

Der Rat von Sachverständigen
für Umweltfragen

ABFALLWIRTSCHAFT

Sondergutachten
September 1990

DEUTSCHES INSTITUT FÜR RECHTSANWANDT
Straße des 17. Juni 110 1000 Berlin 12

91/4/37

METZLER-POESCHEL STUTTGART

Inhaltsverzeichnis

	Seite		Seite
1	16	2 2 3 6	48
2	21	2 2 3 6 1	48
2 1	21	2 2 3 6 2	49
2 1 1	21	2 2 3 6 3	49
2 1 1 1	21	2 2 3 6 4	50
2 1 1 2	22	2 2 4	52
2 1 1 3	23	2 2 5	53
2 1 2	28	2 2 6	54
2 1 3	31	2 2 6 1	54
2 1 4	33	2 2 6 2	55
2 1 5	35	2 2 6 3	56
2 1 6	38	2 2 6 4	57
2 2	39	2 2 6 5	58
2 2 1	39	2 2 6 5 1	58
2 2 2	42	2 2 6 5 2	59
2 2 3	43	2 2 7	60
2 2 3 1	43	2 2 7 1	61
2 2 3 2	43	2 2 7 1 1	61
2 2 3 3	44	2 2 7 1 2	63
2 2 3 3 1	44	2 2 7 1 3	64
2 2 3 3 2	44	2 2 7 2	65
2 2 3 3 3	45	2 2 7 2 1	65
2 2 3 3 4	45		
2 2 3 3 5	46		
2 2 3 4	46		
2 2 3 5	47		

	Seite		Seite	
2 2 7 2 2	Rangbestimmung im Verhältnis zwischen Vermeidung Verwertung und Beseitigung von Reststoffen	66	2 3 3 1 3 1 Immissionsschutzrechtliche Anforderungen	96
2 2 7 2 3	Vergleichende Risikobewertung von Vermeidung Verwertung und Beseitigung	69	2 3 3 1 3 2 Wasserrechtliche Anforderungen	97
2 2 8	Zusammenfassung der Empfehlungen	71	2 3 3 1 3 3 Abfallrechtliche Anforderungen	98
2 3	Abfallbeseitigungsplanung und Zulassung der Beseitigungsanlagen	73	2 3 3 2 Abfallrechtliches Genehmigungsverfahren	99
2 3 1	Planung der Abfallbeseitigung	73	2 3 3 3 Verfahrensbeschleunigende Maßnahmen	99
2 3 1 1	Inhalt der Abfallbeseitigungspläne	73	2 3 4 Akzeptanz	101
2 3 1 2	Aufstellung der Abfallbeseitigungspläne	74	2 3 4 1 Situationsbeschreibung	101
2 3 1 3	Rechtswirkungen	75	2 3 4 2 Mögliche Einflußgrößen	104
2 3 1 4	Verhältnis der Abfallplanung zur Raumordnung und Landesplanung	76	2 3 4 3 Verknüpfung von Abfallbeseitigungsplanung und Zulassung der einzelnen Anlage	106
2 3 1 5	Verhältnis der Abfallplanung zur Bauleitplanung	77	2 3 5 Zusammenfassung der Empfehlungen	108
2 3 2	Probleme der gegenwertigen Abfallbeseitigungsplanung	77	2 4 Ökonomische Aspekte der Abfallwirtschaft	110
2 3 2 1	Stand der Planung	77	2 4 1 Ökonomische Betrachtung des Abfalls	110
2 3 2 1 1	Vorhandener und sich abzeichnen der Bestand an Beseitigungsplänen	77	2 4 1 1 Wirtschaftsprozesse und externe Effekte	110
2 3 2 1 2	Inhalt der Beseitigungspläne	84	2 4 1 2 Betriebliche Kuppelproduktion und Abfallentstehung	111
2 3 2 1 3	Verbindlichkeit	87	2 4 1 3 Konsum und Abfallentstehung	113
2 3 2 1 4	Informelle raumübergreifende Planungsinstrumente	87	2 4 2 Organisatorische Aspekte des Zusammenwirkens von öffentlichem und privatem Sektor	113
2 3 2 2	Der Planungsprozeß	88	2 4 3 Abfallvermeidung verwertung und beseitigung in ökonomischer Sicht	116
2 3 2 2 1	Methodik der Standortwahl	88	2 4 3 1 Abfallvermeidung	116
2 3 2 2 2	Beteiligung von Institutionen und Personen	88	2 4 3 2 Abfallverwertung	117
2 3 2 2 3	Anwendung des vorhandenen Instrumentariums zur Sicherung der Standortplanung	90	2 4 3 3 Abfallbeseitigung	120
2 3 2 3	Steuerungsleistung der Planung	90	2 4 3 4 Zusammenfassende Bewertung	121
2 3 2 3 1	Übereinstimmung von Beseitigungsplänen und Beseitigungswirklichkeit	90	2 4 4 Besonderheiten des Abfallbereichs unter dem Aspekt instrumenteller Ansatzpunkte	121
2 3 2 3 2	Lenkung von Stoffströmen	91	2 4 4 1 Zur Philosophie einer Instrumentierung im Abfallbereich	121
2 3 2 3 3	Kapazitätsplanung durch Abfallbeseitigungspläne	91	2 4 4 2 Abfall im Vergleich zu den Bereichen Luft und Wasser die besondere Rolle der Deponiegebühr	122
2 3 2 3 4	Standortplanung durch Abfallbeseitigungspläne	92	2 5 Internationale Aspekte der Abfallwirtschaft	125
2 3 2 4	Perspektiven einer zukünftigen Abfallbeseitigungsplanung	92	2 5 1 Bewertung grenzüberschreitender Abfallbeseitigung	125
2 3 3	Zulassung von Abfallbeseitigungsanlagen	94	2 5 1 1 Zunehmende Bedeutung grenzüberschreitender Abfallbewegungen	125
2 3 3 1	Planfeststellungsverfahren	94	2 5 1 2 Ursachen der grenzüberschreiten den Abfallbeseitigung und hieraus resultierende Fragen	127
2 3 3 1 1	Zulassungsbedürftigkeit	94		
2 3 3 1 2	Verfahrensablauf	95		
2 3 3 1 3	Matenelle Zulassungskriterien	96		

	Seite
2 5 1 3 Kriterien zur Beurteilung einer grenzüberschreitenden Abfallbeseitigung	129
2 5 1 4 Differenzierung nach Typen von Abfallimportländern	130
2 5 2 Inländische Abfallwirtschaft und Abfallbeseitigung in Staaten außerhalb der EG	131
2 5 2 1 Besonderheiten der grenzüberschreitenden Abfallverbringung außerhalb der EG	131
2 5 2 2 Europäisches Gemeinschaftsrecht	131
2 5 2 3 Abfallgesetz	132
2 5 2 4 Rechtsakte der OECD und des UNEP	132
2 5 3 Inländische Abfallwirtschaft und EG	133
2 5 3 1 Grenzüberschreitende Abfallbeseitigung innerhalb der EG	133
2 5 3 1 1 Einflüsse auf die Abfallwirtschaft des Importlandes	133
2 5 3 1 2 Einflüsse auf die Abfallwirtschaft des Exportlandes	134
2 5 3 2 Rechtliche Anforderungen	135
2 5 3 2 1 Geltung der Verkehrsfreiheiten des EWG Vertrags für die grenzüberschreitende Abfallbeseitigung	135
2 5 3 2 2 Die Regelungen der Richtlinie 84/631/EWG hinsichtlich der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle innerhalb der Gemeinschaft	136
2 5 3 2 3 Die Regelungen der Abfallverbringungsverordnung	137
2 5 3 2 4 Rechtsprobleme bei der Einfuhr von Abfällen	137
2 5 3 2 5 Rechtsprobleme bei der Ausfuhr von Abfällen	139
2 5 3 2 6 Verwertung von Abfällen	141
2 5 3 2 7 Folgerungen aus der Rechtslage	141
2 5 3 3 Auswirkungen der EG auf die Abfallwirtschaftspolitik der Bundesrepublik Deutschland	142
2 5 3 3 1 Überblick über den Zusammenhang	142
2 5 3 3 2 Produkte versus Stoffe	143
2 5 3 3 3 Rechtliche Anforderungen	143
2 5 3 3 3 1 Anforderungen an Produktbeschaffenheit und Vermarktung	143
2 5 3 3 3 2 Zur Zulässigkeit von produkt- und stoffbezogenen Abgaben	146
2 5 3 3 4 Folgerungen aus der Rechtslage	146
2 5 4 Zusammenfassung der Empfehlungen	146

	Seite
3 STAND UND ENTWICKLUNG DES ABFALLAUFKOMMENS DER ABFALLZUSAMMENSETZUNG UND DER ENTSORGUNG	148
3 1 Gliederung Datengrundlagen und Gesamtabfallbilanz	148
3 1 1 Betrachtete Abfall- und Reststoffbereiche	148
3 1 2 Datengrundlagen	148
3 1 3 Abfallwirtschaftliche Bilanz	150
3 2 Zu den einzelnen Abfall- und Reststoffbereichen	154
3 2 1 Hausmüll und hausmüllähnliche Abfälle	154
3 2 2 Abfälle aus dem Produzierenden Gewerbe	160
3 2 2 1 Bauschutt und Bodenaushub	161
3 2 2 2 Bergematerial	163
3 2 3 Sonderabfälle (einschließlich krankenhauspezifischer Sonderabfälle)	167
3 2 4 Baggergut	173
3 2 5 Klarschlamm	177
3 2 6 Altöl	182
3 2 7 Autowracks	184
3 2 8 Altreifen	188
3 2 9 Abgänge aus der Nutztierhaltung	191
3 2 10 Schlachtabfälle und Tierkörper	192
3 3 Zusammenfassung und Schlußfolgerungen	194
4 VERMEIDUNG UND VERWERTUNG VON ABFÄLLEN	198
4 1 Die Stellung der Vermeidung und Verwertung von Abfällen im Rahmen einer umweltvertraglichen Abfallwirtschaft	198
4 1 1 Unterschiedliche Ansätze in Produktion und Konsum	198
4 1 2 Vermeiden und Verwerten im Haushalt	199
4 1 3 Vermeiden und Verwerten in der Produktion	199
4 2 Positive Entwicklungen der Abfallwirtschaft	202
4 3 Gründe für eine mangelnde Umsetzung technisch möglicher Abfallvermeidung und verwertung	204
4 3 1 Hemmnisse im industriellen Bereich	204
4 3 2 Hemmnisse für Vermeidung und Verwertung in den Haushalten	207

		Seite			Seite
4 4	Abfallvermeidung und verwertung als Aufgabe bei der Entwicklung von Stoffen und Produkten sowie der Planung von Produktionsprozessen	210	4 5 2 7 2 2	Vergleich der Verwertungsverfahren	242
			4 5 2 7 2 3	Schlußfolgerungen für die Altolverwertung	243
4 4 1	Vorbemerkungen	210	4 5 2 8	Verpackungen	244
4 4 2	Verwertungsgerechte Gestaltung technischer Produkte	210	4 5 2 8 1	Verpackungsmengen und Packstoffe	244
4 4 3	Produktionsintegrierter Umweltschutz in der chemischen Industrie	212	4 5 2 8 2	Umweltentlastung durch Substitution von Packstoffen	246
4 5	Beispiele für Vermeidung und Verwertung von Abfällen in Produktion Dienstleistung und Konsum	218	4 5 2 8 3	Maßnahmen zur Verminderung von Schadstoffen und Mengen	249
			4 5 2 8 3 1	Maßnahmen der Hersteller und des Handels	249
4 5 1	Prozeßbezogene Beispiele	218	4 5 2 8 3 2	Einflüsse auf der Seite der Verbraucher	251
4 5 1 1	Chlorchemie	218	4 5 3	Ausgewählte Fraktionen des Hausmülls	252
4 5 1 2	Chlorierte Lösemittel (CKW Lösemittel)	220	4 5 3 1	Vorbemerkungen	252
4 5 1 3	Oberflächenbeschichtung	222	4 5 3 2	Menge und Zusammensetzung des Hausmülls	253
4 5 1 3 1	Galvanisieren	222	4 5 3 3	Altpapier	254
4 5 1 3 2	Lackieren	223	4 5 3 4	Altglas	258
4 5 2	Produkt und stoffbezogene Beispiele	224	4 5 3 5	Altmetalle	260
4 5 2 1	Polyvinylchlorid (PVC)	224	4 5 3 6	Altkunststoff	261
4 5 2 2	Polychlorierte Biphenyle (PCB)	225	4 5 3 7	Textilien	262
4 5 2 3	Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) und Halone	227	4 5 3 8	Organische Fraktion	262
4 5 2 3 1	Reduktion der Herstellung und Verwendung von FCKW	228	4 5 4	Bauschutt Bodenaushub und Straßenaufbruch	263
4 5 2 3 2	Kennzeichnungs Rücknahme und Pfandpflicht für FCKW haltige Produkte	229	4 5 4 1	Aufbereitung und Wiederverwendung	263
4 5 2 4	Cadmium	230	4 5 4 2	Belasteter Bauschutt	264
4 5 2 5	Quecksilber	231	4 6	Instrumente zur stärkeren Durchsetzung der Vermeidung und Verwertung	266
4 5 2 5 1	Herkunft und Aufkommen	231	4 6 1	Typologie der Instrumente	266
4 5 2 5 2	Quecksilber aus Batterien	232	4 6 2	Ordnungsrechtliche Instrumente	268
4 5 2 5 3	Quecksilber aus anderen Quellen	235	4 6 3	Ökonomische Instrumente	269
4 5 2 6	Kraftfahrzeuge	235	4 6 3 1	Abgaben	269
4 5 2 7	Altöl	237	4 6 3 1 1	Zur Systematik von Abgaben	269
4 5 2 7 1	Vermeidung von Altöl	238	4 6 3 1 2	Inputabgaben	270
4 5 2 7 1 1	Ölfreie Systeme	238	4 6 3 1 3	Produktabgaben	271
4 5 2 7 1 2	Umweltverträglichere Schmierstoffe und Hydraulikflüssigkeiten auf anderer als Mineralölbasis	238	4 6 3 1 3 1	Zur Diskussion um Verpackungssteuer Verpackungsabgabe und Pfanderhebung	271
4 5 2 7 1 3	Minimierung des Anfalls von Altöl in stationären Anlagen	238	4 6 3 1 3 2	Beseitigungskosten als Bestandteil des Produktpreises	273
4 5 2 7 1 4	Minimierung des Schmierstoffbedarfs von Kraftfahrzeugen	239	4 6 3 2	Erhöhung der Beseitigungskosten	274
4 5 2 7 2	Möglichkeiten der Verwertung	240	4 6 3 2 1	Vorbemerkungen	274
4 5 2 7 2 1	Derzeitige Situation der Altolverwertung	240	4 6 3 2 2	Hausmüll	274
			4 6 3 2 3	Sonderabfälle	275

	Seite
4 6 3 3	Finanzhilfen und Steuervergünstigungen 275
4 6 4	Absprachen und Zusagen 275
4 6 5	Instrumente präventiver Strategien 277
4 6 5 1	Zwei Teile des Instrumentariums 277
4 6 5 2	Stoff oder produktspezifische Entwicklungen 277
4 6 5 3	Entwicklung der Menge der Sonderabfälle 279
4 6 5 4	Abstufungen der Eingriffsintensität 281
4 6 6	Information und Beratung 281
4 6 6 1	Einfluß von Information und Beratung 281
4 6 6 2	Verbraucherverhalten und Abfallvermeidung 282
4 6 6 3	Maßnahmen zur Verbesserung von Information und Beratung 283
4 6 7	Kommunale Abfallsatzungen 285
5	TECHNIKEN IN DER ABFALLWIRTSCHAFT 287
5 1	Einsammeln und Sortieren von Siedlungsabfällen 287
5 1 1	Vorbemerkungen 287
5 1 2	Getrennte Sammlung zur Erfassung von Wertstoffen und Problemstoffen 288
5 1 2 1	Systematik der getrennten Sammlung 288
5 1 2 2	Bringsysteme 289
5 1 2 2 1	Depotcontainer 289
5 1 2 2 2	Depotcontainer Gruppen und Mehrkammercontainer 290
5 1 2 2 3	Recyclinghöfe 291
5 1 2 3	Holsysteme 292
5 1 2 3 1	Bundsystem für Altpapier 292
5 1 2 3 2	Mehrstoffbehälter (Grüne Tonne) 293
5 1 2 3 3	Einzelstoffbehälter ab Haus 294
5 1 2 3 4	Wertstoffsack (Sack+Sack Behälter+Sack) 294
5 1 2 3 5	Erfassung von Vegetabilien (Bio tonne) 294
5 1 2 3 6	Mehrkammermüllsystem MKMS und Mehrkammertonne MEKAM 296
5 1 2 3 7	Systemkombinationen 296
5 1 2 4	Überblick über Sammelmengen und Kosten 297
5 1 2 5	Restmüllmenge und Zusammensetzung 299
5 1 2 6	Standortprobleme bei Sammelbehältern und Containern 300

	Seite
5 1 2 7	Erfassung von Problemstoffen aus dem Hausmüll 301
5 1 3	Auswirkungen der getrennten Wertstoff- und Biomüllfassung auf die Restmüllbehandlung 303
5 1 3 1	Auswirkungen auf die Emissionen der Deponie 303
5 1 3 2	Auswirkungen der getrennten Sammlung auf die Verbrennung von Hausmüll und Gewerbeabfällen 304
5 1 4	Sortier- und Aufbereitungsanlagen für Hausmüll Wertstoffgemische und Gewerbeabfall 305
5 1 4 1	Allgemeines 305
5 1 4 2	Sortierung und Aufbereitung von Hausmüll 306
5 1 4 3	Sortierung und Aufbereitung von Wertstoffgemischen und hausmüllähnlichem Gewerbeabfall 310
5 1 5	Öffentlichkeitsarbeit 312
5 1 5 1	Öffentlichkeitsarbeit vor und während der Einführung von Systemen der getrennten Sammlung 312
5 1 5 1 1	Allgemeines 312
5 1 5 1 2	Information der privaten Haushalte 313
5 1 5 1 3	Information des Gewerbes und der Industrie 313
5 1 6	Zusammenfassung der Maßnahmen zur Verbesserung der getrennten Erfassung von Wertstoffen aus Hausmüll und hausmüllähnlichem Gewerbeabfall 313
5 1 6 1	Allgemeines 313
5 1 6 2	Empfehlungen zur Einführung von Systemen der getrennten Erfassung und deren Optimierung 314
5 1 6 3	Verbesserung der Qualität der erfaßten Wertstoffe 314
5 1 6 4	Produktion und Vermarktung von Produkten aus Sekundärrohstoffen 315
5 2	Biologische Abfallumwandlung 316
5 2 1	Vorbemerkungen 316
5 2 2	Funktion und Steuerung biologischer Abbaumechanismen 316
5 2 2 1	Fähigkeiten und Grenzen biologischer Abbau- und Umwandlungsmechanismen 316
5 2 2 2	Abbaubestimmende Faktoren 316
5 2 2 3	Destruenten 317
5 2 3	Biologische Abfallbehandlungsverfahren 317
5 2 4	Qualitätskriterien für biologisch verwertbaren Abfall 320

		Seite			Seite
5 2 5	Biologisch verwertbare Abfälle	321	5 3 2 4 3	Zusatzanlage im Grenzbereich der organischen und anorganischen Stränge	351
5 2 5 1	Grundsätze	321			
5 2 5 2	Hausmüll und getrennt gesammelte nativ organische Abfälle	321	5 3 2 4 4	Weitere Anlagenbeispiele	353
5 2 5 3	Bewertung	328	5 3 2 5	Bewertung der Praxis der chemisch physikalischen Behandlung von Sonderabfällen	356
5 2 6	Kompostierung	328			
5 2 7	Anaerobe Verfahren (Vergärung)	329	5 3 3	Verfahrenserläuterungen	356
5 2 8	Qualitätskriterien für Komposte	331	5 3 3 1	Physikalische Trennverfahren	358
5 2 8 1	Merkblatt 10 Qualitätskriterien und Anwendungsempfehlungen für Kompost aus Müll und Muldklärschlamm der Landerarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA)	331	5 3 3 2	Überwiegend chemische Behandlungsschnitte	361
5 2 8 2	EG Anforderungen	331	5 3 3 2 1	Chemisches Lösen	361
5 2 8 3	Umweltzeichen	333	5 3 3 2 2	Neutralisations und Fällungsprozesse	361
5 2 8 4	Qualitätskriterien und Gütenormen für Komposte aus organischen Abfällen. Vorschlag des Forschungsprojektes Grüne Biotonne Wittenhausen	334	5 3 3 2 3	Reduktionsverfahren	364
5 2 8 5	Geruchsemissionen	335	5 3 3 2 4	Oxidationsverfahren	365
5 2 8 6	Schadstoffe	336	5 3 4	Stoffspezifische Verfahren zur Entgiftung und Behandlung besonderer Abfälle	366
5 2 8 6 1	Schwermetalle	336	5 3 4 1	Entgiftungsverfahren	366
5 2 8 6 2	Organische Schadstoffe	340	5 3 4 1 1	Cyanidentgiftung	366
5 2 8 7	Getrennte Sammlung und Biomüll	340	5 3 4 1 2	Weitere Entgiftungsverfahren	367
5 2 8 8	Vermarktung und Absatz	342	5 3 4 1 3	Chemische Dekontamination schwer metallbelasteter Schlamm- und fester Abfallstoffe	369
5 3	Chemisch physikalische Verfahren zur Behandlung von Abfällen	344	5 3 4 1 4	Chemolyse von Industrieklärschlamm (Biomasse)	370
5 3 1	Zielsetzung, Eignung und Organisation der chemisch physikalischen Behandlung	344	5 3 4 1 5	Naßoxidation organischer Substanz	370
5 3 1 1	Zielsetzung und Eignung der chemisch physikalischen Behandlung	344	5 3 4 2	Spaltverfahren zur Verwertung bestimmter organischer Abfälle zwecks Gewinnung von Sekundärrohstoffen	371
5 3 1 2	Derzeitige Ablauforganisation in der Praxis der Annahme von Sonderabfällen zur chemisch physikalischen Behandlung	344	5 3 4 2 1	Allgemeines zu den Pyrolyseverfahren	371
5 3 1 3	Zukünftige Ablauforganisation nach dem Inkrafttreten der TA Abfall Teil 1	346	5 3 4 2 2	Das Tübinger Verfahren zur Klärschlammpyrolyse	373
5 3 2	Struktur von chemisch physikalischen Abfallentsorgungsanlagen	347	5 3 4 2 3	Pyrolyseverfahren für energiereiches Material	374
5 3 2 1	Behandlungsziel und Anlagenstruktur	347	5 3 4 2 4	Hydrierung	379
5 3 2 2	Anorganischer Anlagenstrang	348	5 3 4 2 5	Hydrolyse	380
5 3 2 3	Organischer Anlagenstrang	348	5 3 4 2 6	Alkoholyse und Glykolyse	381
5 3 2 4	Beispielhafte Beschreibung vorhandener chemisch physikalischer Behandlungsanlagen	349	5 3 4 3	Verfahren zur Immobilisierung (Konditionierung, Verfestigung, Stabilisierung) von Abfällen	382
5 3 2 4 1	Anorganischer Anlagenstrang	349	5 3 5	Schlußfolgerungen	383
5 3 2 4 2	Organische Anlagenstränge	349	5 3 5 1	Allgemeine Kosten und Stoffflußbetrachtung der chemisch physikalischen Behandlungsverfahren	383
			5 3 5 2	Allgemeine Ziele der chemisch physikalischen Behandlung von Abfällen	384
			5 3 5 3	Auswirkungen der TA Abfall Teil 1	384

		Seite			Seite
5 3 5 4	Verfahren	384	5 5 3 3 2	Oberflächenabdichtungssysteme	448
5 3 5 5	Verwertungspotential der chemisch physikalischen Abfallbehandlung	385	5 5 3 4	Deponieemissionen	450
5 4	Thermische Abfallbehandlung	386	5 5 3 4 1	Deponiesickerwasser	451
5 4 1	Thermische Abfallbehandlung in der Bundesrepublik Deutschland	386	5 5 3 4 2	Deponiegas	459
5 4 2	Grundlagen der thermischen Abfallbehandlung	389	5 5 3 4 3	Geruchsemissionen	464
5 4 3	Aufbau von Anlagen zur thermischen Abfallbehandlung	391	5 5 3 4 4	Belastungen während des Depo niebetriebes	465
5 4 3 1	Aufbau von Abfallverbrennungsanlagen	391	5 5 3 5	Deponiebetrieb und kontrolle	465
5 4 3 1 1	Feuerungssysteme	393	5 5 3 5 1	Abfalleinbau	465
5 4 3 1 2	Entwicklungstendenzen in der Abfallverbrennung	394	5 5 3 5 2	Konzept der gesteuerten Bioreaktor deponie	467
5 4 3 2	Aufbau von Pyrolyseanlagen	400	5 5 3 5 3	Überwachung und Kontrolle von Siedlungsabfalldeponien	471
5 4 4	Anwendungsbereiche der Abfallverbrennung	402	5 5 3 6	Schlußfolgerungen	472
5 4 4 1	Hausmüll	402	5 5 4	Oberirdische Sonderabfalldeponie	472
5 4 4 2	Brennstoff aus Müll (BRAM)	403	5 5 4 1	In Sonderabfalldeponien ablagere bare Abfälle	473
5 4 4 3	Klarschlamm	403	5 5 4 2	Deponiestandort	473
5 4 4 4	Sonderabfälle	404	5 5 4 3	Deponieabdichtungssysteme	476
5 4 4 5	Krankenhausspezifische Abfälle	405	5 5 4 3 1	Basisabdichtungssysteme	476
5 4 5	Schadstoffanfall bei der Abfallverbrennung	405	5 5 4 3 2	Oberflächenabdichtungssysteme	478
5 4 6	Emissionsminderungsmaßnahmen	408	5 5 4 3 3	Behälterdeponien	478
5 4 7	Emissionen von Schadstoffen	414	5 5 4 4	Deponieemissionen	478
5 4 8	Rückstände und deren Behandlung	420	5 5 4 4 1	Deponiesickerwasser	478
5 4 9	Bilanzierung wichtiger Schadstoffe	426	5 5 4 4 2	Gasförmige Emissionen	481
5 4 10	Kosten der Abfallverbrennung	429	5 5 4 4 3	Geruchsemissionen	482
5 4 11	Bewertung der thermischen Abfallbehandlung	431	5 5 4 5	Deponiebetrieb und kontrolle	483
5 5	Deponierung	434	5 5 4 5 1	Abfalleinbau	483
5 5 1	Einführung	434	5 5 4 5 2	Überwachung und Kontrolle	483
5 5 2	Mineralstoffdeponie	435	5 5 4 6	Schlußfolgerungen	483
5 5 2 1	In Mineralstoffdeponien ablagere bare Abfälle	435	5 5 5	Untertagedeponie	483
5 5 2 2	Deponiestandort	438	5 5 5 1	Notwendigkeit der untertagigen Deponierung	483
5 5 2 3	Deponieabdichtungssysteme	440	5 5 5 2	Möglichkeiten zur Einrichtung von Untertagedeponien	484
5 5 2 4	Deponieemissionen	440	5 5 5 2 1	Technische Konzepte zur Herstellung untertagiger Hohlräume	484
5 5 2 5	Deponiebetrieb und kontrolle	441	5 5 5 2 2	Wirtsgesteine für Untertagedeponien	485
5 5 2 6	Schlußfolgerungen	442	5 5 5 2 3	Untertagedeponien für nichtradioaktive Abfälle	486
5 5 3	Siedlungsabfalldeponie	442	5 5 5 3	Unter Tage abzulagernde Abfallarten und mengen	487
5 5 3 1	In Siedlungsabfalldeponien ablagere bare Abfälle	443	5 5 5 4	Langzeitsicherheit von Untertagedeponien	490
5 5 3 2	Deponiestandort	445	5 5 5 4 1	Geowissenschaftliche Einflußfaktoren	490
5 5 3 3	Deponieabdichtungssysteme	445	5 5 5 4 2	Beschaffenheit untertagig abzulagernder Abfälle	492
5 5 3 3 1	Basisabdichtungssysteme	446			

	Seite		Seite	
5 5 5 4 3	Spezifische Aspekte von Untertage deponien in Salzgesteinen	492	6 2 2 6 2 Emissionen aus Hausmüllverbrennungsanlagen Vergleich mit anderen Quellen	532
5 5 5 4 4	Spezifische Aspekte von Untertage deponien in Steinkohlenformationen	494	6 2 2 6 3 Abschätzung der Zusatzbelastung des Menschen mit polychlorierten Dibenzodioxinen und furanen	534
5 5 5 5	Zusammenfassende Beurteilung und Schlußfolgerungen	496	6 2 2 6 3 1 Eintrag in die Umwelt	535
5 5 6	Zusammenfassung	498	6 2 2 6 3 2 Anreicherung im Boden	536
6	RISIKOBETRACHTUNG ZU DEN STOFFLICHEN EMISSIONEN AUS ABFALLVERBRENNUNGSANLAGEN UND DEPONIEN	500	6 2 2 6 3 3 Übergang in die Nahrung	537
6 1	Grundlagen der toxikologischen Bewertung	500	6 2 2 6 3 4 Anreicherung in der Nahrungskette	538
6 1 1	Abschätzung der Exposition von Personen	500	6 2 2 6 3 5 Belastung des Menschen	540
6 1 1 1	Inhalation von Schadstoffen mit der Atemluft	501	6 2 2 6 3 6 Zusammenfassende Betrachtung der Zusatzbelastung des Menschen	541
6 1 1 2	Orale Aufnahme von Schadstoffen	501	6 2 2 6 4 Bewertung der Belastung durch polychlorierte Dibenzodioxine und furane	542
6 1 1 2 1	Kontaminierter Boden	501	6 2 2 6 5 Bromierte Dibenzodioxine und furane	544
6 1 1 2 2	Kontaminierte Nahrungsmittel	502	6 2 2 7 Schadstoffe in Verbrennungsrückständen und in Abgasreinigungsprodukten	544
6 1 1 2 3	Kontaminiertes Trnkwasser	503	6 2 2 7 1 Anorganische Stoffe (ohne Metalle)	545
6 1 2	Vorgehensweise für die toxikologische Bewertung	503	6 2 2 7 2 Metalle	546
6 1 2 1	Inhalative Belastung	506	6 2 2 8 Zusammenfassende Bewertung der Verbrennung von Hausmüll	547
6 1 2 2	Orale Belastung	508	6 2 3 Sonderabfallverbrennung	548
6 1 2 2 1	Kontaminierter Boden	508	6 2 3 1 Gefährdung durch Lagerung von Sonderabfällen	548
6 1 2 2 2	Kontaminierte Nahrungsmittel	510	6 2 3 2 Emissionen über die Abgase aus der Verbrennung	549
6 1 2 2 3	Kontaminiertes Trnkwasser	512	6 2 3 3 Rückstände aus Sonderabfallverbrennungsanlagen	549
6 1 2 3	Bewertung der individuellen Belastung	512	6 2 4 Pyrolyse von Hausmüll	549
6 1 2 4	Beurteilung von Kombinationswirkungen	514	6 2 4 1 Emissionen in die Luft	550
6 2	Toxikologische Bewertung der Emissionen aus der Abfallverbrennung	516	6 2 4 2 Emissionen aus den Rückständen	550
6 2 1	Einleitung	516	6 2 4 3 Zusammenfassung	551
6 2 2	Verbrennung von Hausmüll	516	6 3 Toxikologische Bewertung der Emissionen aus Deponien	552
6 2 2 1	Schadstoffströme	516	6 3 1 Einleitung	552
6 2 2 2	Emissions Immissions Verhältnisse bei Hausmüllverbrennungsanlagen	517	6 3 2 Belastung durch die Inhalation von Gasen und Stäuben	552
6 2 2 3	Belastung durch anorganische Gase	518	6 3 2 1 Emittierte Stoffe	552
6 2 2 4	Belastung durch luftgetragene Metallemissionen	525	6 3 2 1 1 Gasförmige Emissionen	552
6 2 2 5	Belastung durch organische Stoffe	528	6 3 2 1 2 Staubförmige Emissionen	555
6 2 2 6	Belastung durch halogenierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane	531	6 3 2 2 Abschätzung der Exposition von Personen	555
6 2 2 6 1	Anreicherung und Toxizitätsäquivalente	531	6 3 2 2 1 Gasförmige Stoffe	555
			6 3 2 2 2 Staub	556
			6 3 2 3 Vorgehensweise für die toxikologische Bewertung	557

	Seite		Seite		
6 3 3	Belastung durch orale Aufnahme luftgetragener Schadstoffe aus De ponien	557	7 3 4	Anforderungen an die Deponie rung	580
6 3 4	Belastung durch Sickerwasser	558	7 3 5	Zur Akzeptanz der Behandlung und Ablagerung von Abfällen	581
6 3 4 1	Belastung des Grund und Oberflä chenwassers	558	7 4	Internationale Aspekte	583
6 3 4 2	Trinkwasser	561	7 5	Schlußbetrachtung	584
6 3 5	Gefährdungspotential von Sicker wasser unter Langzeitaspekten	561	Anhang I		585
6 3 6	Zusammenfassung	562	Ergänzende Materialien zu Kapitel 4 4		585
6 4	Vergleichende Betrachtung der Emissionen aus der Hausmüllver brennung und aus der Ablagerung von unbehandelten Siedlungsabfal len	564	I 1	Auszüge aus dem Entwurf der VDI Richtli nie Recyclingorientierte Gestaltung tech nischer Produkte (VDI 2243 Entwurf vom Dezember 1984)	586
6 4 1	Emissionen in die Luft	564	I 2	Auszüge aus der Broschüre Produktionsin tegrierter Umweltschutz in der chemischen Industrie — Verpflichtung und Praxisbei spiele — Erläuterungen zu ausgewählten Verfahren —	594
6 4 2	Emissionen aus den Rückständen und Belastung des Sickerwassers	569	Anhang II		627
6 4 3	Zusammenfassender Vergleich	569	Erlaß über die Einrichtung eines Rates von Sachverständigen für Umweltfragen beim Bun desminister des Innern		628
7	ANFORDERUNGEN AN DIE ZU KUNFTIGE ABFALLWIRTSCHAFT	571	Literaturverzeichnis		631
7 1	Ziele und Strategien der Abfallwirt schaft	571	Register		675
7 2	Die Strategie der Vermeidung und Verwertung	572	Verzeichnis der Abkürzungen		711
7 2 1	Zum Vorrang der Strategie von Ver meidung und Verwertung	572	Gutachten und veröffentlichte Stellungnahmen des Rates von Sachverständigen Umweltfra gen		715
7 2 2	Zur Umsetzung von Vermeidung und Verwertung	575	Materialien zur Umweltforschung		717
7 3	Abfallbeseitigung	578			
7 3 1	Zur Notwendigkeit der Abfallbesei tigung	578			
7 3 2	Anforderungen an die Planung	579			
7 3 3	Anforderungen an die thermischen Behandlungsanlagen	579			