dem Forschungs- und Entwicklungsbereich adressiert werden. Das könnte das Verfahren allerdings verteuern, da eine solche Marktentwicklung auch Investitionen auf Anbieterseite verlangt, die dann erst mal abgeschrieben werden müssen.

## 7.6 Markteintrittsstrategien

Markteintrittsstrategien für die thermische In-situ-Sanierung können an mehreren Stellen ansetzen.<sup>12</sup>

Dem Problem der allgemeinen Unsicherheit über das Verfahren und den nur wenigen Fachleuten dafür kann man entgegen, indem man Kooperationsformen entwickelt. Das können zum einen Geschäftsmodelle sein, indem z.B. ein fachkundiger Sanierungsplaner mit Ingenieurbüros vor Ort zusammenarbeitet. Desweiteren kann man auch die Behörden etwas näher an das Verfahren heranholen, indem man verwaltungsrechtliche Kooperationsmodelle entwickelt. Im Rahmen eines öffentlich-rechtlichen Vertrages bzw. durch PPP-Modelle kann so das Verfahren befördert werden.

Ein weiteres Geschäftsmodell kann darin liegen, dass sich eine Sanierungsfirma die wesentlichen Anlagekomponenten anschafft, um das Verfahren in den geeigneten Anwendungsfällen auch einzusetzen.

Um der Liquiditätsproblematik der in kurzer Frist anfallenden Kosten zu begegnen, kann man bestehende Finanzierungsmöglichkeiten analysieren und bei Bedarf ein Finanzierungskonzept zu entwerfen, dass es Sanierern ermöglicht, trotz der einengenden Mindesteigenkapitalanforderungen, nach denen das Grundstück als Sicherheit ausfällt, Drittmittel für schnelle innovative Sanierungsmaßnahmen zu erhalten.

Eine weitere Implementierungsstrategie besteht darin, durch gezielte PR-Aktionen die relevanten Zielgruppen so zu informieren, dass die thermischen In-situ-Sanierungsverfahren dauerhaft ins Bewusstsein der relevanten Akteure

<sup>12</sup> Für nähere Ausführungen zu Markteintrittsstrategien sei auf Teil 3 dieser Studie (produktspezifische Umsetzungsstrategien) verwiesen sowie auf die Ergebnisse der Produktanalyse in Teil 1 Abschnitt 4.3.

geraten. Dabei ist der Kreis der relevanten Zielgruppe weiter zu sehen als der für die Verfahrensanwendung relevanten Akteure (insbes. Ingenieure, Sanierungsfirmen und Behörden). Er richtet sich auch an diejenigen, die im weiteren Umfeld der relevanten Akteure Einfluss auf diese nehmen können.

Weiter kann die Planungssicherheit des Verfahrens durch ein Dampfausbreitungsberechnungstool gesteigert werden. Insbesondere die damit zu kalkulierenden Kosten und der Sanierungsverlauf können dann zu einer weiteren Berücksichtigung des Verfahrens und damit seiner Marktverbreitung beitragen, zumal die erste Kalkulation dann ohne die wenigen Experten für das Verfahren vorgenommen werden kann.

Desweiteren kann sich auch die Durchführung weiterer Referenzobjekte als sinnvoll erweisen. Dafür muss in einem ersten Schritt ergründet werden, in welchem Anwendungsfall ein Referenzobjekt noch eine weitere Verfahrensausbreitung bewirken kann.

Auch das Formulieren von Handlungsempfehlungen für die Anwendung thermischer In-situ-Sanierungsverfahren stellt eine denkbare Maßnahme dar. Allerdings muss dieser als Leitfaden an den praktischen Erfordernissen der Verfahrensanwendung orientiert sein und in jeder Phase des Verfahrens (Untersuchung, Planung und Durchführung) Hilfestellung für die Sanierungsdurchführenden leisten.

## 8 Quellenverzeichnis der verwendeten und zitierten Literatur

### 8.1 Zu Abschnitt 2

#### [D]

[DBB 2008] Deutsche Bundesbank Eurosystem, Saisonbereinigte Wirtschaftszahlen April 2008, Statistisches Beiheft zum Monatsbericht 4, Frankfurt am Main 2008, [http://www.bundesbank.de/statistik/statistik\\_veroeffentlichungen\\_beiheft4.php](http://www.bundesbank.de/statistik/statistik_veroeffentlichungen_beiheft4.php), letzter Zugriff: 22.07.2008

#### [F]

[Feri Branchenrating 2008 – Immobilien] Feri Branchenrating Deutschland, Immobilien insgesamt, Gesamtwirtschaftliche Rahmenbedingungen, Bad Homburg 2008

#### [I]

[IMK 2008] Institut für Makroökonomie und Konjunkturforschung (IMK) in der Hans-Böckler-Stiftung, IMK: Deutsche Wirtschaft wächst 2008 um 1,8 Prozent - Konjunkturdynamik nimmt stark ab, Düsseldorf 2008, <http://www.boeckler.de/91433.html>, letzter Zugriff: 22.07.08

[Innovationsreport 2008] Innovationsreport: RWI Essen erhöht BIP-Prognose für 2008 und senkt sie für 2009, [http://www.innovationsreport.de/html/berichte/wirtschaft\\_finanzen/bericht-112166.html](http://www.innovationsreport.de/html/berichte/wirtschaft_finanzen/bericht-112166.html), letzter Zugriff: 22.07.2008

#### [IFO 2008]

IFO Konjunkturprognose 2008: Konjunktur verliert an Fahrt, ifo Institut für Wirtschaftsforschung e.V., München, 2008, [http://www.cesifo-group.de/portal/page/portal/ifoHome/a-winfo/d2kprog/10kprogifo/kprogifo?item\\_link=kprog-inhalt-20071213.htm](http://www.cesifo-group.de/portal/page/portal/ifoHome/a-winfo/d2kprog/10kprogifo/kprogifo?item_link=kprog-inhalt-20071213.htm), letzter Zugriff: 22.07.2008

#### [R]

[RWI 2008] RWI: Konjunkturberichte, Die wirtschaftliche Entwicklung im Ausland und Inland 2007/08, Jahrgang 59 (2008) Heft 1- Vorab Exemplar für die Presse, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Essen, <http://www.rwi-essen.de/>, letzter Zugriff: 22.07.08

#### [S]

[StatBA-PM 2008] Statistisches Bundesamt, Pressemitteilung Nr. 181 vom 15.05.2008, "Schnellmeldung zur Wirtschaftsleistung im 1. Quartal 2008", [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2008/05/PD08\\_181\\_811.psm](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2008/05/PD08_181_811.psm), letzter Zugriff: 22.07.08.

#### [StatBA-PK 2008]

Statistisches Bundesamt, Pressekonferenz „Bruttoinlandsprodukt 2007 für Deutschland“ am 15. Januar 2008, [http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2008/Bruttoinlandsprodukt/Statement\\_Radermacher\\_PDF.property=file.pdf](http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pk/2008/Bruttoinlandsprodukt/Statement_Radermacher_PDF.property=file.pdf), letzter Zugriff: 22.07.08

## 8.2 Zu Abschnitt 3

### [B]

[Burda] Burda, Wyplosz, Makroökonomik, 1. Auflage, Berlin, 1994, Kritik des Ricardianischen Äquivalenztheorems und Antizipation einer Steuererhöhung

### [I]

[IMK 2006] Institut für Makroökonomie und Konjunkturforschung in der Hans-Böckler-Stiftung, Perspektiven gerechter, ökonomisch und ökologisch rationaler Steuerpolitik, Düsseldorf, 2006 [http://www.boeckler.de/62170\\_62201.html](http://www.boeckler.de/62170_62201.html) (prozyklische), Zugriff: 22.07.08

### [N]

Neubäumer Neubäumer/Hewel, Volkswirtschaftslehre - Grundlagen der Volkswirtschaftslehre, Konjunktur und Wachstum, S.392, 3. Auflage, Frankfurt am Main 2004,

### [S]

[Sachverständigenrat 2003] Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Finanzpolitik der Europäischen Währungsunion – Auszug 2003/2004, Konjunkturtauglichkeit des Budgets, Wiesbaden 2003, [www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/download/ziffer/z789\\_821j03.pdf](http://www.sachverstaendigenrat-wirtschaft.de/download/ziffer/z789_821j03.pdf), letzter Zugriff: 22.07.08 ()

[StatBA, Datenreport 2006]

Statistisches Bundesamt und die Bundeszentrale für politische Bildung, Datenreport 2006 – Zahlen und Fakten über die Bundesrepublik Deutschland, Auszug Teil 1, 19 Umwelt, Wiesbaden, 2007, <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur.vollanzeige.csp&ID=1018705>, letzter Zugriff: 22.07.08

[StatBA, Jahrbuch 2007]

Statistisches Bundesamt, Statistisches Jahrbuch 2007 für die Bundesrepublik, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2008, <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Querschnittsveroeffentlichungen/StatistischesJahrbuch/Jahrbuch2007Download.templateId=renderPrint.psm1>, Zugriff: 22.07.08

[StatBA, Umweltschutzaufwendungen, Jahre 2001 - 2004]

Statistisches Bundesamt, Umwelt, Laufende Aufwendungen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe, Fachserie 19 / Reihe 3.2 2001, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2003 - 2006, <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur.AeltereTitel.csp&ID=1018577>, letzter Zugriff: 22.07.08

[StatBA, Umweltschutzinvestitionen, Jahre 2002-2005]

Statistisches Bundesamt, Umwelt, Investitionen für den Umweltschutz im Produzierenden Gewerbe, Fachserie 19 / Reihe 3.1 2002, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2004 - 2007, <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur.vollanzeige.csp&ID=1020512>, letzter Zugriff: 22.07.08

[StatBA, Umweltschutzumsätze, Jahre 2001-2005]

Statistisches Bundesamt, Umwelt, Umsatz mit Waren, Bau- und Dienstleistungen, die ausschließlich dem Umweltschutz dienen, Fachserie 19 / Reihe 3.3 2001, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2003 – 2007, <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur.vollanzeige.csp&ID=1020359>, letzter Zugriff: 22.07.08

### [W]

[Wöhe]

Wöhe, Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre, 19. Auflage,

München 1996

## 8.3 Zu Abschnitt 4

### [A]

[AAV NRW, Altlastensanierung 2004] Altlastensanierungs- und Altlastenaufbereitungsverband Nordrhein-Westfalen, Altlastensanierung in Nordrhein-Westfalen, [http://www.aav-nrw.de/aav/dokumente/publikationen/altlasten\\_in\\_nrw\\_t1.pdf](http://www.aav-nrw.de/aav/dokumente/publikationen/altlasten_in_nrw_t1.pdf), letzter Zugriff: 22.07.2008

### [B]

[BayLfU 2006, Altstandortsanierung und Flächenrecycling in Bayern] Bayerisches Landesamt für Umwelt, Altstandortsanierung und Flächenrecycling in Bayern, – Daten, Zahlen, Fakten –, Augsburg 2006, [http://www.lfu.bayern.de/boden/fachinformationen/flaechenrecycling/praxisratgeber\\_flaechenrecycling/doc/sanierungsbroschuere.pdf](http://www.lfu.bayern.de/boden/fachinformationen/flaechenrecycling/praxisratgeber_flaechenrecycling/doc/sanierungsbroschuere.pdf), letzter Zugriff: 22.07.2008

[BayLfU, Beispielgrafik] Bayerisches Landesamt für Umwelt, Kataster nach Art. 3 BayBodSchG ("Altlastenkataster"), Beispielgrafik: Altlasten und Altlastverdachtsflächen in Bayern, <http://www.lfu.bayern.de/boden/daten/altlastenkataster/index.htm>, letzter Zugriff: 22.07.2008

[BayStaMWi, EfreProg] Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, Operationelles Programm des EFRE im Ziel „Regionale Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung“, Bayern 2007-2013, [http://www.stmwivt.bayern.de/EFRE/Downloads/Wettbewerbsfaehigkeit\\_Beschaeftigung/RWB\\_Operationelles\\_Programm.pdf](http://www.stmwivt.bayern.de/EFRE/Downloads/Wettbewerbsfaehigkeit_Beschaeftigung/RWB_Operationelles_Programm.pdf), letzter Zugriff: 22.07.2008

[BayStatLA, Umweltschutzumsätze, Jahre 2001-2005] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, Statistische Berichte, Waren und Dienstleistungen für den Umweltschutz, Kennziffer Q III 2 j, Jahre 2001-2005, erschienen in München 2003-2007.

[BerlinSenat –Freistellung] Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz: Freistellungsverfahren, <http://www.berlin.de/sen/umwelt/bodenschutz/de/nachsorge/freistellungsverfahren.shtml>, letzter Zugriff: 22.07.2008

[BerlinSenat- UEP II] Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz: Umweltentlastungsprogramm Berlin, Umweltentlastungsprogramm Berlin (UEP II), <http://www.uep2-berlin.de/downloads.html>, letzter Zugriff: 22.07.2008

[BMWi-Förderdatenbank] Bundesministerium für Wirtschaft, Förderdatenbank, <http://www.foerderdatenbank.de/Foerder-DB/Navigation/root.html>, Zugriff: 22.07.2008

[BMWi, PM 2008] Bundesministerium für Wirtschaft, Pressemitteilung vom 8.8.2007; <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Presse/pressemitteilungen.did=213586.html>, letzter Zugriff: 22.07.2008

[BReg, Bodenschutzbericht 2002] Bundesregierung, Bodenschutzbericht der Bundesregierung für die 14- Legislaturperiode 2002, <http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/bodenschutzbericht2002.pdf>, letzter Zugriff: 22.07.2008

[Breg, Nachhaltigkeitsstrategie 2002] Bundesregierung, Perspektiven für Deutschland, Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung 2002, [http://www.bmvbs.de/Anlage/original\\_963533/Nationale-Nachhaltigkeitsstrategie.pdf2002](http://www.bmvbs.de/Anlage/original_963533/Nationale-Nachhaltigkeitsstrategie.pdf2002), letzter Zugriff: 22.07.2008

[BW Umweltplan 2007] Veröffentlichung Umweltministerium Baden- Württemberg: „Umweltplan Baden-Württemberg Fortschreibung 2007 - beschlossen vom Ministerrat am

17. Dezember 2007 – „ <http://www.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/36071/>  
Zugriff: 22.07.2008

## [D]

- [DHM] DHM, Ökologie und Ökonomie, Deutsches Historisches Museum, <http://www.dhm.de/lemo/html/teilung/NeueHerausforderungen/OekologieUndOekonomie/index.html>, letzter Zugriff: 22.07.08
- [DSV, BranchenReport Hoch- und Tiefbau 2007] Deutscher Sparkassen- und Giroverband e.V., BranchenReport Hoch- und Tiefbau, WZ-Code 45.2, erschienen im Deutschen Sparkassen Verlag, Stuttgart 2007
- [DSV, BranchenReport Ingenieure 2007] Deutscher Sparkassen- und Giroverband e.V., BranchenReport Architektur- und Ingenieurbüros, WZ-Code 74.2, erschienen im Deutschen Sparkassen Verlag, Stuttgart 2007

## [F]

- [Feri-74.3] Feri-Rating- „Technische Untersuchung, WZ 2003 Nr.: 74.3“, 1. Quartal 2008

## [G]

- [GAA- Unternehmen/Struktur] GAA-Gesellschaft für Abfallwirtschaft und Altlasten M-V mbH, Unternehmen/Struktur, <http://www.gaa-mv.de/unternehmen/>, letzter Zugriff: 22.07.2008

## [H]

- [Hamburg, Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt] Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Boden und Altlasten, <http://fhh.hamburg.de/stadt/Aktuell/behoerden/stadtentwicklung-umwelt/umwelt/boden/altlastensanierung/start.html>, letzter Zugriff: 22.07.2008
- [HLUG, Altlasten 2007] Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Altlasten Zahlen und Fakten 2007
- [HStatLA, Umweltschutzumsätze, Jahre 2001-2005] Hessisches Statistisches Landesamt, Statistische Berichte, Waren und Dienstleistungen für den Umweltschutz, Kennziffer Q III, Jahre 2001 -2005, Wiesbaden 2003-2007

## [I]

- [ILB- Konversion] Investitionsbank des Landes Brandenburg, Infrastruktur – Konversion, [http://www.ilb.de/rd/programme/298\\_301.php?PHPSESSID=lsrtin41t77v](http://www.ilb.de/rd/programme/298_301.php?PHPSESSID=lsrtin41t77v), Zugriff: 22.07.2008

## [L]

- [LABO 2007] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz, Bericht des ALA über „Bundesweite Kennzahlen zur Altlastenstatistik“ vom 06.09, [www.labo-deutschland.de/pdf/ALA\\_Kennzahlen\\_Altlastenstatistik\\_06092007.pdf](http://www.labo-deutschland.de/pdf/ALA_Kennzahlen_Altlastenstatistik_06092007.pdf), letzter Zugriff: 22.07.2008
- [Lfa Förderbank Bayern, Merkblatt Ökokredit, S.1 ff.] Lfa Förderbank Bayern, Merkblatt Ökokredit, München, 07.02.2008 [http://www.lfa.de/website/downloads/produktinfo/speziell/merkblatt\\_oekokredit.pdf](http://www.lfa.de/website/downloads/produktinfo/speziell/merkblatt_oekokredit.pdf), Zugriff: 22.07.2008
- [LfUG Sachsen, Altlastenstatistik 2004] Landesamt für Umwelt und Geologie, Altlastenstatistik 2004, Dresden 2007, [http://www.landwirtschaft.sachsen.de/ff/publikationen/jsp/inhalt.jsp?seite=detail&pub\\_id=3584&count=10&navi=88&sort=ERSCH\\_JAHR&anz=alle&sqla=&sqlb=&von=&suche=F](http://www.landwirtschaft.sachsen.de/ff/publikationen/jsp/inhalt.jsp?seite=detail&pub_id=3584&count=10&navi=88&sort=ERSCH_JAHR&anz=alle&sqla=&sqlb=&von=&suche=F), letzter Zugriff: 22.07.08
- [LfUG Sachsen, Altlastenstatistik 2001] Landesamt für Umwelt und Geologie, Altlasten – Aktuell Nr.9 Informationen zur Altlastenbehandlung in Sachsen, Dresden 2001, <http://www.umwelt.sachsen.de/lfug/salfaweb/salfaweb-nt/berichte.htm>, letzter Zugriff: 22.07.08

- [LUA Saar] Landesumweltamt Saarland, <http://www.lua.saarland.de/11445.htm>, letzter Zugriff: 22.07.2008
- LUA NRW-Leistungsbuch Altlasten 2004/05 Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Materialien zur Altlastensanierung und zum Bodenschutz, Band 20, Leistungsbuch Altlasten und Flächenentwicklung 2004/2005, Essen, 2005  
<http://www.lanuv.nrw.de/veroeffentlichungen/malbo/malbo20/malbo20start.htm>, letzter Zugriff: 22.07.08
- [LUBW, XfaWeb] Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg, Förderung kommunaler Altlasten aus dem Altlastenfonds für die Jahre 1988 bis 2005, <http://www.xfaweb.baden-wuerttemberg.de/alfaweb/>, letzter Zugriff: 22.07.2008
- [M]**
- [MLUV BB 2006, Umweltdaten] Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz Brandenburg, Umweltdaten aus Brandenburg Bericht 2006  
<http://www.mluv.brandenburg.de/cms/media.php/2320/udat06kf.pdf>, Zugriff: 22.07.2008
- [MSI 2002] MSI Marketing Research for Industry Ltd., MSI Data Report, Altlastenerkundung und -sanierung: Deutschland, Frankfurt am Main 2002
- [MUFV RLP, Altlastenförderung] Rheinland-Pfälzisches Ministerium für Umwelt und Forsten, Förderung abfallwirtschaftlicher Maßnahmen und der Sanierung von Altlasten (Fördergrundsätze - Abfall und Altlasten),  
[http://www.mufv.rlp.de/fileadmin/img/inhalte/abfall/Foerdergrundsaeetze\\_Abfall\\_und\\_Altlasten.pdf](http://www.mufv.rlp.de/fileadmin/img/inhalte/abfall/Foerdergrundsaeetze_Abfall_und_Altlasten.pdf), letzter Zugriff: 22.07.2008
- [N]**
- [NRW, LaReg-PM 2008] Landesregierung NRW, Pressemitteilung vom 19.03.08,  
[http://www.nrw.de/PresseService/meldungen/03\\_2008/080319MUNLV.php](http://www.nrw.de/PresseService/meldungen/03_2008/080319MUNLV.php), letzter Zugriff: 22.07.2008
- [NRW StatLA, Umweltschutzumsätze, Jahre 2001-2005] Landesamt für Datenverarbeitung und Statistik Nordrhein-Westfalen, Waren und Dienstleistungen für den Umweltschutz in Nordrhein-Westfalen, Kennziffer Q III, Jahre 2001- 2005, Düsseldorf 2003 -2007
- [NSA-FinanzMin, Subventionen] Niedersächsisches Finanzministerium, Subventionen und Zuwendungen des Landes Niedersachsen 2007 – 2011,  
[http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C1758059\\_L20.pdf](http://cdl.niedersachsen.de/blob/images/C1758059_L20.pdf), letzter Zugriff: 22.07.2008
- [NSA StatLA-PM 2006] Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationsbetrieb Niedersachsen, Pressemitteilung Nummer 53/06,  
<http://www.nls.niedersachsen.de/Presse/2006/5306.html>, letzter Zugriff: 22.07.2008
- [NSA StatLA Umweltschutzumsätze 2001-2005] Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie, Niedersachsen, Statistische Berichte, Waren und Dienstleistungen für den Umweltschutz, Kennziffer Q III, Jahr 2001 -2005
- [S]**
- [StatBA, Abfallstatistik 2005] Statistisches Bundesamt, Umwelt, Abfallentsorgung, 2005, Fachserie 19 Reihe 1, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2007 <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur.vollanzeige.csp&ID=1020622>, letzter Zugriff: 22.07.08
- [StatBA, Umweltschutzumsätze 2005] Statistisches Bundesamt, Umwelt, Umsatz mit Waren, Bau- und Dienstleistungen, die ausschließlich dem Umweltschutz dienen, Fachserie 19 / Reihe 3.3 2005, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2007 <https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur.vollanzeige.csp&ID=1020359>, letzter Zugriff: 22.07.08

[StatLA MV, Umwelt- schutzumsätze 2001- 2004]	Statistisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern, Waren und Dienstleistungen für den Umweltschutz in Mecklenburg-Vorpommern, Kennziffer QIII, Jahr 2001 – 2004
[StatLa RLP, Umwelt- schutzumsätze 2001-2005]	Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, Waren und Dienstleistungen für den Umweltschutz, Kennziffer QIII, Jahr 2001 – 2005
[StatLa SAH, Umwelt- schutzumsätze 2001-2005]	Statistisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Waren und Dienstleistungen für den Umweltschutz, Kennziffer QIII, Jahr 2001 – 2005
[StatLA Thür, Umwelt- schutzumsätze 2001- 2005]	Thüringer Landesamt für Statistik, Waren und Dienstleistungen für den Umweltschutz, Kennziffer QIII, Jahr 2001 – 2005
<b>[T]</b>	
[TerraTec-Studie 2004]	Franke, Thomas (CDM Jessberger) „Flächenrecycling als Wirtschaftsfaktor in den neuen Bundesländern, Marktsituation ökologische Großprojekte“, Studie im Auftrag der Messe Leipzig, Leipzig 2004
<b>[U]</b>	
UBA-Freistellung	UBA, Freistellung nach dem Umweltrahmengesetz, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, <a href="http://www.umweltbundesamt.de/boden-und-altlasten/altlast/web1/berichte/finanz/finanz16.htm">http://www.umweltbundesamt.de/boden-und-altlasten/altlast/web1/berichte/finanz/finanz16.htm</a> , Zugriff: 22.07.08

## 8.4 Zu Abschnitt 5

<b>[A]</b>	
[LUBW, AlfaWeb BW]	Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg, <a href="http://www.xfaweb.baden-wuerttemberg.de/alfaweb/">http://www.xfaweb.baden-wuerttemberg.de/alfaweb/</a> , letzter Zugriff: 22.07.2008
<b>[B]</b>	
[Brandt, Edmund et al.]	Brandt, Edmund / Sanden, Joachim Haftung: Neue Störer bei schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten, Bodenschutz 4/1999, S. 136 ff.
<b>[G]</b>	
[Ginzky, Harald]	Materiellrechtliche Anforderungen an die Boden- und Grundwassersanierung, NuR 2008, S. 243
[Großmann, J et al.]	Großmann, J / Meiners, G./ Steiner, N./ Track, T./ Willand, A.: Die neue EG-Grundwasserrichtlinie (GWRL) – Eine erste Auswertung des Arbeitskreises Wasserrahmenrichtlinie, altlasten-spektrum 1/2007, S. 30 ff.
<b>[H]</b>	
[Hilger, Bernd]	in Holzwarth/Radtke/Hilger, Bundes-Bodenschutzgesetz / Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung, Handkommentar, 2. Aufl. Berlin 2000
<b>[F]</b>	
[Frenz, Walter]	Bundes-Bodenschutzgesetz, Kommentar, München 2000
<b>[L]</b>	
[LAWA 1994]	Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden 1994, kann in der LAWA-Geschäftsstelle angefordert werden, s. <a href="http://www.lawa.de/pub/thema/grundw.html">http://www.lawa.de/pub/thema/grundw.html</a>

- [LAWA 2004] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser, Düsseldorf, Dezember 2004, <http://www.lawa.de/pub/kostenlos/gw/GFS-Bericht-DE.pdf>, letzter Zugriff: 22.07.2008
- [LAWA, 114. Sitzung 2000] Protokoll der 114. LAWA-Sitzung vom 17./18. Februar 2000, zit. n. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Jahresbericht 2004, Düsseldorf 2005, S. 18, [http://www.lawa.de/pub/kostenlos/jb/Jahresbericht\\_2004\\_050518.pdf](http://www.lawa.de/pub/kostenlos/jb/Jahresbericht_2004_050518.pdf), letzter Zugriff: 22.07.2008
- [U]**
- [UBA, WRRL-Bestandsaufnahme 2004] Umweltbundesamt/Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Die Wasserrahmenrichtlinie – Ergebnisse der Bestandsaufnahme 2004 in Deutschland, Berlin 2005, <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3043.pdf>, letzter Zugriff: 22.07.2008
- [R]**
- [Rechenberg, Jörg] Die schwere Geburt einer Tochter: Entstehung und Folgen der EG-Grundwasser-Tochterraichtlinie, ZUR 2007, S. 235 ff.
- [T]**
- [Theuer, Andreas] Sanierungsverantwortlichkeit des Gesamtrechtsnachfolgers nach dem BBodSchG am Beispiel der Spaltung von Unternehmen, DB 1999, S. 621 ff.
- [W]**
- [Willand, Achim et al.] Willand, Achim / Großmann, Jochen: Ermessenskriterien für die Entscheidung über die Sanierung von altlastenbedingten Grundwasserschäden, altlastenspektrum 6/2002, S. 277 ff.

## 8.5 Zu Abschnitt 6

- [B]**
- [BReg, Nachhaltigkeitsstrategie 2002] Bundesregierung, Perspektiven für Deutschland, Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung 2002, [http://www.bmvbs.de/Anlage/original\\_963533/Nationale-Nachhaltigkeitsstrategie.pdf2002](http://www.bmvbs.de/Anlage/original_963533/Nationale-Nachhaltigkeitsstrategie.pdf2002), letzter Zugriff: 22.07.2008
- [D]**
- [DSV, BranchenReport Hoch- und Tiefbau 2007] Deutscher Sparkassen- und Giroverband e.V., BranchenReport Hoch- und Tiefbau, WZ-Code 45.2, erschienen im Deutschen Sparkassen Verlag, Stuttgart 2007
- [F]**
- [Feri Branchenrating 2008 –Bau] Feri Branchenrating Deutschland, Baugewerbe, Lage in Zahlen, Bod Homburg, 2008
- [Feri 2008 -Immobilien Dossiers der Bundesländer9] Feri Immobilien Bundesländerübersicht, Prognose der Baugrundstückspreisentwicklung, Bod Homburg, 2008
- [I]**
- [IFO 2008] IFO Konjunkturprognose 2008: Konjunktur verliert an Fahrt,

- [http://www.cesifo-group.de/portal/page/portal/ifoHome/a-wininfo/d2kprog/10kprogifo/kprogifo?item\\_link=kprog-inhalt-20071213.htm](http://www.cesifo-group.de/portal/page/portal/ifoHome/a-wininfo/d2kprog/10kprogifo/kprogifo?item_link=kprog-inhalt-20071213.htm), ifo Institut für Wirtschaftsforschung e.V., München, 2008, Zugriff: 22.07.08
- [IKB 2003] IKB Report, Flächenkonversion – ein wichtiger Beitrag zur Sicherung des langfristigen Siedlungsflächenbedarfs, Deutsche Industriebank AG, Düsseldorf, 2003
- [IDW 2008] Informationsdienst Wissenschaft, Pressemitteilung, RWI Essen: Deutsche Konjunktur derzeit im Zwischentief, Informationsdienst Wissenschaft e.V. Universität Bayreuth, Bayreuth, 2008 <http://idw-online.de/pages/de/news251554>, Zugriff: 22.07.08
- [K]**
- [KOM-Mitteilung Bodenschutzstrategie 2002] EU-Kommission, Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Wirtschafts- und Sozialausschuss sowie an den Rat der Regionen, Hin zu einer spezifischen Bodenschutzstrategie, KOM (2002) 179 endgültig, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2002:0179:FIN:DE:PDF>, letzter Zugriff: 22.07.2008
- [KOM-Mitteilung thematische Bodenschutzstrategie 2002] EU-Kommission, Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Wirtschafts- und Sozialausschuss sowie an den Ausschuss der Regionen, Thematische Strategie für den Bodenschutz, KOM (2006), 231 endgültig, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0231:FIN:DE:PDF>, letzter Zugriff: 22.07.2008
- [BRRL-E] EU-Kommission, Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für den Bodenschutz und zur Änderung der Richtlinie 2004/35/EG, KOM (2006), 232 endgültig, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0232:FIN:DE:PDF>, letzter Zugriff: 22.07.2008
- [RWI 2008] RWI: Konjunkturberichte, Die wirtschaftliche Entwicklung im Ausland und Inland 2007/08, Jahrgang 59 (2008) Heft 1- Vorab Exemplar für die Presse, Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung, Essen, <http://www.rwi-essen.de/> Zugriff: 22.07.08
- [L]**
- [Ludwig, Rasso et al.] Ludwig, Rasso / Petersen, Malte: Aktuelle Fragen und Entwicklungen des europäischen Bodenschutzrechts, NuR 2007, S. 439 ff.
- [S]**
- [Scheil, Susanne] Zweiter Entwurf zur europäischen Bodenschutzstrategie – Chance für ein hohes Schutzniveau zulasten der Subsidiarität, NuR 2007, S. 176 ff.]
- [Schmoll] Schmoll, Basiswissen Immobilienwirtschaft, 1. Auflage, Berlin, 2005, Grundeigentumsverlag (S. 1177 VWL, S. 1163 Repro, S.353 u. 459 ff.
- StatBA-Baugenehmigung Statistisches Bundesamt, Baugenehmigungen/Baufertigstellungen, Lange Reihen, 2006, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2007, [https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur\\_vollanzeige.csp&ID=1022428](https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur_vollanzeige.csp&ID=1022428) , Zugriff: 22.07.08

StatBA-Baugewerbe	Statistisches Bundesamt, Produzierendes Gewerbe, Beschäftigte und Umsatz der Betriebe im Baugewerbe, Lange Reihen, 2007, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2008, <a href="https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur_vollanzeige.csp&amp;ID=1021836">https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur_vollanzeige.csp&amp;ID=1021836</a> , Zugriff: 22.07.08
[StatBA-Datenreport 2006]	Statistisches Bundesamt und die Bundeszentrale für politische Bildung, Datenreport 2006 – Zahlen und Fakten über die Bundesrepublik Deutschland, Auszug Teil 1, 19 Umwelt, Wiesbaden, 2007, <a href="https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur_vollanzeige.csp&amp;ID=1018705">https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur_vollanzeige.csp&amp;ID=1018705</a> , Zugriff: 22.07.08 (bei 6.3.2)
[StatBA- Pressemitteilung 2005]	Statistisches Bundesamt, Pressemitteilung Nr. 532 v. 20.12.2005, <a href="http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2005/12/PD05_532_33,templateId=renderPrint.psm">http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Presse/pm/2005/12/PD05_532_33,templateId=renderPrint.psm</a> , letzter Zugriff: 22.07.2008
[Stein 2007]	Stein, Verena: Die Bodenschutzrahmenrichtlinie und die Auswirkungen auf das deutsche Recht, Münster 2007

## 8.6 Zu Abschnitt 7

<b>[D]</b>	
[Downes]	Larry Downes: Beyond Porter. In Context Magazine. <a href="http://www.contextmag.com/setFrameRedirect.asp?src=/archives/199712/technosynthesis.asp">http://www.contextmag.com/setFrameRedirect.asp?src=/archives/199712/technosynthesis.asp</a> , Zugriff: 22.07.08
<b>[P]</b>	
[Porter]	Porter, Competition and Strategy, Harvard Business School Press 1991
<b>[R]</b>	
[reconsite]	Reconsite – TTI GmbH <a href="https://www.reconsite.com">https://www.reconsite.com</a> , letzter Zugriff: 22.07.08
<b>[S]</b>	
[StatBA, Umweltschutzumsätze 2005]	Statistisches Bundesamt, Umwelt, Umsatz mit Waren, Bau- und Dienstleistungen, die ausschließlich dem Umweltschutz dienen, Fachserie 19 / Reihe 3.3 2005, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2007 <a href="https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur_vollanzeige.csp&amp;ID=1020359">https://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/bpm.html.cms.cBroker.cls?cmspath=struktur_vollanzeige.csp&amp;ID=1020359</a> , letzter Zugriff: 22.07.08
<b>[U]</b>	
[Universität Stuttgart]	Universität Stuttgart, Alumni Unternehmen, <a href="http://www.uni-stuttgart.de/alumni/careerservice/tti_unternehmen.php?id=112">http://www.uni-stuttgart.de/alumni/careerservice/tti_unternehmen.php?id=112</a> , letzter Zugriff: 22.07.08
<b>[V]</b>	
[Varian]	Varian, Grundzüge der Mikroökonomie, 4. Auflage, 1999, München S. 105 ff.
<b>[W]</b>	
[Wendenburg, Helge]	Neue Normen für den Bodenschutz, altlasten-spektrum 2/2008, 49 f.