



Gernot ALFONS (UV&P)
Sabine BRADAC (UV&P)
Rudolf HIERZENBERGER (UV&P)
Herbert MACKINGER (UV&P)
Franz NEUBACHER (UV&P)
Christian ONZ (Rechtsanwalt)
Kurt SCHEIDL (FTU)
Josef STUBENVOLL (UV&P)
Gerhard VLCEK (UV&P)

Projektleitung (UBA):
Isabella HAMMER-KOSSINA

Reports

UBA-95-112

Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Wien, März 1995

Bundesministerium für Umwelt



Stand der gesetzlichen Vorschriften und technischen Normen: Ende 1994

Impressum

**Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, 1090 Wien, Spittelauer Lände 5
Druck: Berger, 3580 Horn.**

© **Umweltbundesamt, Wien, März 1995**
Alle Rechte vorbehalten
ISBN 3-85457-218-2

Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Studie ist die Erarbeitung der Grundlagen für die Erstellung einer Verordnung "Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen".

Rechtliche Grundlage

Als gesetzliche Grundlage für eine derartige Verordnung bieten bestehende Umweltgesetze, wie beispielsweise das Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz, das Abfallwirtschaftsgesetz, die Gewerbeordnung und das Bergrecht juristische Anknüpfungspunkte. Im Rahmen der Europäischen Union wird in der weiteren Rechtsentwicklung eine Verfahrens- und Entscheidungskonzentration angestrebt (siehe z.B. Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung).

Ziele der thermischen Behandlung

Die thermische Abfallbehandlung soll in Übereinstimmung mit den Zielen und Grundsätzen des Abfallwirtschaftsgesetzes erfolgen. Die thermische Behandlung von Abfällen hat demgemäß ihren Stellenwert einerseits im Bereich der Abfallentsorgung und andererseits in der Abfallverwertung.

Die thermische Behandlung von Abfall kann außer in speziellen Abfallverbrennungsanlagen (z.B. Rost- und Wirbelschichtfeuerung, Drehrohranlagen mit Nachbrennkammer) auch in Produktions- und Energieversorgungsanlagen erfolgen, sofern diese dem jeweiligen Stand der Technik der in Frage kommenden Produktions- oder Energieversorgungsanlagen entsprechen. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen. Eine nachgeschaltete katalytische Rauchgasreinigung ist technisch durchführbar.

Die folgende Abbildung gibt eine Übersicht über die einzelnen Anlagenbereiche in der thermischen Abfallbehandlung. Die einzelnen Anlagenbereiche bedingen Einschränkungen bei den zulässigen Abfällen bzw. lassen sich umgekehrt daraus für die thermische Behandlung von bestimmten Abfällen die Mindestanforderungen an die Anlagenausstattung und Betriebsweise ableiten.

Die betriebliche Organisation einer Abfallbehandlungsanlage kann unterschiedliche Strukturen aufweisen, wobei künftig eine Verbindung von Qualitätsmanagement und Umweltmanagementsystemen anzustreben ist.

ii Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

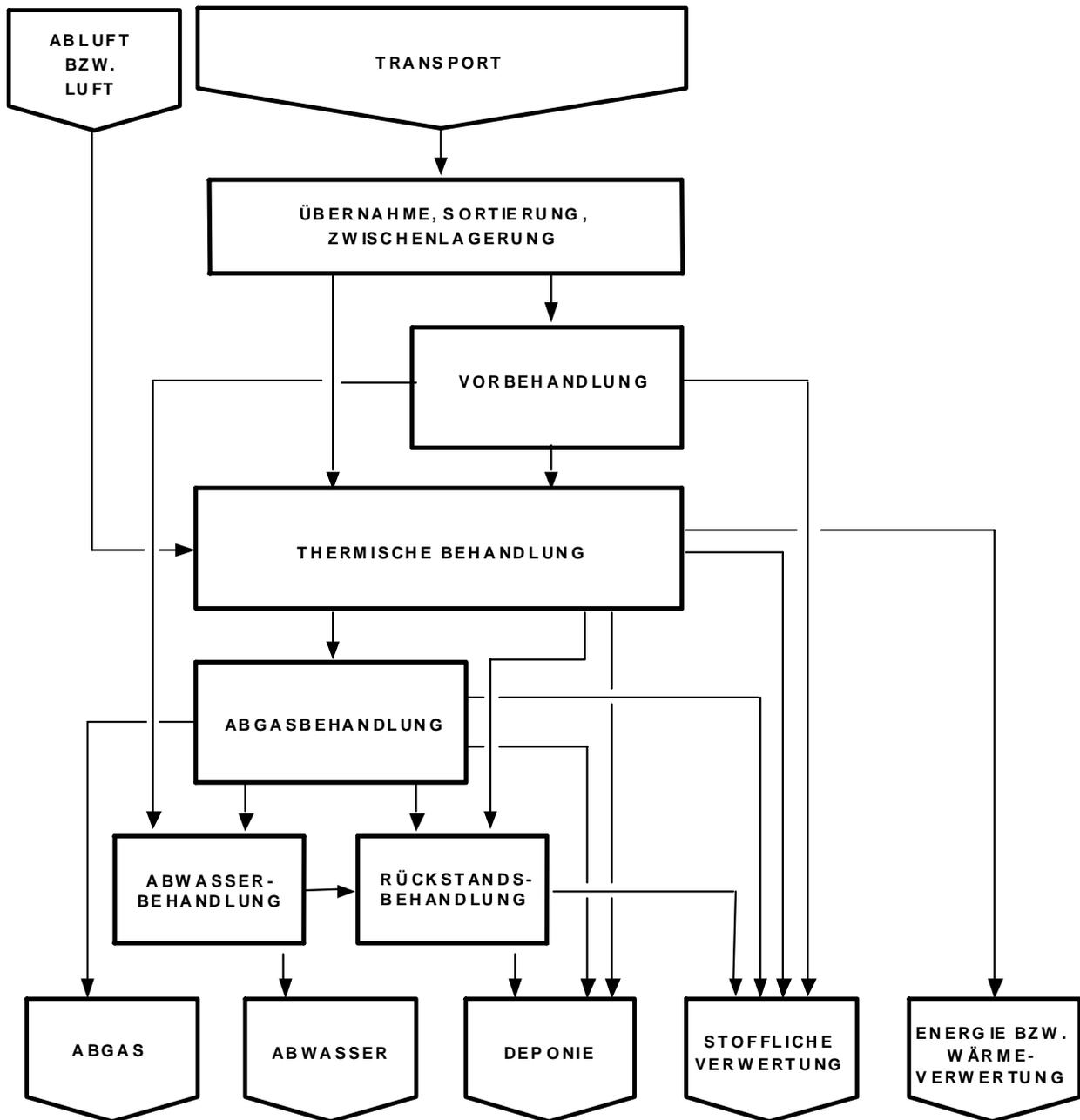


Abb 1.: Übersicht der einzelnen Anlagenbereiche in der thermischen Abfallbehandlung

Anforderungen an die Verbrennungstechnik gemäß Stand der Technik

Die Mindestanforderungen an die Feuerung und Beschickung für die eingesetzten Verfahren zur Abfallbehandlung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Abfälle sollen für eine störungsfreie Beschickung entsprechend vorbehandelt und homogenisiert werden.
- Die prozeßspezifische Mindesttemperatur soll bei Betrieb mit Abfall nicht unterschritten werden.
- Die Beschickung soll automatisch eingestellt werden, wenn die Mindesttemperatur unterschritten wird.
- Eine vollständige Durchmischung der Rauchgase in der Nachbrennzone soll gewährleistet werden. Die Nachbrennzone soll so dimensioniert werden, daß die Rauchgase nach der letzten Zuführung von Verbrennungsluft oder Freisetzung von Verbrennungsgasen in kontrollierter und homogener Weise auch unter den ungünstigsten Bedingungen für mindestens 2 sec bei mindestens 6% O₂-Gehalt auf eine Temperatur von mindestens 850°C gebracht werden. Für Wirbelschichtfeuerungen kann bezüglich dieser Mindesttemperatur im Einzelfall eine Ausnahme vorgesehen werden.
- Für die Püfung der Nachbrennzone soll bei Inbetriebnahme der Anlage eine Netzmessung für Sauerstoff, Kohlendioxid oder Temperatur durchgeführt werden, um die Funktionstüchtigkeit der Mischzone zu überprüfen.

Anforderungen an die Energiewirtschaft

Durch die bei der thermischen Behandlung von Abfällen erforderlichen hohen Temperaturen ist eine Energiegewinnung technisch möglich. Der energetische Wirkungsgrad ist neben der Einhaltung von Abgas- und Abwassergrenzwerten entsprechend dem Stand der Technik sowie der stofflichen Verwertung von Rückständen bzw. der Einhaltung von Grenzwerten für deren Deponierung als eines der wesentlichen Kriterien für die Beurteilung einer thermischen Behandlungsanlage zu bewerten. Für die Berechnung des Wirkungsgrades muß die Gesamtanlage, einschließlich des Energieaufwandes für die Übernahme, Sortierung, Zwischenlagerung, Vorbehandlung sowie für die erforderliche Abgas-, Abwasser- und Rückstandsbehandlung zur Einhaltung sämtlicher Grenzwerte (siehe auch Kapitel 12 bis 14) betrachtet werden.

Im Zuge der Planung von thermischen Behandlungsanlagen soll die Wertigkeit der einzelnen Energieströme im Sinne einer Exergiebilanz bewertet werden.

Für die Praxis bedeutet dies, daß bei der Anlagenplanung die Möglichkeit des Einsatzes einer Kraft-Wärmekopplung geprüft und ein möglichst hoher Gesamtwirkungsgrad der Anlage

angestrebt werden soll. Die möglichst vollständige Energienutzung kann gegebenenfalls durch die Einbindung in ein Fernwärmenetz oder durch die Integration in einen industriellen Produktionsstandort mit ganzjährigem Wärmebedarf sichergestellt werden.

In Sonderfällen, beispielsweise bei der thermischen Behandlung von kontaminierten Böden oder Altlasten, kann bei fehlender Möglichkeit zur Wärmeverwertung auf die Forderung nach einem hohen energetischen Gesamtwirkungsgrad verzichtet werden.

Anforderungen an die Behandlung von Abgas, Abwasser und Rückständen gemäß Stand der Technik

Die thermischen Behandlungsanlagen müssen geeignet sein, die Emissionsgrenzwerte entsprechend dem Stand der Technik zu unterschreiten. Die Verfahren und Betriebsweisen sind daher so zu gestalten, daß Emissionen nach dem Stand der Technik minimiert werden. Die bei der Herstellung der erforderlichen Hilfsstoffe auftretenden Emissionen und der spezifische Energieverbrauch soll bei der Planung der Anlage in Form einer Gesamtbilanz berücksichtigt werden.

Die Vorschläge für Emissionsgrenzwerte für Abgas und Abwasser wurden auf Basis nationaler und internationaler Regelwerke erstellt und orientieren sich am Stand der Technik.

Bei Anlagen zur ausschließlich thermischen Behandlung von Abfällen ist die thermische Rückstandsbehandlung Stand der Technik. Derartige Anlagen sind so auszulegen, daß im Betrieb ein Wert von 100 ng / kg TS PCDD/F (2,3,7,8-TCDD-Äquivalent I-TEF) im Rückstand unterschritten wird.

Der Schwermetallgehalt in den Rückständen ist bei entsprechender Konzentration technisch verwertbar. Daher ist in der Planung und im Betrieb von thermischen Abfallbehandlungsanlagen die Verwertungsmöglichkeit zu berücksichtigen. In diesem Sinne soll für feste Rückstände aus thermischen Behandlungsanlagen ein Grenzwert für die Summe der technisch verwertbaren Metalle Kupfer, Blei, Zink, Nickel und Zinn von maximal 5 Masse % eingehalten werden.

Der Geltungsbereich der vorgeschlagenen Grenzwerte soll sowohl Neuanlagen als auch Altanlagen umfassen, wobei für Altanlagen eine Übergangsfrist von etwa 5 Jahren zur Nachrüstung eingeräumt werden soll. Für den Einsatz von Abfällen in industriellen Produktionsanlagen sind diese Werte ebenfalls heranzuziehen, wobei für prozeßbedingte Emissionen, die nach dem Stand der Technik nicht vermeidbar sind, begründete Ausnahmeregelungen vorgeschlagen werden.

Die folgende Tabelle 1 (siehe auch Kap. 12) zeigt die vorgeschlagenen Grenzwerte für Abgas aus Anlagen zur thermischen Behandlung.

In der folgenden Tabelle 2 (siehe auch Kap. 13) sind die vorgeschlagenen Grenzwerte für Abwasser entsprechend dem Stand der Technik angeführt.

Im Einzelfall soll bei der Festlegung von Emissionsgrenzwerten eine Überprüfung der vorhandenen Vorbelastung am Standort sowie die durch die Anlage zu erwartende Zusatzbelastung miteinbezogen werden.

Weitere technische Entwicklungen

Wesentliche Zielvorgaben für die Abfallwirtschaft sind bereits in den Leitlinien zur Abfallwirtschaft 1988 im Auftrag des BMU durch einen Fachbeirat mit Experten aus Wissenschaft, Verwaltung und Wirtschaft erarbeitet worden. Der zur Erreichung dieser Ziele erforderliche Strukturwandel muß durch die Vorgabe von gesetzlichen Rahmenbedingungen begleitet werden.

Der Schwerpunkt der technischen Entwicklungen im Bereich der thermischen Abfallbehandlung wird in nächster Zeit daher vor allem bei der Verwertung und weitergehenden Inertisierung der Rückstände aus der thermischen Abfallbehandlung liegen. Weiters ist auf den Einsatz und Verbrauch von Hilfsstoffen und Chemikalien zu achten, indem die Emissionen aus der Bereitstellung dieser Stoffe zumindestens ansatzweise in ihrer Größenordnung in der Bilanzierung eines Prozesses berücksichtigt werden.

Für die kontinuierliche Überwachung relevanter Emissionsgrenzwerte ist die technische Entwicklung und Erprobung verbesserter Meßsysteme zu erwarten. Das betrifft vor allem die kontinuierliche Überwachung von Gesamt-Quecksilber im gereinigten Abgas.

Abschließend kann zum Thema thermische Verfahren die Feststellung von Prof. Dr. Thome-Kozmiensky im Vorwort zu dem Fachbuch über "Reaktoren zur thermischen Abfallbehandlung" zitiert werden: "... In jedem Fall ist darauf zu achten, daß die jetzt notwendigen Entscheidungen aufgrund heute vorhandener Unterlagen jetzt getroffen werden müssen. Entscheidungen in der Hoffnung auf ein Wunder-Verfahren zu vertagen war zwar auch in der Vergangenheit beliebt, hat aber auch zur Vermehrung der Altlasten im In- und Ausland geführt. Gefordert sind ausgewogene Entscheidungen für sichere Verfahren an Orten, an denen die Abfallbehandlung sichergestellt werden muß und für Pilotanlagen dort, wo weitere Entwicklungsarbeiten und auch das Scheitern des Verfahrens verkraftet werden kann."

Tabelle 1: *Technischer Vorschlag von Emissionsgrenzwerten im gereinigten Abgas für Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen*
 Werte in mg/Nm³ (trockenes Abgas, bezogen auf 11 % O₂, 273 K, 1013 hPa)

Parameter	angegeben als	generelle Grenzwerte		Grenzwerte bei höheren Emissionsmassenströmen ¹		
		HMW	TMW	Fracht kg/h	HMW	TMW
Zeitbezug ²						
Chlorwasserstoff (HCl)	HCl	15	10	> 2	10	5
Fluorwasserstoff (HF)	HF	0,7	0,5			
Schwefeloxide (SO ₂ + SO ₃)	SO ₂	100	50	> 10	50	25
Stickoxide (NO + NO ₂)	NO ₂	400	200	> 1,5 > 10	300 100	200 70
Ammoniak (NH ₃)	NH ₃	10	5			
Organische Stoffe (Corg)	C	10	5			
Staub		10	5			
Kohlenmonoxid (CO) ⁴	CO	50	25 ⁵			
Zeitbezug ²		MW 0,5-8 St.				
Cadmium (Cd), Thallium (Tl)	Cd+Tl	0,05				
Quecksilber (Hg)	Hg	0,05				
Antimon (Sb), Arsen (As), Blei (Pb), Chrom (Cr), Kobalt (Co), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Nickel (Ni), Vanadium (V), Zinn (Sn)	Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn	0,5				
Zeitbezug ²		MW 6-16 St.				
Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F)	2,3,7,8-TCDD-Äquivalent (I-TEF)	0,0000001				
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	PAK ³	0,01				

- der Emissionsmassenstrom ist hier definiert als Produkt aus individuell vorgeschriebenem Grenzwert (TMW) und dem gereinigten Abgasvolumenstrom in Nm³_{tr} bezogen auf 11 % O₂
- HMW: Halbstundenmittelwert
 TMW: Tagesmittelwert
 MW 0,5 - 8 St.: Mittelwert über einen Meßzeitraum von 0,5 - 8 Stunden
 MW 6 - 16 St.: Mittelwert über einen Meßzeitraum von 6 - 16 Stunden
- Summe der Substanzen: Acenaphthen, Acenaphthylen, Anthracen, Benz(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(ghi)perylen, Benzo(a)pyren, Chrysen, Dibenz(a,h)anthracen, Fluoranthren, Fluoren, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Phenanthren, Pyren
- CO dient als Leitparameter für die Ausbrandqualität des Rauchgases. Die angegebenen generellen Werte sind bei neuen Abfallverbrennungsanlagen jedenfalls einhaltbar.
- für bereits bestehende Anlagen wird ein Grenzwert von 50 mg/Nm³ vorgeschlagen

Tabelle 2: Technischer Vorschlag von Emissionsgrenzwerten für Abwasser aus Abgasreinigungsanlagen von thermischen Abfallbehandlungsanlagen

Parameter		Gewässer	Kanal
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	30	35
pH-Wert		6,5 - 8,5	6,5 - 9,5
Arsen ber. als As	mg/l	0,1	0,1
Blei ber. als Pb	mg/l	0,1	0,1
Cadmium ber. als Cd	mg/l	0,05	0,05
Chrom-ges. ber. als Cr	mg/l	0,5	0,5
Chrom-VI ber. als Cr	mg/l	0,1	0,1
Cobalt ber. als Co	mg/l	0,5	0,5
Kupfer ber. als Cu	mg/l	0,5	0,5
Nickel ber. als Ni	mg/l	0,5	0,5
Quecksilber ber. als Hg	mg/l	0,01	0,01
Zink ber. als Zn	mg/l	1	1
Ammonium ber. als N	mg/l	10	- 3)
Cyanid leicht freisetzbar ber. als CN	mg/l	0,1	0,1
Fluorid ber. als F	mg/l	20	20
Sulfat ber. als SO ₄	mg/l	2500	1)
Sulfid ber. als S	mg/l	0,1	0,1
Sulfit ber. als SO ₃	mg/l	10	10
TOC ber. als C	mg/l	50	- 3)
CSB ber. als O ₂	mg/l	150 ²⁾	- 3)
Adsorb. org. geb. Halogene, AOX ber. als Cl	mg/l	0,1	0,1
Ausblasbare org. geb. Halogene, POX ber. als Cl	mg/l	0,1	0,1
Flüchtige aromat. Kohlenwasserstoffe (BTEX)	mg/l	0,1	0,1
PCDD/F als 2,3,7,8-TCDD-Äquivalent ⁴⁾	ng/l	0,1 ⁴⁾	0,1 ⁴⁾

- 1) Im Einzelfall bei Korrosionsgefahr für zementgebundene Werkstoffe im Kanalisations- oder Kläranlagenbereich (ÖNORM B 2502, Sept. 1992) festzulegen.
- 2) CSB-Wert ist für die Betrachtung der biologischen Abbaubarkeit nur gemeinsam mit dem BSB₅ sinnvoll, für organische Belastung ist der TOC ausreichend.
- 3) Keine Begrenzung bzw. im Einzelfall in Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit der biologischen Abwasserreinigungsanlage festzulegen.
- 4) Bei Abnahmemessungen und in begründeten Einzelfällen bei periodisch wiederkehrenden Messungen können PCDD und PCDF in den Untersuchungsrahmen aufgenommen werden.

BASIC TECHNICAL STUDY OF THERMAL WASTE TREATMENT IN AUSTRIA - ABSTRACT

This study gives a detailed description of the state-of-the-art of thermal waste treatment and includes transport and processing of waste material as well as incineration and treatment of flue gas, waste water and incineration residues. Furthermore, an overview of the existing Austrian laws and regulations is given. European standards for atmospheric emissions, liquid and solid residues are presented.

Based on these aspects proposals for a future general regulation of thermal waste treatment in Austria have been made which do not only consider waste incineration in special plants but also thermal waste treatment in the course of production processes or power generation. In this context, emission balances, based on mass and energy balances, are not only an adequate means for the comparison of technical alternatives but are also vital for environmental impact analyses.

INHALTSÜBERSICHT

1.	Grundsätzliches	3
1.1.	Zielvorstellungen	3
1.2.	Geltungsbereich und Abgrenzung	3
1.3.	Begriffsbestimmungen im Rahmen dieser Studie	4
1.3.1	Stand der Technik	4
1.3.2	Abfall	4
1.3.3	Abfallbehandlung	5
1.3.4	Thermische Behandlung	5
1.3.5	Deponierung	5
1.3.6	Abgas, Abluft.....	6
1.3.7	Abwasser	6
1.3.8	Rückstand	6
1.3.9	Emissionen	6
1.3.10	Emissionsgrenzwert	7
1.3.11	Emissionsmassenstrom	7
1.3.12	Immissionen.....	7
1.3.13	Immissionsgrenzwert	7
1.3.14	Vorbelastung.....	7
1.3.15	Zusatzbelastung.....	7
1.3.16	Gesamtbelastung.....	7
1.3.17	Gesamtwirkungsgrad	8
1.4.	Übersicht der Verfahrens- und Anlagentechnik zur thermischen Behandlung von Abfällen.....	9
1.4.1	Verbrennungsprozeß	9
1.4.2	Betriebsweise von Prozessen	12
1.4.3	Ziele der thermischen Behandlung.....	12
1.5.	Ausländische Bestimmungen	12
2.	Allgemeine Anforderungen an thermische Abfallbehandlungsanlagen	14
2.1.	Stoff- und Energiebilanzen	14
2.2.	Allgemeine Anforderungen an gasförmige Emissionen	14
2.3.	Allgemeine Anforderungen an die Abwasserentsorgung	15
2.4.	Allgemeine Anforderungen an die Behandlung und Entsorgung von festen Rückständen.....	15
2.5.	Allgemeine Anforderungen an die Begrenzung von Lärm.....	16
2.6.	Allgemeine Anforderungen an die Begrenzung von Geruch	19
2.7.	Allgemeine Anforderungen an die Energiewirtschaft	20
2.8.	Standortkriterien.....	20

II Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

	2.8.1.	Ortsfeste Anlagen	20
	2.8.2.	Mobile Anlagen	21
	2.9.	Allgemeine Anforderungen an Abdichtungen gegenüber dem Untergrund	21
	2.10.	Allgemeine Anforderungen an den Brandschutz	22
3.		Kriterien für die Zuordnung von Abfällen zu thermischen Abfallbehandlungsanlagen.....	24
	3.1.	Einsatzbereich der thermischen Behandlung im Bereich der Abfallwirtschaft.....	24
	3.2.	Zuordnungskriterien für Abfälle zu bestimmten Technologien	25
	3.2.1.	Abfalleigenschaften.....	25
	3.2.2.	Anlagenausstattung	26
	3.2.3.	Industrielle Prozesse, die für die thermische Abfallbehandlung eingesetzt werden können.....	27
	3.3.	Einsatz von Rückständen aus anderen Produktionsprozessen zur Substitution von Hilfsstoffen und Chemikalien.....	28
4.		Rechtliche Grundlagen für eine Verordnung betreffend Anforderungen an Ausstattung, Betriebsweise und Begrenzung der Luftverunreinigungen von Anlagen zur Verbrennung / thermischen Behandlung von Abfällen	29
	4.1.	Allgemeines	29
	4.2.	Abgrenzungen der zu untersuchenden Bundesgesetze	31
	4.3.	Die Verordnungsgrundlagen der Materiengesetze im einzelnen	32
	4.3.1	Abfallwirtschaftsgesetz 1990.....	32
	4.3.2	Gewerbeordnung 1973	34
	4.3.3	Luftreinhaltengesetz für Kesselanlagen 1988	37
	4.3.4	Berggesetz 1975.....	39
	4.3.5	Forstgesetz 1975	40
	4.3.6	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz.....	40
	4.3.7	Resümee und Ausblick	42
	4.4.	Informationspflichten.....	43
	4.5.	"Umweltbeauftragter"	44
5.		Mindestanforderungen an die Organisation und das Personal von thermischen Abfallbehandlungsanlagen sowie an die Information und Dokumentation	45
	5.1.	Betriebsorganisation	45
	5.2.	Betriebspersonal	45
	5.3.	Betriebsbücher.....	48
	5.4.	Bereich Kontrolle.....	48
	5.5.	Informationspflichten (siehe auch Kapitel 4.4).....	48
	5.6.	Personen- und Arbeitnehmerschutz.....	49

	5.6.1	Gesetzliche Bestimmungen.....	49
	5.6.2	Sicherheitstechnisch wichtige ÖNORMEN	49
	5.6.3	Arbeitsschutzrichtlinien aufgrund des EWR-Abkommens..	51
6.		Mindestanforderungen an die Abfallanlieferung	53
	6.1.	Transport.....	53
	6.2.	Behälter.....	53
7.		Mindestanforderungen an die Abfallübernahme.....	56
8.		Mindestanforderungen an die Abfallaufbereitung	58
	8.1.	Aufbereitung spezieller Abfälle	58
		8.1.1. Hausmüll	58
		8.1.2. Sperrmüll.....	58
		8.1.3. Klärschlamm	58
		8.1.4. Sonstige Abfallstoffe	59
	8.2.	Beschickungsplan	59
	8.3.	Gesetzliche Vorschriften, Normen und Richtlinien.....	59
9.		Technische Anforderungen an Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen.....	60
	9.1.	Rostfeuerung.....	60
		9.1.1. Verfahrensbeschreibung	60
		9.1.2. Gesetzliche Bestimmungen, Richtlinien und Normen für Anforderungen an Rostfeuerungen	63
		9.1.3. Technische Anforderungen an Rostfeuerungen	64
	9.2.	Drehrohrofen mit Nachbrennkammer	67
		9.2.1. Verfahrensbeschreibung	67
		9.2.2. Gesetzliche Bestimmungen, Richtlinien und Normen für Anforderungen an Drehrohrofen mit Nachbrennkammer... ..	69
		9.2.3. Technische Anforderungen an Drehrohrofen und Nachbrennkammer.....	69
	9.3.	Wirbelschichtanlage	70
		9.3.1. Verfahrensbeschreibung	70
		9.3.2. Gesetzliche Bestimmungen, Richtlinien und Normen für Anforderungen an Wirbelschichtfeuerungen zur thermischen Abfallbehandlung	73
		9.3.3. Technische Anforderungen an Wirbelschichtfeuerungen zur Verbrennung von Abfällen.....	73
	9.4.	Pyrolyseanlage mit Nachbrennkammer.....	74
		9.4.1. Verfahrensbeschreibung	74
		9.4.2. Gesetzliche Bestimmungen, Richtlinien und Normen für Anforderungen an Pyrolyseanlagen mit Nachbrennkammer.....	75
		9.4.3. Technische Anforderungen an Pyrolyseanlagen mit Nachbrennkammer.....	75

IV Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

9.5.	Steuerungstechnik	76
9.5.1.	Technische Anforderungen	76
10.	Technische Anforderungen an Rauchgasreinigungssysteme	78
10.1.	Abhitzekessel.....	78
10.1.1.	Gesetzliche Bestimmungen, Richtlinien und Normen für Anforderungen an Abhitzekessel nach Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen.....	78
10.1.2.	Technische Anforderungen an Abhitzekessel	79
10.2.	SNCR-Verfahren.....	79
10.3.	Entstaubungsanlagen	80
10.4.	Trockene Rauchgasreinigungsanlagen	80
10.5.	Quasitrockene Rauchgasreinigungsanlage	81
10.6.	Nasse Rauchgasreinigungssysteme	82
10.7.	Katalytische Verfahren.....	83
10.8.	Festbettreaktoren.....	84
10.8.1.	Gesetzliche Bestimmungen, Richtlinien und Normen für Anforderungen an Festbettreaktoren mit Aktivkoks.....	85
10.8.2.	Technische Anforderungen an Festbettreaktoren	85
10.9.	Systeme zur umfassenden Reinigung der Rauchgase.....	87
10.9.1.	Verfahrensbeschreibung	87
10.9.2.	Gesetzliche Bestimmungen, Richtlinien und Normen für Anforderungen an Rauchgasreinigungsanlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen.....	90
10.9.3.	Technische Anforderungen an Rauchgasreinigungsanlagen.....	90
10.9.4.	Garantiewerte	92
11.	Anlagen zur Vermeidung, Verringerung, Verwertung und Behandlung von Rückständen.....	93
11.1.	Mögliche anfallende Rückstände.....	96
11.1.1.	Rückstände aus den Inert- und schwerflüchtigem Schwermetallanteil der Abfälle.....	96
11.1.2.	Rückstände aus der SO ₂ -Abscheidung	97
11.1.3.	Rückstände aus der HCl-Abscheidung.....	97
11.1.4.	Rückstände aus der Quecksilberabscheidung	98
11.1.5.	Sonstige Bestandteile der Rückstände	99
11.2.	Spezielle Anlagen zur Behandlung der Rückstände.....	99
11.2.1.	Beschreibung der thermischen Verfahren	99
11.2.2.	Beschreibung der Verfestigungsverfahren	100
11.2.3.	Beschreibung der Extraktion von Flugasche und Schlacke	100
11.3.	Behandlungsanlagen für Prozeßlösungen und Abwässer	101

12.	Emissionsmessungen und Emissionsgrenzwerte für Abgas	108
12.1.	Allgemeine Grundlagen	108
12.1.1.	Begriffsbestimmungen	108
12.1.2.	Auflistung der bei Emissionsmessungen zu erfassenden Parameter	109
12.1.3.	Anforderungen und Aufgabenstellung an Emissionsmessungen	110
12.2.	Österreichische Regelwerke zur Begrenzung von Emissionen	111
12.3.	Internationaler Vergleich	114
12.4.	Vorschlag von Emissionsgrenzwerten	121
12.4.1.	Emissionsgrenzwerte für Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen	121
12.4.2.	Thermische Behandlung von Abfällen in industriellen Produktionsprozessen	125
12.5.	Geltungsbereich der Emissionsgrenzwerte	126
12.6.	Festlegung von Bezugsgrößen für Emissionsmessungen	127
12.7.	Prüfungen bei Inbetriebnahme einer Anlage zur thermischen Behandlung von Abfällen und Sonderprüfungen	128
12.8.	Probenahmen und Meßverfahren	129
12.8.1.	Meßplanung	129
12.8.2.	Festlegung des Meßumfangs	129
12.8.3.	Anforderungen an Meßstellen und allgemeine meßtechnische Anforderungen	131
12.8.4.	Normen- und Richtlinien zu Probenahmen und Meßverfahren	133
12.8.5.	Festlegung der zu bestimmenden Anlagenkenngrößen und Meßgrößen	136
12.9.	Meßbedingungen	136
12.10.	Aufbereitung der Meßergebnisse	136
12.11.	Festlegung von Beurteilungswerten für Emissionsmessungen	137
12.12.	Einhaltung und Überschreitung von Emissionsgrenzwerten	138
12.13.	Mindestanforderungen an die Regelungstechnik, inklusive Verriegelungsmaßnahmen	138
12.14.	Überprüfungen durch die Behörde	141
12.15.	Immissionsgrenz- und -richtwerte	142
13.	Emissionsmessungen und Emissionsgrenzwerte für prozeßbedingte Abwässer	149
13.1.	Allgemeine Grundlagen	149
13.1.1.	Begriffsbestimmungen	149
13.1.2.	Parameter, die durch Emissionsmessung zu erfassen sind	151

VI Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

13.1.3.	Anforderungen und Aufgabenstellung an Emissionsmessungen	153
13.2.	Mindestanforderungen an die Regelungstechnik, inklusive Verriegelungsmaßnahmen	154
13.2.1.	Übersicht der Meßgeräte für die Steuerung und Überwachung der Abwasseranlage	154
13.2.2.	Anforderungen an die eingesetzten Meßgeräte	154
13.2.3.	Anforderungen an Kalibrierung	155
13.2.4.	Verriegelungsmaßnahmen	156
13.3.	Internationaler Vergleich	156
13.3.1.	Emissionsgrenzwerte	156
13.3.2.	Emissionsmessungen	159
13.4.	Vorschlag von Emissionsgrenzwerten	164
13.5.	Festlegung von Bezugsgrößen	167
13.6.	Festlegung von Meßausrüstungen	167
13.6.1.	Meßausrüstung für die Probenahme	167
13.6.2.	Meßausrüstung für die Emissionsgrenzwertüberwachung - kontinuierliche Messungen	168
13.6.3.	Meßausrüstung für die Prozeßüberwachung - kontinuierliche Messungen	169
13.6.4.	Meßausrüstung für Einzelmessungen - Laborausüstung	169
13.7.	Festlegung von Beurteilungswerten	170
13.8.	Probenahmen und Meßverfahren	170
13.8.1.	Meßplanung und Festlegung des Meßumfanges	170
13.8.2.	Probennahme	171
13.8.3.	Meßverfahren	171
13.9.	Meßbedingungen	172
13.10.	Aufbereitung der Meßergebnisse	173
13.10.1.	Dokumentationsformen	173
13.10.2.	Anforderungen an die Dokumentation der Meßergebnisse	174
13.11.	Überprüfung durch die Behörde	175
14.	Messungen und Grenzwerte für feste Rückstände	176
14.1.	Allgemeine Grundlagen	176
14.1.1.	Begriffsbestimmungen	176
14.1.2.	Auflistung der durch Messungen zu erfassenden Parameter	176
14.1.3.	Anforderungen und Aufgabenstellung an Messungen	177
14.2.	Österreichische Richtwerte und internationaler Vergleich	177
14.3.	Vorschlag von Grenzwerten	185
14.4.	Festlegung von Bezugsgrößen	186

14.5.	Probenahme und Meßverfahren.....	186
14.6.	Aufbereitung der Meßergebnisse	188
14.7.	Festlegung von Beurteilungswerten	188
14.8.	Einhaltung und Überschreitung von Grenzwerten	189
14.9.	Überprüfungen durch die Behörde	189
15.	Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen	190
15.1.	Gesamtkonzepte	190
15.2.	Tendenzen in der Entwicklung weiterer Verfahrensschritte zur thermischen Behandlung von Abfällen	192
15.3.	Beschreibung des Standes der Entwicklung und des Standes der Wissenschaft.....	193
16.	Vorschläge zur weiteren Entwicklung im Bereich der Vermeidung/Verminderung, Verwertung und Behandlung von Abfällen	195
16.1.	Zielvorgaben und Leitlinien zur Abfallwirtschaft.....	195
16.2.	Technische Entwicklung.....	195
16.3.	Wirtschaftliche Rahmenbedingungen	196
	Literaturhinweise	197

VERZEICHNIS DER TABELLEN UND ABBILDUNGEN

zu Kap. 1.	Grundsätzliches	
Abb. 1.1.	Grundschema mit den wesentlichen Stoffströmen einer Abfallverbrennungsanlage als Grundlage für den Vergleich von Technologien	10
Abb. 1.2.	Übersicht der einzelnen Anlagenbereiche in der thermischen Abfallbehandlung	11
zu Kap. 2.	Allgemeine Anforderungen an thermische Abfallbehandlungsanlagen	
Tab. 2.1.	Übersicht der wesentlichen gesetzlichen Bestimmungen, Richtlinien und Normen betreffend Lärm	17
Tab. 2.2.	Übersicht der wesentlichen Richtlinien betreffend Geruch	19
Tab. 2.3.	Übersicht der Richtlinien und Normen betreffend Brandschutz	23
zu Kap. 5.	Mindestanforderungen an die Organisation und das Personal von thermischen Abfallbehandlungsanlagen sowie an die Information und Dokumentation	
Tab. 5.1.	Übersicht der vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Qualifikationen	46
Tab. 5.2.	Übersicht über die gesetzlichen Bestimmungen betreffend Personen- und Arbeitnehmerschutz	49
Tab. 5.3.	Übersicht der relevanten Normen betreffend Personen- und Arbeitnehmerschutz	50
Tab. 5.4.	Übersicht über die EU-Richtlinien betreffend Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, Gleichbehandlung von Männern und Frauen und Arbeitsrecht	51
zu Kap. 6.	Mindestanforderungen an die Abfallanlieferung	
Tab. 6.1.	Übersicht der gesetzlichen Bestimmungen und Normen für den Bereich der Abfallanlieferung	54
zu Kap. 7.	Mindestanforderungen an die Abfallübernahme	
Tab. 7.1.	Übersicht von gesetzlichen Bestimmungen und Normen im Bereich der Abfallübernahme	57

zu Kap. 9.	Technische Anforderungen an Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen	
Abb. 9.1.	Schema Rostfeuerung mit Abhitzeessel	60
Abb. 9.2.	Schema Drehrohrofen mit Nachbrennkammer und Abhitzeessel	67
Abb. 9.3.	Schema Wirbelschichtanlage	70
Abb. 9.4.	Schema Pyrolyseanlage mit Nachbrennkammer und Abhitzeessel	74
Tab. 9.1.	Übersicht der gesetzlichen Bestimmungen für Anforderungen an Rostfeuerungen	64
Tab. 9.2.	Übersicht der Richtlinien und Normen für den Bereich Steuerungstechnik	77
zu Kap. 10.	Technische Anforderungen an Rauchgasreinigungssysteme	
Tab. 10.1.	Übersicht der gesetzlichen Bestimmungen für Anforderungen an Abhitzeessel	78
Tab. 10.2.	Übersicht über Verfahrensschritte zur Rauchgasreinigung	89
zu Kap. 11.	Anlagen zur Vermeidung, Verringerung, Verwertung und Behandlung von Rückständen	
Abb. 11.1.	Verfahren zur Behandlung der anfallenden Prozeßlösungen und Abwässer in Abhängigkeit der möglichen Wasserinhaltsstoffe	104
Tab. 11.1.	Übersicht der unterschiedlichen Verfahrensschritte zur Abscheidung von Schadstoffen und dabei anfallenden Rückständen	95
Tab. 11.2.	Abwässer, die beim Betrieb einer thermischen Abfallbehandlungsanlage anfallen können	101
Tab. 11.3.	Übersicht der möglichen Verfahrensschritte zur Behandlung von Prozeßlösungen und Abwasser	105
Tab. 11.4.	Übersicht der gesetzlichen Bestimmungen für Behandlungsanlagen für Prozeßlösungen und Abwässer	107
zu Kap. 12.	Emissionsmessungen und Emissionsgrenzwerte für Abgas	
Abb. 12.1.	Emissionsschutzplan	139
Tab. 12.1.	Gesetzliche Emissionsgrenzwerte der Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen (LRV-K) für die thermische Behandlung von Abfällen	112

X Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Tab. 12.2.	Gesetzliche Emissionsgrenzwerte für Anlagen gemäß § 82 GewO, in denen bestimmte Abfälle eingebracht werden können	114
Tab. 12.3.	Gesetzliche Emissionsgrenzwerte für neue Abfallverbrennungsanlagen	115
Tab. 12.4.	Emissionsgrenzwerte für neue Abfallverbrennungsanlagen in EU-Richtlinien	119
Tab. 12.5.	Technischer Vorschlag von Emissionsgrenzwerten für Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen	122
Tab. 12.6.	Toxikologische Äquivalenzfaktoren für PCDD/F	125
Tab. 12.7.	Vorschlag für toxikologische Äquivalenzfaktoren für PCB	129
Tab. 12.8.	Häufigkeit von Einzelmessungen	131
Tab. 12.9.	Probenahme- und Analysenverfahren	133
Tab. 12.10.	Immissions-Grenz- und Richtwerte, Smogalarmgrenzwerte und Forstgrenzwerte für Staub, Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid, Ozon und Kohlenmonoxid	143
Tab. 12.11.	Immissionsgrenzwerte, Schwellenwerte und Beurteilungswerte für Immissionsbelastungen	147
zu Kap. 13.	Emissionsmessungen und Emissionsgrenzwerte für prozeßbedingte Abwässer	
Tab. 13.1.	"Gefährliche" Wasserinhaltsstoffe gemäß Anlage B der Allgemeinen Abwasseremissions-Verordnung	152
Tab. 13.2.	Internationaler Vergleich von Emissionsgrenzwerten für Abwasser	157
Tab. 13.3.	Übersicht der Analysenmethoden und entsprechende Normen	159
Tab. 13.4.	Technischer Vorschlag von Emissionsgrenzwerten für Abwasser aus Abgasreinigungsanlagen von thermischen Abfallbehandlungsanlagen	166
zu Kap. 14.	Messungen und Grenzwerte für feste Rückstände	
Tab. 14.1.	Zulässige Konzentrationen in Eluaten verschiedener Eluatklassen und Ausschlußkriterien für die obertägige Ablagerung von Abfällen (Eluatklassen {Gefährdungspotential} von Abfällen, ÖNORM S 2072)	178
Tab. 14.2.	Richtwerte zur Begrenzung der Schadstoffgehalte für Inertstoff-, Reststoff- und Kompartimentdeponien (Richtlinie für die Ablagerung von Abfällen, BMUJF und BMLF, 1990)	181
Tab. 14.3.	Grenzwerte für die Zuordnung von Abfällen zu Deponietypen	183
Tab. 14.5.	Analysenverfahren zur Untersuchung fester Rückstände	187

Vorwort

Gemäß § 29 Abs. 18 Abfallwirtschaftsgesetz (AWG) kann der Bundesminister für Umwelt mit Verordnung nähere Bestimmungen über die Vermeidung von Beeinträchtigungen im Sinne des § 1 Abs. 3 AWG gebotene, dem Stand der Technik entsprechende Ausstattung und Betriebsweise von nach dem AWG zu genehmigende Abfallbehandlungsanlagen und die von diesen einzuhaltenen, dem Stand der Technik entsprechenden Emissionsgrenzwerte erlassen.

Nach Ansicht des Bundesministeriums für Umwelt besteht ein derartiger Regelungsbedarf unter anderem für den Bereich von Anlagen zur thermischen Behandlung bzw. Verwertung von Abfällen.

Im Jahr 1993 wurde daher das Umweltbundesamt ersucht, fachliche Grundlagen zu erstellen. In weiterer Folge hat das Umweltbundesamt, nach einer öffentlichen Ausschreibung, eine Studie mit dem Titel "Grundlagen für eine technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen" an die Firma U V & P, Umweltmanagement - Verfahrenstechnik, Neubacher & Partner Ges.m.b.H. vergeben.

Die vorliegende Arbeit basiert im wesentlichen auf dieser Grundlagenstudie und soll nunmehr einer breiten Fachdiskussion zugänglich gemacht werden.

Das Bundesministerium für Umwelt beabsichtigt, die Ergebnisse dieser Fachdiskussionen noch im Jahre 1995 im Rahmen eines Workshops zusammenzufassen und in weiterer Folge als Grundlage für die Ausarbeitung einer Verordnung gem. § 29 Abs. 18 AWG heranzuziehen.

Im Rahmen der Erstellung gegenständlicher Studie fanden auf Einladung des Umweltbundesamtes Expertengespräche statt, bei denen der Inhalt dieser Studie zwischen den Teilnehmern weitgehend abgestimmt wurde.

An den begleitenden Expertengesprächen haben folgende Personen, deren Diskussionsbeiträge und Anregungen wesentlich zur vorliegenden Arbeit beigetragen haben, teilgenommen:

Ing. Kurt Brandstetter
Bundesministerium für Umwelt
Untere Donaustraße 11
1020 Wien

Univ.Prof. Dr. Paul H. Brunner
Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft
TU Wien
Karlsplatz 13/226/4
1040 Wien

2 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Dr. Othmar Gläser
Amt der Salzburger Landesregierung
Michael Bacher Straße 36
5010 Salzburg

Univ.Prof. Dr. Albert Hackl
Zivilingenieur für Gas- und
Feuerungstechnik
In der Brühl 12
3970 Weitra

Dipl. Ing. Isabella Hammer-Kossina
Umweltbundesamt
Spittelauer Lände
1090 Wien

Direktor Ing. Peter Kneissl
(Vertretung: Dr. Josef Waltl)
Welser AbfallverwertungsgesmbH
Boschstraße 39
4600 Linz

Dr. Ralf Lindbauer
Austrian Energy & Environment
Waagner Biro Straße 98
8021 Graz

Senatsrat Dipl.-Ing. Helmut Löffler
MA 22 - Umweltschutz
Ebendorferstraße 4
1010 Wien

Dr. Barbara Reiter
Umweltbundesamt
Spittelauer Lände
1090 Wien

Direktor Dipl.-Ing. Anton Wischinka
(Vertretung: Dipl.-Ing. Walter Pacher,
Dr. Wolfgang Bachmayer,
Prok. Ing. Heinrich Hartl)
Fernwärme Wien Ges.m.b.H.
Spittelauer Lände 45
1090 Wien

Dipl. Ing. Gabriele Zehetner
Umweltbundesamt
Spittelauer Lände
1090 Wien

Dipl.-Ing. Dr. Karl Heinz Gruber
Verbundgesellschaft
Rudolfsplatz 13a
1011 Wien

Dipl. Ing. Dr. Siegfried Hager
ASA Abfall Service Holding Ges.m.b.H.
Graf Starhembergasse 25
1040 Wien

Dipl.-Ing. Herbert Hofstetter
UTW Umwelttechnik Wien
11. Haidequerstraße 6
1110 Wien

Dr. Franz Kritzinger
Bundesministerium für Umwelt
Untere Donaustraße 11
1020 Wien

Dipl.-Ing. Dr. Helmut Lothaller
Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Albertstraße 1
8010 Graz

Mag. Franz Mochty
Bundesministerium für Umwelt
Untere Donaustraße 11
1020 Wien

Direktor DDr. Thomas P. Ruggenthaler
EbS Entsorgungsbetriebe Simmering
Haidequerstraße 6
1110 Wien

Univ.Prof. Dr. Friedrich Wurst
FTU Ges.m.b.H.
Shuttleworthstraße 4-8
1210 Wien

1 GRUNDSÄTZLICHES

1.1 ZIELVORSTELLUNGEN

Das Ziel der vorliegenden Studie soll die Erarbeitung der Grundlagen für die Erstellung einer Technischen Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen entsprechend dem Stand der Technik sein.

Durch eine Darstellung des Standes der Technik und eine Formulierung der technischen Anforderungen an Abfallbehandlungsanlagen sollen Mindestqualitätsstandards beschrieben werden, bestehende Gesetze und Normen werden berücksichtigt.

Durch eine umfassende Behandlung des Themenbereichs der thermischen Abfallbehandlung beginnend bei der Abfallanlieferung bis zur Behandlung bzw. Entsorgung der Rückstände kann künftigen Betreibern bzw. öffentlichen Stellen, die mit der Genehmigung derartiger Anlagen befaßt sind, eine Hilfestellung bei der Entscheidungsfindung geboten werden.

1.2 GELTUNGSBEREICH UND ABGRENZUNG

Diese Grundlagenstudie für eine technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen soll sich nicht nur auf Anlagen, die auf die thermische Behandlung von Abfällen spezialisiert sind, beschränken, sondern auch Vorschläge zur Regelung von Anlagen in industriellen Produktionsbetrieben, in denen eine solche Behandlung durchgeführt wird, beinhalten.

Diese Anlagen in industriellen Produktionsprozessen müssen dem jeweiligen Stand der Technik entsprechen. Nach einer allgemeinen Übergangsfrist soll es bei den Emissionsbegrenzungen für Produktionsanlagen, in denen Abfälle behandelt werden, nur bei den prozeßbedingten Parametern Ausnahmeregelungen geben. Für alle anderen Parameter sollen die gleichen Emissionsgrenzwerte gelten wie bei einer auf die thermische Abfallbehandlung spezialisierten Anlage.

Beschränkungen hinsichtlich der Emission von Schadstoffen sollen durch frachtabhängige Emissionsgrenzwerte und nicht an Hand von Abfalldurchsatz bzw. Brennstoffwärmeleistung erfolgen.

4 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Hinsichtlich der zeitlichen Geltungsdauer ist festzustellen, daß sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht eine längerfristig gültige Technische Anleitung erarbeitet werden soll.

Bestehende, dem heutigen Stand der Technik nicht entsprechende Anlagen wären unter Wahrung einer Übergangsfrist von etwa 5 Jahren anzupassen.

1.3 BEGRIFFSBESTIMMUNGEN IM RAHMEN DIESER STUDIE

1.3.1 Stand der Technik

Die österreichische Gesetzgebung (Gewerbeordnung 1973, BGBl. Nr. 50/1974 § 71a, Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen 1988, BGBl. Nr. 380/1988 § 2 Abs. 2) definiert den Stand der Technik als "auf den einschlägigen wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhenden Entwicklungsstand fortschrittlicher technologischer Verfahren, Einrichtungen und Betriebsweisen, deren Funktionstüchtigkeit erprobt und erwiesen ist. Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen."

1.3.2 Abfall

Das Abfallwirtschaftsgesetz (AWG, BGBl. Nr. 325/1990) definiert Abfälle als bewegliche Sachen, deren sich der Eigentümer oder Inhaber entledigen will oder entledigt hat (subjektiver Abfallbegriff), oder deren Erfassung und Behandlung im öffentlichen Interesse geboten ist (objektiver Abfallbegriff). Es wird eine Unterscheidung getroffen zwischen gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen.

Durch die Verordnung (BGBl. Nr. 49/1991) über die Festsetzung gefährlicher Abfälle wurde die ÖNORM S 2101 vom Dezember 1983 für verbindlich erklärt, in der der Begriff "überwachungsbedürftiger Sonderabfall" verwendet wird. Neben diesen Begriffen sind noch weitere Begriffe wie beispielsweise Reststoff, Rückstand, Abfallstoff, Altstoff, Wertstoff im allgemeinen Sprachgebrauch in Verwendung. Eine Vereinheitlichung der Definitionen wäre anzustreben.

Abfälle im Sinne dieser Studie sind gasförmige, flüssige und pastöse Stoffe, die nach dem AWG als Abfälle gelten.

Eine Abgrenzung gegenüber Abwasser und Abgas erscheint als erforderlich, da in diesen Bereichen andere gesetzliche Zuständigkeiten und Regelungsvorschriften bestehen.

In diesem Sinne sind Stoffe keine Abfälle, die konsensgemäß als Abwasser abgegeben werden oder mit dem Abgas- bzw. Abluftstrom gesondert abtransportiert werden.

Unterscheidungen hinsichtlich Abfallarten sind primär über die Zusammensetzung, bzw. die chemisch-physikalischen Eigenschaften der Abfälle zu treffen. Weiters können Abfälle nach ihrer Herkunft unterschieden werden.

1.3.3 Abfallbehandlung

Die Abfallbehandlung erfolgt mit dem Ziel einer umweltverträglichen Umwandlung in Stoffe, die entweder verwertbar oder in umweltverträglicher Weise ablagerungsfähig sind, d.h. die Ablagerung sollte kein Gefährdungspotential für nachfolgende Generationen darstellen (Vorsorgeprinzip gemäß AWG). Die Behandlung kann, je nach Beschaffenheit der Abfälle, durch chemische, physikalische oder biologische Verfahren erfolgen.

In diesem Zusammenhang ist auch der Begriff der Abfallkonditionierung zu erwähnen. Diese ist als Vorbehandlung des Abfalls für das jeweilige Behandlungsverfahren oder für die Deponierung definiert.

1.3.4 Thermische Behandlung

In der ÖNORM S 2100 (Ausgabe März 1990) ist dieser Begriff definiert als Behandlung des Abfalls mit thermischen Methoden mit dem Ziel seine chemischen, physikalischen bzw. biologischen Eigenschaften zu verändern. Als Beispiele werden Verbrennung, Pyrolyse, Krackprozesse, Eindampfung, Destillation, Sintern, Schmelzen, Ausglühen und Verglasen angeführt.

Im Rahmen dieser Studie soll die Verfahrensbeschreibung auf die klassischen Verfahren der thermischen Abfallbehandlung (Rost-, Wirbelschicht-, Drehrohrofen, Pyrolyseanlagen) beschränkt werden. Die erarbeiteten Mindestanforderungen sollen aber sowohl für Anlagen, die auf die Abfallbehandlung spezialisiert sind, als auch für Industrieanlagen, in die eine thermische Abfallbehandlung integriert ist, gelten.

1.3.5 Deponierung

Zeitlich unbegrenzte Ablagerung von Abfällen unter weitestgehender Vermeidung von Umweltbeeinträchtigungen (gemäß dem im AWG definierten Vorsorgeprinzip). Gemäß den Leitlinien zur Abfallwirtschaft des BMU, 1988, sollen nur mehr reaktionsarme, erdkrustenähnliche Abfälle deponiert werden.

6 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

1.3.6 Abgas, Abluft

Unter Abgas bzw. Abluft ist ein aus einer Anlage oder einem Anlagenbereich stammender, stoffliche Verunreinigungen enthaltender Gasstrom zu verstehen.

Als Rohgas bzw. Rauchgas wird jener Gasstrom bezeichnet, der die Brennkammer einer Feuerungsanlage verläßt. Das Reingas ist jener Gasstrom, der nach Durchlaufen der Rauchgasreinigungsanlage über den Kamin an die Umgebung abgegeben wird. (Anmerkung: Abgas bzw. Abluft soll hier auch als Sammelbegriff für die Ströme Rein- und Rohgas verstanden werden.)

1.3.7 Abwasser

Wasser, das infolge der Verwendung in Aufbereitungs-, Weiterverarbeitungs-, Verwertungs-, Kühl-, Lösch-, Reinigungs- oder sonstigen technischen Prozessen in seinen Eigenschaften derart verändert wird, daß es Gewässer in ihrer Beschaffenheit zu beeinträchtigen oder zu schädigen vermag.

1.3.8 Rückstand

Rückstände im Sinne dieser Studie sind feste und pastöse Abfälle, die im Verfahrensablauf der thermischen Behandlung von Abfällen entstehen.

1.3.9 Emissionen

Unter Emissionen sind die von einer Anlage ausgehenden Einträge in die Umwelt (Umgebung) zu verstehen. Diese Einträge können stofflicher Natur sein (feste, flüssige, gasförmige Verunreinigungen) oder in Form von Lärm, Energie oder ähnlichen Erscheinungen auftreten.

Gasförmige Emissionen werden wie folgt angegeben:

- a) Masse der emittierten Stoffe, bezogen auf das Volumen von Abgas im Normzustand (0°C, 1013 mbar) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf,
- b) Masse der emittierten Stoffe, bezogen auf die Zeit als Massenstrom in den Einheiten kg/h, g/h oder mg/h.

Die Luftmengen, die einer Einrichtung der Anlage zugeführt werden, um das Abgas zu verdünnen oder zu kühlen, bleiben bei der Bestimmung der Massenkonzentration unberücksichtigt.

1.3.10 Emissionsgrenzwert

Nach dem Stand der Technik festgelegte höchstzulässige Abgabe von Emissionen an die Umwelt.

1.3.11 Emissionsmassenstrom

Der Massenstrom ist die während einer Betriebsstunde bei bestimmungsgemäßen Betrieb einer Anlage unter den für die Luftreinhaltung ungünstigsten Betriebsbedingungen auftretende gesamte Emission.

Im speziellen Fall der Festlegung der frachtabhängiger Emissionsgrenzwerte wird unter Emissionsmassenstrom das Produkt aus Grenzwert (Tagesmittelwert) und dem gereinigten Abgasvolumenstrom in Nm³ (trocken) bezogen auf 11 % O₂ verstanden (siehe Kapitel 12).

1.3.12 Immissionen

Immissionen sind die auf die Umwelt und den Menschen einwirkenden Verunreinigungen stofflicher Art, sowie einwirkende Umweltfaktoren in Form von Lärm, Licht, Wärme, Strahlen oder ähnlichen Erscheinungen.

1.3.13 Immissionsgrenzwert

Immissionsgrenzwerte sind wirkungsbezogene Immissionsgrenzkonzentrationen.

1.3.14 Vorbelastung

Die Vorbelastung ist die am Standort vorhandene Belastung durch einen Schadstoff ohne den durch eine geplante Anlage zur thermischen Abfallbehandlung hervorgerufenen Immissionsbeitrag.

1.3.15 Zusatzbelastung

Die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag, der durch eine geplante thermische Abfallbehandlungsanlage hervorgerufen wird.

1.3.16 Gesamtbelastung

Die Gesamtbelastung durch einen Schadstoff am Standort ist die Summe aus der Vorbelastung und der Zusatzbelastung.

8 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

1.3.17 Gesamtwirkungsgrad

Der Gesamtwirkungsgrad gibt das Verhältnis von genutzten Energieströmen (elektrische Energie, Wärme) zur Summe der mit dem Brennstoff und der Verbrennungsluft zugeführten thermischen Energie (Heizwert H_u , latente Wärme) unter Berücksichtigung des Eigenbedarfes an. Die Systemgrenze für die Ermittlung des Gesamtwirkungsgrades umfaßt alle Anlagenbereiche einschließlich der Übernahme, Sortierung, Zwischenlagerung und Vorbehandlung von Abfall sowie Abgas-, Abwasser- und Rückstandsbehandlung. Der Eigenenergieverbrauch der Gesamtanlage ist bei der Berechnung in Abzug zu bringen.

Der Vergleich von energetischen Wirkungsgraden ist nur zulässig, wenn die für die thermische Behandlung von Abfällen vorgeschlagenen Emissionsgrenzwerte eingehalten werden.

1.4 ÜBERSICHT DER VERFAHRENS- UND ANLAGENTECHNIK ZUR THERMISCHEN BEHANDLUNG VON ABFÄLLEN

1.4.1 Verbrennungsprozeß

Beim Vorgang "Verbrennung" können vier Phasen unterschieden werden, wobei an den einzelnen Partikeln folgende Vorgänge ablaufen.

- o **Trocknung:**
Bei der Trocknung wird unter Wärmezufuhr aus dem Abfall Wasser dampfförmig abgegeben.
- o **Entgasung:**
Bei der Entgasung wird infolge weiterer Wärmezufuhr die Temperatur zunehmend erhöht und dadurch einzelne Substanzen in die Gasphase übergeführt. Während der Entgasung finden auch Krack-Vorgänge statt (Abspaltung von größeren Molekülen in kleine Fragmente).
- o **Vergasung:**
Bei der Vergasung wird unter Zufuhr von Wärme Kohlenstoff mit einem Vergasungsmittel (z.B. Wasserdampf, CO₂) durch chemische Reaktionen in gasförmige, brennbare Komponenten übergeführt.
- o **Verbrennung:**
Als letzte Stufe erfolgt die eigentliche Verbrennung, d.h. die Oxidation von brennbaren Gasen mit gasförmigem Sauerstoff unter Freisetzung von Wärme. Bei vollständiger Verbrennung entstehen beispielsweise aus Kohlenwasserstoffverbindungen die Endprodukte CO₂ und H₂O.

Unter Pyrolyse wird strenggenommen nur die thermische Behandlung unter Ausschluß von Sauerstoff verstanden, d.h. es handelt sich um die Teilprozesse Entgasung und Cracken. Der Begriff Pyrolyse wird aber auch für Prozesse verwendet, bei denen eine Vergasung stattfindet bzw. nach der Ent- bzw. der Vergasungsstufe noch eine Verbrennungsstufe nachgeschaltet wird.

10 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Die folgende Abbildung 1.1 zeigt die wesentlichen Stoffströme in einer Abfallverbrennungsanlage.

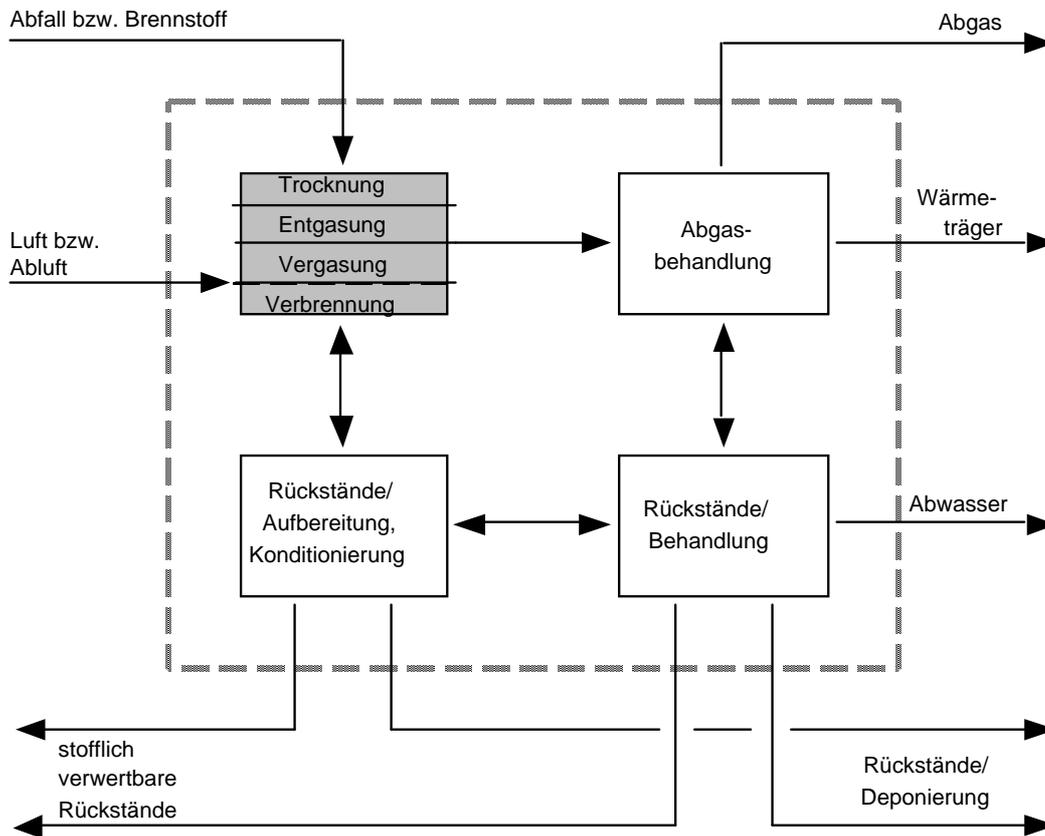


Abb. 1.1: *Grundschema mit den wesentlichen Stoffströmen einer Abfallverbrennungsanlage als Grundlage für den Vergleich von Technologien.*

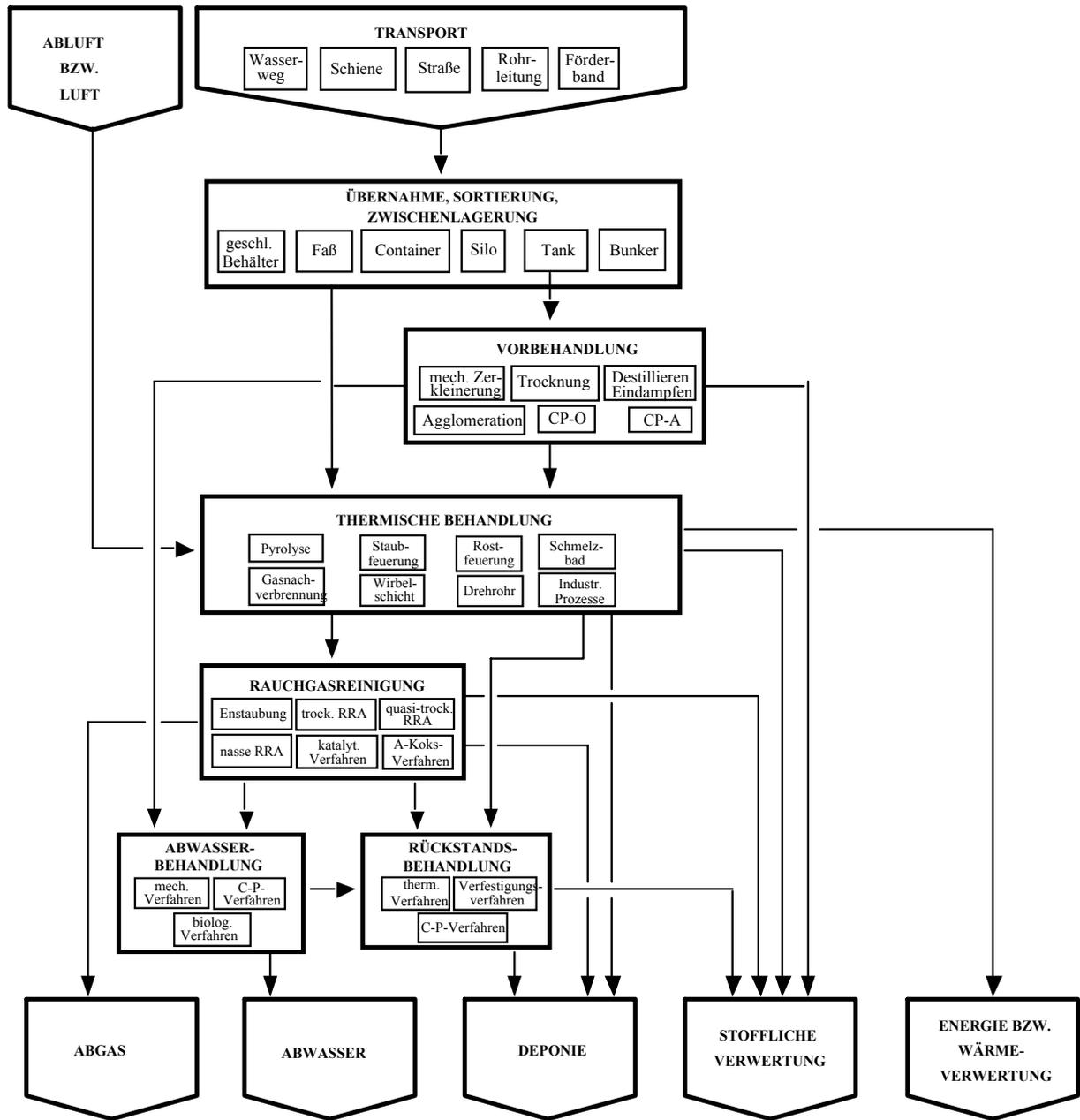


Abb. 1.2: Übersicht der einzelnen Anlagenbereiche in der thermischen Abfallbehandlung

12 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

1.4.2 Betriebsweise von Prozessen

Hinsichtlich Betriebsweise sind kontinuierliche und diskontinuierliche Prozesse (beispielsweise Pyrolyseanlagen für Krankenhausabfälle) zu unterscheiden. Im Falle der thermischen Behandlung sind kontinuierliche Prozesse grundsätzlich vorzuziehen, da die auftretenden großen Gasströme für die erforderliche Behandlung nicht bzw. nur mit unververtretbarem Aufwand für eine nachgeschaltete Abgasbehandlung gespeichert bzw. zwischengelagert werden können.

Bei diskontinuierlichen Prozessen ergeben sich insbesondere durch die beim Anfahrbetrieb entstehenden erhöhten Emissionen zusätzliche Umweltbelastungen.

1.4.3 Ziele der thermischen Behandlung

Die Ziele einer thermischen Abfallbehandlung können unterschiedlich sein. Es kann die weitgehende Inertisierung von Abfällen, die Volumenreduktion, die Gewinnung anorganischer Stoffe (Rückgewinnung entlackter Metallteile, Gewinnung metallischer Sekundärrohstoffe, etc.) oder die Energiegewinnung im Vordergrund stehen.

Gemäß Abfallwirtschaftsgesetz (BGBl Nr. 325/1990) steht bei der thermischen Behandlung von Abfällen der Entsorgungsaspekt im Vordergrund.

1.5 AUSLÄNDISCHE BESTIMMUNGEN

Für eine "Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen" existieren im Ausland mehr oder weniger vergleichbare Richtlinien und Technische Regelwerke. Dazu gehören insbesondere:

- o VDI-Richtlinie 2114, 1992: Emissionsminderung - Thermische Abfallbehandlung, Verbrennung von Hausmüll und hausmüllähnlichen Abfällen
 - o VDI-Richtlinie 2301, 1993: Emissionsminderung - Verbrennen von Abfällen aus Krankenhäusern und sonstigen Einrichtungen des Gesundheitswesens
 - o VDI-Richtlinie 3460, 1991: Emissionsminderung - Thermische Abfallbehandlung, Verbrennung von Sonderabfällen
 - o Technische Anleitung Abfall, 2. allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz vom 12.3.1991
-

- o Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstiger Entsorgung von Siedlungsabfällen, 3. allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Abfallgesetz vom 14.5.1993
- o AMTSBLATT DER EG, 1984: Richtlinie zur Bekämpfung der Luftverunreinigung durch Industrieanlagen, 84/360/EWG
- o AMTSBLATT DER EG, 1989: Richtlinie über die Verhütung der Luftverunreinigung durch neue Verbrennungsanlagen für Siedlungsmüll, 89/369/EWG
- o AMTSBLATT DER EG, 1989: Richtlinie über die Verringerung der Luftverunreinigung durch bestehende Verbrennungsanlagen für Siedlungsmüll, 89/429/EWG
- o AMTSBLATT DER EG, 1993: Geänderter Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über die Verbrennung gefährlicher Abfälle, 93/C 190/05, mit Änderungen des Parlaments vom 9.3.1994.

Darüber hinaus sind Bestimmungen über die abluft- und abwasserseitigen Emissionsgrenzwerte von Abfallverbrennungsanlagen in den einschlägigen Luft- und Abwasserreinhaltegesetzen verankert.

Für den Bereich "Luftreinhaltung" zählen dazu unter anderem (siehe auch Kapitel 12):

- o 17. BImSchV (BRD)
- o TA-Luft (BRD)
- o Schweizer LRV
- o Niederländische BLA
- o Schwedische LRV

Für den Bereich "Wasserreinhaltung" wurden folgende Bestimmungen zum Vergleich herangezogen (siehe auch Kapitel 13):

- o BRD: Rahmen-Abwasserverwaltungsverordnung, 40. und 47. Anhang
 - o Schweiz: Verordnung über Abwassereinleitung
-

2 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN THERMISCHE ABFALL-BEHANDLUNGSANLAGEN

2.1 STOFF- UND ENERGIEBILANZEN

Stoff- und Energiebilanzen sind ein wichtiges Instrument zur Abschätzung von Umweltauswirkungen von technischen Anlagen sowie Grundlage für einen Variantenvergleich.

Bei der Abschätzung der Emissionen einer Anlage sind alle Einsatzstoffe (Roh- und Hilfsstoffe) sowie sämtliche Produkte und Nebenprodukte und auch jene Emissionen, die in Zusammenhang mit deren Herstellung, Verwendung und Entsorgung entstehen, einzubeziehen. Ergänzend sind auch die bei An- und Abfahr-, sowie bei Teillastbetrieb entstehenden Emissionen einzubeziehen.

Wesentlich für die Anwendung von Bilanzen ist die exakte Abgrenzung des Bilanzgebietes und die Angabe aller zur Erstellung getroffener Annahmen und Vereinfachungen. Letzteres ist vor allem in Hinblick darauf entscheidend, daß es für die Erstellung und Interpretation von Stoff- und Energiebilanzen kein genormtes Vorgehen gibt, und die Einbeziehung von Wertungen/Wertvorstellungen nicht vermieden werden kann (z.B. Einschätzung des Gefährdungspotentials eines Schadstoffes). Dazu sei auch folgende Stellungnahme eines Experten (F. Schmidt-Bleek in "Wieviel Umwelt braucht der Mensch?", Birkhäuser Verlag 1993) angeführt: "Eindringlich soll daran erinnert werden, daß es wissenschaftlich nicht möglich ist, die Gesamtheit aller Auswirkungen auch nur eines einzigen Stoffes auf die Umwelt zu kennen, zu simulieren, zu quantifizieren oder gar in Geldwerten auszudrücken."

2.2 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN GASFÖRMIGE EMISSIONEN

Übereinstimmend mit den im AWG definierten Zielsetzungen soll für die Abgabe von Abgas in die Atmosphäre allgemein gefordert werden, daß sie so zu erfolgen hat, daß schädliche, nachteilige oder sonst das allgemeine menschliche Wohlbefinden beeinträchtigende Einwirkungen auf Menschen sowie auf Tiere, Pflanzen, deren Lebensgrundlagen und deren natürliche Umwelt so gering wie möglich gehalten werden.

2.3 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DIE ABWASSER- ENTSORGUNG

Die Abwasserentsorgung soll nach den im § 30 des Wasserrechtsgesetzes (WRG, BGBl Nr. 215/1959) definierten Zielen zur Reinhaltung von Gewässern erfolgen:

"(1) Alle Gewässer einschließlich des Grundwassers sind im Rahmen des öffentlichen Interesses und nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen so reinzuhalten, daß die Gesundheit von Mensch und Tier nicht gefährdet, Grund- und Quellwasser als Trinkwasser verwendet, Tagwässer zum Gemeingebrauche sowie zu gewerblichen Zwecken benutzt, Fischwässer erhalten, Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes und sonstige fühlbare Schädigungen vermieden werden können."

"(2) Unter Reinhaltung der Gewässer wird in diesem Bundesgesetz die Erhaltung der natürlichen Beschaffenheit des Wassers in physikalischer, chemischer und biologischer Hinsicht (Wassergüte), unter Verunreinigung jede Beeinträchtigung dieser Beschaffenheit und jede Minderung des Selbstreinigungsvermögens verstanden."

"(3) Unter Schutz der Gewässer wird in diesem Bundesgesetz die Erhaltung der natürlichen Beschaffenheit des Gewässers und der für die ökologische Funktionsfähigkeit des Gewässers maßgebliche Uferbereiche sowie der Schutz des Grundwassers verstanden."

Der Begriff Vorfluter ist als historisch überholt einzustufen, da heute alle natürlichen Gewässer als schutzwürdige Ökosysteme eingestuft werden, und daher der Mißbrauch von Fließgewässern als Vorfluter zum Abtransport von Abfall- bzw. Schadstoffen nicht mehr zeitgemäß ist.

2.4 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DIE BEHANDLUNG UND ENTSORGUNG VON FESTEN RÜCKSTÄNDEN

Entsprechend den Zielen und Grundsätzen des AWG sollen Rückstände aus der thermischen Behandlung von Abfällen einer Verwertung zugeführt werden, soweit dies ökologisch vorteilhaft und technisch möglich ist, die dabei entstehenden Mehrkosten im Vergleich zu anderen Verfahren der Abfallbehandlung nicht unverhältnismäßig sind, und ein Markt für die gewonnenen Stoffe vorhanden ist oder geschaffen werden kann. Ist eine Verwertung nicht möglich, ist durch die Rückstandsbehandlung sicherzustellen, daß nur möglichst reaktionsarme und konditionierte Rückstände zu einer geordneten Ablagerung gelangen (siehe auch Kapitel 14).

16 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß die Rückstandsbehandlung nach Möglichkeit durch spezifische Verfahrenstechnik so gestaltet werden soll, daß eine weitestgehende Verwertung der einzelnen Rückstandsströme (beispielsweise Chloridfracht, Metalle, verglaste Schlacke) möglich wird (siehe auch Kapitel 11), andernfalls ist eine umweltverträgliche Deponierung sicherzustellen.

Die gesetzlichen Bestimmungen, Richtlinien und Normen für die Kapitel gasförmige Emissionen, Abwasserentsorgung und feste Rückstände, werden in den Kapiteln 12, 13 und 14 behandelt.

2.5 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DIE BEGRENZUNG VON LÄRM

Gemäß Stand der Technik kann die Entwicklung und Ausbreitung von Lärm durch technische Maßnahmen derart eingeschränkt werden, daß einerseits für die Anrainer und andererseits für die betroffenen Arbeitnehmer unzumutbare Belastungen weitestgehend vermieden werden können.

In diesem Zusammenhang ist auf die Notwendigkeit einer umweltverträglichen Raumordnung hinzuweisen, da Transportvorgänge ebenso wie mechanische Betriebsvorgänge mit Lärm-entwicklung verbunden sind.

Bei der Auslegung sind daher auch die zeitlichen Einwirkungen (beispielsweise Anlieferungszeiten, Betriebszeiten) einzubeziehen, um unnötige Belastungen während der Nacht und an Sonn- sowie Feiertagen, speziell für Anrainer, zu vermeiden.

Über die Bekämpfung und Begrenzung des Lärms, der von gewerblichen Betriebsanlagen ausgeht, enthalten die Gewerbeordnung, das Arbeitsinspektorsgesetz und das Verkehrsarbeitsinspektionsgesetz einschlägige Anordnungen (siehe Tab. 2.1).

Tab. 2.1: Übersicht der wesentlichen gesetzlichen Bestimmungen, Richtlinien und Normen betreffend Lärm.

BGBI. Nr. 50/1974 BGBI. Nr. 29/1993	Gewerbeordnung 1973 Gewerberechtsnovelle 1992
BGBI. Nr. 234/1972 BGBI. Nr. 218/1983	Arbeitnehmerschutzgesetz Allgemeine Arbeitnehmerschutzverordnung
ÖNORM B 8115 Teil 1 Teil 2 Teil 3	Schallschutz und Raumakustik im Hochbau Begriffe und Einheiten Anforderungen an den Schallschutz Raumakustik
ÖNORM S 5004	Messung von Schallemissionen
ÖNORM S 5010	Schallabstrahlung von Industriebauten; Nachbarschaftsschutz
ÖNORM S 5021 Teil 1 Teil 2	Schalltechnische Grundlagen für örtliche und überörtliche Raumplanung und Raumgestaltung Allgemeines Darstellung von Lärmkategorien in Lärmkarten
ÖNORM S 5039	Bestimmungen der Schalleistung von Schallquellen - Verfahren für Industrieanlagen mit mehreren einzelnen Schallquellen; Ausgabe Juni 1991
ÖNORM S 5087	Besondere Festlegungen für die Bestimmung der Schalleistung von Zerkleinerungsmaschinen; Ausgabe Juni 1991.
ÖNORM S 5088	Meß- und Betriebsbedingungen für die Bestimmung der Schalleistung von Turbomaschinensätzen in Wärmekraftanlagen; Ausgabe Oktober 1991
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 3 Bl. 1 Bl. 2 Bl. 3 Bl. 4	Schalltechnische Grundlagen für die Beurteilung von Lärm Lärm aus der Nachbarschaft Lärm am Arbeitsplatz Ermittlung und Kennzeichnung lärmender Arbeitsplätze Schießlärm in der Nachbarschaft
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 4	Körperschallgedämmte Aufstellung von Maschinen
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 6	Gesundheitsbeeinträchtigung durch Lärm
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 7	Schwingungsgedämmte Maschinenaufstellung
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 9	Lärminderung in Betrieben - Grundlagen
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 10	Schalltechnische Grundlagen für die Errichtung bzw. Erweiterung von Betriebsanlagen
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 11	Die rechtlichen Grundlagen für die Lärmbekämpfung (+ Ergänzungsblatt 1)
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 12	Geräuscharme Maschinen, Allgemeines

18 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

ÖAL-RICHTLINIE Nr. 13	Persönlicher Schallschutz
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 14	Berechnung des Schallpegels in Betriebshallen
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 15	Sicherung der Nachtruhe
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 17	Lärminderung durch schallschluckende Ausstattung
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 18	Die ärztliche Begutachtung von Störungen durch Lärm
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 20	Schallschutztechnische Begriffe und Messungen
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 21 Bl. 2 Bl. 3 Bl. 4 Bl. 5	Schalltechnische Grundlagen für die örtliche und überörtliche Raumplanung Erstellung von Lärmkarten Beispiele für die Praxis Lärmkataster Widmungskategorien
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 25	Schalltechnische Grundlagen für die Kennzeichnung der Geräuschabgabe von Maschinen und Geräten
ÖAL-RICHTLINIE Nr. 28	Schallabstrahlung und Schallausbreitung
DIN-NORM 45645	Einheitliche Ermittlung des Beurteilungspegels für Geräuschimmissionen (Geräuschimmissionen am Arbeitsplatz)
VDI-RICHTLINIE Nr. 2057	Beurteilung der Einwirkung mechanischer Schwingungen von Maschinen
VDI-RICHTLINIE Nr. 2058 Bl. 1 Bl. 2	Beurteilung von Arbeitslärm Beurteilung von Arbeitslärm in der Nachbarschaft Beurteilung von Arbeitslärm am Arbeitsplatz hinsichtlich Gehörschäden
VDI-RICHTLINIE Nr. 2081	Lärminderung bei Lüftungstechnischen Anlagen
VDI-RICHTLINIE Nr. 2567	Schallschutz durch Schalldämpfer
VDI-RICHTLINIE Nr. 2571	Schallabstrahlung von Industriebauten - Nachbarschaftsschutz
VDI-RICHTLINIE Nr. 2711	Schallschutz durch Kapselung
VDI-RICHTLINIE Nr. 2713	Lärminderung bei Wärmekraftanlagen
VDI-RICHTLINIE Nr. 2715	Lärminderung an Warm- und Heißwassererzeugungsanlagen

2.6 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DIE BEGRENZUNG VON GERUCH

Zu Emissionen von geruchsintensiven Stoffen kann es im Zusammenhang mit der thermischen Behandlung von geruchsintensiven Abfällen im Bereich der Anlieferung, Lagerung und Vorbehandlung kommen. Durch geschlossene Systeme, möglichst mit Anwendung von Unterdruck und Vermeidung von Erwärmung sind diese Emissionen zu verringern. Erforderlichenfalls sind die geschlossenen Systeme mit Schleusen und Abluftbehandlungsmaßnahmen auszustatten, wie dies beispielsweise im Bereich der Tierkörperverwertung bereits Stand der Technik ist.

Besondere Beachtung der Geruchsentwicklung ist bei Pyrolyseprozessen notwendig, da hier geruchsintensive Substanzen gebildet werden und in den Pyrolyseprodukten enthalten sind. Daher ist die Handhabung von Pyrolyseöl und Pyrolysegas gegebenenfalls mit besonderen Maßnahmen zur Vermeidung von Geruchsbelästigungen verbunden.

Tab. 2.2: Übersicht der wesentlichen Richtlinien betreffend Geruch ¹.

VDI-RICHTLINIE	Nr. 3881 Bl. 1 Bl. 2 Bl. 3 Bl. 4	Olfaktometrie; Geruchsschwellenbestimmung Grundlagen, Ausgabe 1986-05-00 Probenahme, Ausgabe 1987-01-00 Olfaktometer mit Verdünnung nach dem Gasstrahlprinzip, Ausgabe 1986-11-00 Anwendungsvorschriften und Verfahrenskenngrößen, Ausgabe 1989-12-00
VDI-RICHTLINIE	Nr. 3882 Bl. 1 Bl. 2	Olfaktometrie Bestimmung der Geruchsintensität, Ausgabe 1992-10-00 Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung, Ausgabe 1992-02-00

1 Gesetzliche Regelungen betreffend Geruch bestehen in der BRD in der Geruchs-Immissionsverwaltungsverfahrensvorschrift (GeruchslmV V SN; Verwaltungsvorschrift zur Feststellung und Beurteilung von Geruchsemissionen; Geruchsimmissionsrichtlinie).

20 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

2.7 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DIE ENERGIEWIRTSCHAFT

Durch die bei der thermischen Behandlung von Abfällen erforderlichen hohen Temperaturen ist eine Energiegewinnung aus der Abwärme technisch möglich.

Der energetische Wirkungsgrad ist neben der Einhaltung von Abgas- und Abwassergrenzwerten entsprechend dem Stand der Technik sowie der stofflichen Verwertung von Rückständen bzw. der Einhaltung von Grenzwerten für deren Deponierung als eines der wesentlichen Kriterien für die Beurteilung einer thermischen Behandlungsanlage zu bewerten. Für die Berechnung des Wirkungsgrades muß die Gesamtanlage, einschließlich des Energieaufwandes für die Übernahme, Sortierung, Zwischenlagerung, Vorbehandlung sowie für die erforderliche Abgas-, Abwasser- und Rückstandsbehandlung zur Einhaltung sämtlicher Grenzwerte (siehe auch Kapitel 12 bis 14) beachtet werden.

Im Zuge der Planung von thermischen Behandlungsanlagen soll die Wertigkeit der einzelnen Energieströme im Sinne einer Exergiebilanz (Energiewertigkeit) beachtet werden.

Für die Praxis bedeutet dies, daß bei der Anlagenplanung die Möglichkeit des Einsatzes einer Kraft-Wärmekopplung geprüft und ein möglichst hoher Gesamtwirkungsgrad der Anlage angestrebt werden soll. Die möglichst vollständige Energienutzung kann gegebenenfalls durch die Einbindung in ein Fernwärmenetz oder durch die Integration in einen industriellen Produktionsstandort mit ganzjährigem Wärmebedarf sichergestellt werden.

In Sonderfällen, beispielsweise bei der thermischen Behandlung von kontaminierten Böden oder Altlasten, kann bei fehlender Möglichkeit zur Wärmeverwertung auf die Forderung nach einem hohen energetischen Gesamtwirkungsgrad verzichtet werden.

2.8 STANDORTKRITERIEN

2.8.1 Ortsfeste Anlagen

Bei der Standortwahl für Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen ist auf Gesichtspunkte der Raumordnung Rücksicht zu nehmen.

Die wesentlichen Standortkriterien aus der Sicht des Umweltschutzes ergeben sich aus der Emissionsbilanz und den Anforderungen an Abgas, Abwasser und die anfallenden Rückstände, wobei der Anschluß an die verkehrstechnische Infrastruktur und die Verfügbarkeit der sonstigen technischen Infrastruktur einschließlich Abwärmenutzung

gegeben sein soll, da andernfalls zusätzlich hohe Kosten anfallen. Dies betrifft die Bereitstellung von Hilfsstoffen und Hilfsmedien ebenso wie von technischen Diensten (Werkschutz, Feuerwehr, etc.).

Die Auswahl zwischen geeigneten Standorten soll letztlich auch unter Berücksichtigung der Minimierung von Transportvorgängen erfolgen.

Neben den Kriterien, die den Umweltschutz betreffen, sind Sicherheitsaspekte bei der Standortwahl einzubeziehen.

2.8.2 Mobile Anlagen

Neben der ortsfesten Ausführungsform von thermischen Abfallbehandlungsanlagen besteht auch grundsätzlich die Möglichkeit von mobilen Anlagen.

Mobile Anlagen unterscheiden sich nur durch die konstruktive Möglichkeit des Transports der Gesamtanlage von ortsfesten Anlagen. Es sind daher dieselben Mindestanforderungen wie für ortsfeste Anlagen zu stellen (siehe auch folgende Kapitel).

2.9 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN ABDICHTUNGEN GEGEN- ÜBER DEM UNTERGRUND

Obgleich die technischen Anlagen und Lagereinrichtungen gegenüber dem Untergrund als technisch dichte Systeme auszuführen sind, soll in Hinblick auf mögliche Betriebsstörungen und Störfälle ein kontrollierbares Dichtungssystem zum Schutz des Bodens und des Grundwassers vorhanden sein. Daraus leiten sich erforderliche bautechnische Maßnahmen zur Rückhaltung von Löschwasser und Ausbildung von Bauwerken mit Auffangwannen oder sonstiger bautechnischer Maßnahmen ab.

Bei großen Mengen an umweltgefährdenden Flüssigkeiten sind besondere Anforderungen an die hydrogeologische Standorteignung zu richten, wobei Möglichkeiten zur Überwachung und nachträglichen Sanierung von aufgetretenen Verunreinigungen im Untergrund berücksichtigt werden sollen.

In diesem Zusammenhang ist auf die Regelungen und Sicherheitsbestimmungen für die Lagerung von Mineralöl und chemischen Produkten hinzuweisen, obgleich diese häufig ein höheres Sicherheitsrisiko darstellen als Abfall und überdies in größeren Mengen gelagert, transportiert und umgeschlagen werden.

22 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Die derzeit geltenden Anforderungen an Abdichtungen gegenüber dem Untergrund leiten sich aus den allgemeinen Grundsätzen des Wasserrechtsgesetzes (BGBl. Nr. 215/1959 § 30, § 31, § 31a) ab.

Für die Prüfung und Abnahme von ausgeführten Abdichtungen gibt es in Österreich derzeit keine gesetzlichen Vorschriften. In der Praxis werden diese Prüfungen daher nach den Forderungen, die im deutschen Wasserhaushaltsgesetz (§ 19, im speziellen §§ 19g, 19h, 19i) vom Juli 1957, idF vom September 1986, gestellt werden, durchgeführt.

2.10 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DEN BRANDSCHUTZ

Bei der Behandlung von Abfällen treten unterschiedliche Mischungen von Abfällen und damit Reaktionsmöglichkeiten auf. Daher sind im Bereich der Manipulation und Mischung von Abfällen rasch wirksame Brandschutz- und Brandbekämpfungsmaßnahmen sowie eine Begrenzung der im Störfall maximal betroffenen Abfallmenge durch technische Maßnahmen sicherzustellen.

Für die technischen Anforderungen des Brandschutzes sind im industriellen Bereich zahlreiche Vorschriften und Regelwerke bereits vorhanden, die sinngemäß auch auf die thermische Behandlung von Abfällen anzuwenden sind.

Tab. 2.3: Übersicht der Richtlinien und Normen betreffend Brandschutz

ÖNORM B 3800 T 1-3	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
ÖNORM F 1000-1	Feuerwehr- und Brandschutzwesen - Begriffsbestimmungen, Allgemeines
ÖNORM F 1000-2	Feuerwehr und Brandschutzwesen - Begriffsbestimmungen, Brandschutz
ÖNORM F 1000-3	Feuerwehr und Brandschutzwesen - Begriffsbestimmungen, technischer Einsatz
ÖNORM F 2030-1	Kennzeichen für den Brandschutz - Begriffsbestimmungen, Anforderungen, Ausführung
ÖVE E 32/1984	Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen und in deren Nähe
TRVB A 100/87	Brandschutzeinrichtungen, rechnerische Ermittlung
TRVB B 108/91	Baulicher Brandschutz - Brandabschnittsbildung
TRVB O 119/88	Betriebsbrandschutz - Organisation
TRVB O 120/88	Betriebsbrandschutz - Eigenkontrolle
TRVB O 121/92	Brandschutzpläne
TRVB F 124/86	Erste und erweiterte Löschhilfe - Anhang: Verzeichnis geprüfte Handfeuerlöscher
TRVB F 128/90	Steigleitungen und Wandhydranten
TRVB F 134/87	Flächen für die Feuerwehr auf Grundstücken
TRVB C 145/93	Lagerungen von gefährlichen Stoffen
TRVB F 153	Löschmittelbedarf und Löschmittelvorrat für Betriebsanlagen (Entwurf)

3 KRITERIEN FÜR DIE ZUORDNUNG VON ABFÄLLEN ZU THERMISCHEN ABFALLBEHANDLUNGSANLAGEN

3.1 EINSATZBEREICH DER THERMISCHEN BEHANDLUNG IM BEREICH DER ABFALLWIRTSCHAFT

Im Abfallwirtschaftsgesetz (§1 Abs. 2) sind die Prioritäten der Abfallwirtschaft wie folgt festgelegt:

1. Abfallvermeidung: Abfallmengen und deren Schadstoffgehalt sind so gering wie möglich zu halten.
2. Abfallverwertung: Abfälle sind zu verwerten, soweit dies ökologisch vorteilhaft und technisch möglich ist, die dabei entstehenden Mehrkosten im Vergleich zu anderen Verfahren der Abfallbehandlung nicht unverhältnismäßig sind und ein Markt für die gewonnenen Stoffe vorhanden ist oder geschaffen werden kann.
3. Abfallentsorgung: Abfälle, die nicht verwertbar sind, sind je nach ihrer Beschaffenheit durch biologische, thermische oder chemisch-physikalische Verfahren zu behandeln. Feste Rückstände sind möglichst reaktionsarm und konditioniert abzulagern.

Die thermische Behandlung von Abfällen hat gemäß Abfallwirtschaftsgesetz ihren Stellenwert daher einerseits im Bereich der Abfallentsorgung und andererseits in der Abfallverwertung.

Die thermische Behandlung kann außer in speziellen Abfallbehandlungsanlagen auch in Produktions- oder Energieversorgungsanlagen, sofern diese dem heutigen Stand der Technik entsprechen, erfolgen.

Aus Sicht des vorsorglichen Umweltschutzes sollen grundsätzlich auch in Produktionsprozessen in denen Abfälle thermisch behandelt werden, die vorgeschlagenen Emissionsgrenzwerte für Abfallbehandlungsanlagen eingehalten werden. Der Einsatz von Abfällen zur thermischen Behandlung in vorhandenen Produktionsanlagen ermöglicht im Einzelfall zusätzliche Erlöse bzw. Kosteneinsparungen, die ergänzende Maßnahmen zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte wirtschaftlich ermöglichen.

In konkreten Fällen kann gezeigt werden, daß der Betrieb und vor allem die Errichtung neuer Abfallbehandlungsanlagen, welche die Emissionsgrenzwerte gemäß Stand der Technik für die

thermische Abfallbehandlung einhalten, wirtschaftlich nicht möglich ist, wenn die betreffenden Abfälle unter Zugeständnis höherer Emissionsgrenzwerte in vorhandenen Produktionsanlagen eingesetzt werden dürfen.

Allerdings treten für bestimmte Produktionsprozesse verfahrenstechnisch bedingt höhere Emissionen bestimmter Stoffe auf (z.B. Bildung von CO bei den höheren Temperaturen im Sinterprozeß der Zementherstellung), die in keinem direkten Zusammenhang mit einem allfälligen Einsatz von Abfällen zur thermischen Behandlung im Produktionsprozeß stehen. Es sind daher im Einzelfall jene Emissionsparameter und die Lokation der Meßstellen festzulegen, die eine Überwachung der relevanten Emissionsgrenzwerte für die thermische Abfallbehandlung sicherstellen können (siehe Kapitel 12).

3.2 ZUORDNUNGSKRITERIEN FÜR ABFÄLLE ZU BESTIMMTEN TECHNOLOGIEN

Unabhängig davon, ob die Abfälle in einer auf die Abfallbehandlung spezialisierten Anlage oder in einem Produktionsprozeß behandelt werden, sollen für die Zuordnung die chemisch/physikalischen Eigenschaften des Abfalls und die Ausstattung und Betriebsweise der Anlage als Kriterien für die Zuordnung herangezogen werden.

3.2.1 Abfalleigenschaften

Da es sich bei Abfällen meist um heterogene Gemische von organischen und anorganischen Bestandteilen handelt, muß ein breites Spektrum von Eigenschaften berücksichtigt werden, um in der thermischen Abfallbehandlung ein Minimum an Emissionen zu erzielen. Die für die Emissionen wesentlichen Parameter im Abfall sind Schwermetalle (insbesondere Hg), Schwefel, Stickstoff, Halogene und thermisch stabile organische Substanzen (z.B. PCB, PCDD).

Der Heizwert und die zu seiner rechnerischen Ermittlung erforderlichen Parameter (Gehalte an C, H, N, O, S) sind die für die Verbrennung wesentlichen Eigenschaften der Abfälle. Sie bestimmen Luft- und Rauchgasmenge sowie den Anfall von Abwärme.

Bei den der Verbrennung vorgelagerten Bereichen des Transportes, Manipulation und Vorbehandlung spielen die gesundheits- und umweltgefährdenden Eigenschaften eine entscheidende Rolle. Aus diesen Kriterien lassen sich beispielsweise Anforderungen an den Grundwasserschutz, diverse Sicherheitsvorkehrungen im Transport und in der Lagerhaltung etc. ableiten.

26 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

In der ÖNORM S 2110 (Analytische Beurteilung von Abfällen) sind speziell die für die erstmalige Erfassung von unbekanntem Abfall zu analysierende Parameter angeführt. Der Umfang der Analyse kann aber bei Kenntnis der Herkunft eines Abfalls, die bereits Informationen über Zusammensetzung und Eigenschaften liefert, eingeschränkt werden (z.B. Abfälle aus definierten Produktionsprozessen, etc.). In diesem Fall sollte aber durch technische Einrichtungen oder durch Kontrollmaßnahmen die Identität des Abfalls sichergestellt werden. Analog kann der Analytikaufwand bei entsprechender Anlagenausstattung und Betriebsweise gegenüber der ÖNORM S 2110 wesentlich reduziert werden.

3.2.2 Anlagenausstattung

Die einzelnen Anlagenbereiche, wie beispielsweise Übernahme, Lager, Vorbehandlung, Verbrennung, Rauchgasreinigung und Rückstandsbehandlung bedingen Einschränkungen bei den zulässigen Abfällen bzw. lassen sich umgekehrt daraus für bestimmte Abfälle die Mindestanforderungen an die Anlagenausstattung ableiten.

Besondere Bedeutung kommt dabei der Rauchgasreinigung zu, da hier der entscheidendste Beitrag zur Emissionsminderung erfolgt. Es können die folgenden Stufen in verschiedenen Kombinationen zum Einsatz kommen (siehe auch Kap. 10):

- Feinstaub-Abscheidung, insbesondere Schwermetalle
- SO₂-Abscheidung
- Halogenid-Abscheidung (z.B. HF, HCl)
- Abscheidung bzw. Zerstörung thermisch stabiler organischer Substanzen (z.B. PCDD und PCDF)
- Hg-Abscheidung und Abscheidung sonstige leichtflüchtige Schwermetalle und -verbindungen
- NO_x-Abscheidung bzw. -Zerstörung

Aus dem möglichen Schadstoffgehalt eines Abfalls und der bei einer thermischen Behandlungsanlage vorhandenen Rauchgasreinigung kann daher im Einzelfall abgeleitet werden, ob eine Behandlung in der betreffenden Anlage grundsätzlich in Frage kommt.

3.2.3 Industrielle Prozesse, die für die thermische Abfallbehandlung eingesetzt werden können

Unter Anwendung der oben angeführten Kriterien (vorhandene Rauchgasreinigungssysteme entsprechend dem Stand der Technik und Zusammensetzung des Abfalls) können bestimmte Abfälle unter Beachtung der im Einzelfall geltenden technischen und rechtlichen Einschränkungen beispielsweise in den folgenden Produktions- und Energieverwertungsanlagen eingesetzt werden:

- Hochofen
- Zementproduktion
- Ziegelproduktion
- kalorische Kraftwerke

Hochofen:

Die Aufgabe von Abfällen kann über die Gicht mit dem Möller oder die Windformen erfolgen. Die abgeschiedenen Gichtgasstäube aus dem Hochofenprozeß werden im Hinblick auf den verwertbaren Eisengehalt in der vorgelagerten Sinteranlage als Einsatzstoff aufgegeben. In diesem Bereich können weitere Fe-haltige Stäube und Schlämme aufgegeben werden, wenn die im konkreten Fall vorhandene Regelungs- und Abgasreinigungstechnik dies im Hinblick auf die Einhaltung der vorgeschlagenen Emissionsgrenzwerte zuläßt.

Zementproduktion:

In der Hauptfeuerung eines Zementdrehrohrofens können heizwertreiche und pneumatisch förderbare Abfälle eingedüst werden.

In der Sekundärfeuerung eines Zementdrehrohrofens, die etwa 20 % des Energiebedarfs des Prozesses abdeckt, können ebenfalls heizwertreiche Abfälle eingesetzt werden. In der Praxis werden hier bereits Gummischnitzel und Altreifen verfeuert.

Bestimmte Abfälle können auch als Rohstoff zusammen mit Rohmehl in die Zementklinkerproduktion aufgegeben werden.

Ziegelproduktion:

Für die Ziegelproduktion sind gemäß Hinweis in der Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten über die Begrenzung der Emission von luftverunreinigenden

28 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Stoffen aus Brennöfen zur Ziegelerzeugung in gewerblichen Betriebsanlagen und Bergbauanlagen (BGBl. Nr. 720/1993) vor allem Schlämme aus der Abwasserreinigung von Papierfabriken von Interesse.

Kraftwerke:

Für den Einsatz in Kraftwerken sind Abfälle als Ersatzbrennstoff für Kohle von Interesse. Emissionsbedingte Einschränkungen für den Einsatz von Abfällen in Kraftwerken ergeben sich durch die vorhandene Rauchgasreinigung und die Rückstandsbehandlung.

3.3 EINSATZ VON RÜCKSTÄNDEN AUS ANDEREN PRODUKTIONS-PROZESSEN ZUR SUBSTITUTION VON HILFSSTOFFEN UND CHEMIKALIEN

In technischen Prozessen kann einerseits durch Anwendung einer geeigneten Rezeptur für die eingesetzten Abfälle andererseits durch den gezielten Einsatz geeigneter Abfälle als Hilfsstoffe bzw. Reaktionschemikalien eine Substitution von Hilfsstoffen und Chemikalien, bei deren Produktion ebenfalls Emissionen entstehen, erreicht werden.

Möglichkeiten zur Substitution sind im Einzelfall festzulegen. Der Einsatz von Abfällen bei Produktionsprozessen ist von den jeweiligen Prozeßbedingungen und den verfügbaren Anlagen, von der Art und Menge der zu behandelnden Abfälle und von den verfügbaren Rückständen abhängig.

Ein mögliches Beispiel ist die Vermeidung bzw. Einsparung von Natronlauge in der Rauchgas- bzw. Abwasserbehandlung. Durch Nutzung der löslichen basischen Anteile von Schlacken bzw. Aschen für die SO₂-Wäscherstufe kann gegebenenfalls der Einsatz der Natronlauge ersetzt werden. Natronlauge wird normalerweise in der Chlor-Alkali-Elektrolyse hergestellt, die wegen des hohen Energieverbrauches in der Produktion und wegen des Koppelproduktes Chlor als besonders umweltbelastend eingestuft wird. Eine andere Variante ist der in Entwicklung befindliche Einsatz von Natriumcarbonat, welches als Abfall bzw. Rückstand bei der thermischen Behandlung von Bleichereiabwasser anfällt. Natriumcarbonat ermöglicht unter Einsatz von Kalk in einer chemischen Umfällung die Gewinnung der aktiven Chemikalien für die Rauchgaswäsche.

4 RECHTLICHE GRUNDLAGEN FÜR EINE VERORDNUNG BETREFFEND ANFORDERUNGEN AN AUSSTATTUNG, BETRIEBSWEISE UND BEGRENZUNG DER LUFT-VERUNREINIGUNGEN VON ANLAGEN ZUR VERBRENNUNG / THERMISCHEN BEHANDLUNG VON ABFÄLLEN

4.1 ALLGEMEINES

Das BMU beabsichtigt, fachliche Grundlagen zur Erlassung einer generellen Norm auf Vollzugsebene zu erarbeiten, deren Inhalt als "Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen" umschrieben werden kann.

Die vorliegende Arbeit geht davon aus, daß es sich bei dem angestrebten generellen Regelwerk um eine Rechtsverordnung im Sinne der österreichischen Rechtsterminologie handeln wird.¹

Gemäß Art. 18 Abs. 2 B-VG darf jede Verwaltungsbehörde (nur) aufgrund der Gesetze innerhalb ihres Wirkungsbereiches eine Verordnung erlassen. Die angestrebte Verordnung soll durch die einschlägig befaßten Bundesminister, im besonderen den Bundesminister für Umwelt, erlassen werden.

Ziel der angestrebten Verordnung ist die Festlegung von dem Stand der Technik entsprechenden Anforderungen in folgenden Regelungsbereichen:

- a) Bau und Ausrüstung von Abfallverbrennungsanlagen
- b) Betriebsweise von thermischen Abfallbehandlungsanlagen (vor allem Zuordnung und Behandlung von Abfällen einschließlich der Behandlung der Verbrennungsrückstände)
- c) Begrenzung der Luftverunreinigungen von thermischen Abfallbehandlungsanlagen
- d) Ergänzende Vorschriften, etwa hinsichtlich der Emissionsmessungen, Informationspflichten, etc.

Dagegen sollen immissionsbezogene Bestimmungen (etwa die Festlegungen von Immissionsgrenzwerten, Anforderungen an den Anlagenbetrieb bei spezifischer Immissionssituation) nicht Gegenstand der Verordnung sein.²

¹ Es soll also nicht bloß eine Verwaltungsverordnung (Erlaß) geschaffen werden (so aber die "Technischen Anleitungen" in der deutschen Rechtsordnung)

30 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Unbeschadet der Tatsache, daß Anlagen, in denen Abfälle thermisch behandelt werden, nach der österreichischen Verwaltungsrechtsordnung unterschiedlichen Rechtsvorschriften unterstellt sind, ist eine Verordnung anzustreben, die alle Anlagen einer dem Stand der Technik entsprechenden, einheitlichen Regelung zuführt. Hinzu kommt, daß nicht bloß Neuanlagen, solche also, die zum Zeitpunkt der Erlassung der präsumtiven Verordnung noch nicht (rechtskräftig) genehmigt sind, vom Verordnungsinhalt erfaßt werden. Vielmehr sollen auch bereits bestehende Anlagen innerhalb angemessener Sanierungsfristen an den Stand der Technik herangeführt werden (Altanlagenanierung nach dem Stand der Technik).

Es sollen daher die in Frage kommenden Materiengesetze - da es sich um eine von einer Verwaltungsbehörde des Bundes zu erlassende Verordnung handelt, kommen hiefür selbstverständlich auch nur bundesgesetzliche Regelungen in Betracht - auf ihre Tauglichkeit zur Erlassung einer Verordnung mit oben beschriebenem Inhalt untersucht werden.

Zu beachten ist, daß als mögliche Verordnungsgrundlagen nicht nur solche gesetzlichen Bestimmungen in Betracht kommen, welche die Zuständigkeit zur Erlassung einer Verordnung, das allenfalls einzuhaltende Verfahren und, vor allem, den Inhalt der Verordnung ausdrücklich regeln (explizite Verordnungsgrundlage). Vielmehr erlaubt es Art. 18 Abs. 2 B-VG nach ganz herrschender Auffassung bei Fehlen einer ausdrücklichen gesetzlichen Grundlage, eine Verordnung zu erlassen, sofern nur der Wirkungsbereich der verordnungsgebenden Behörde nicht überschritten wird. Selbstverständlich muß aber auch in diesem Fall das gesetzliche Determinierungsgebot (Art. 18 Abs. 1 B-VG) eingehalten werden, wobei sich dies aus einer Zusammenschau von Einzelbestimmungen des (der) in Frage kommenden Gesetze(s) ergibt³ (implizite Verordnungsgrundlage).

Es würde allerdings den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen, die in Frage kommenden Bundesgesetze systematisch daraufhin zu untersuchen, inwieweit sie bei Fehlen einer expliziten Verordnungsgrundlage die Erlassung der beabsichtigten Verordnung ermöglichen.

Die Arbeit muß vielmehr auf die in den Gesetzen verankerten ausdrücklichen Grundlagen zur Erlassung einer Durchführungsverordnung beschränkt bleiben (auf einige implizite Verordnungsgrundlagen wird allerdings kurz hingewiesen).

² Derartige Bestimmungen sind typischerweise nicht anlagenspezifisch. Überdies fehlt es im Bereich des Immissionsschutzes an tauglichen einfachgesetzlichen Grundlagen (auf der Grundlage des Kompetenzbestandes "Luftreinhaltung unbeschadet der Zuständigkeit der Länder für Heizungsanlagen" wäre daher ein Bundes-Immissionsschutzgesetz" auszuarbeiten).

³ Dazu im einzelnen schon Aichreiter, Österreichisches Verwaltungsrecht, Band 1, S 475 ff.

In der Folge wird als mögliches Verordnungsmodell die Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen (LRV-K), BGBl 19/1989 idgF, zugrunde gelegt. Die LRV-K enthält Brennstoffanforderungen, Bestimmungen über die Meßtechnik, Ausrüstungsvorschriften, Anforderungen an die Beschaffenheit von Brennstoffen und, vor allem, der Emissionsbegrenzung dienende Bestimmungen. Sie ist daher ein sehr umfassendes Regelwerk, da sie auf weitreichende Verordnungsgrundlagen gestützt werden konnte.

Wie die unter Punkt 4.3. wiedergegebenen Bestimmungen zeigen, können die Verordnungsgrundlagen des LRG-K von den übrigen Materiengesetzen nicht erreicht werden. Diesbezüglich bedürfte es also entsprechender Gesetzesänderungen⁴.

4.2 ABGRENZUNGEN DER ZU UNTERSUCHENDEN BUNDESGESETZE

Zu beachten ist, daß unter Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen nicht bloß Abfallbehandlungsanlagen iS des Abfallwirtschaftsgesetzes des Bundes zu verstehen sind (diesbezüglich ist auf das in den §§ 28 und 29 des AWG geregelte Anlagenrecht zu rekurrieren).

Beispielsweise ist die innerbetriebliche thermische Verwertung von Altstoffen gemäß § 2 Abs. 2 AWG ebenfalls vom Anwendungsbereich des AWG ausgenommen.

Diese thermische Abfallbehandlung ist vielmehr auf der Grundlage des jeweils zur Anwendung gelangenden Sektorgesetzes zu beurteilen. In diesem Zusammenhang müssen also die Gewerbeordnung 1973, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975 und das Forstgesetz auf ihre Tauglichkeit zur Erlassung der angestrebten Verordnung untersucht werden.

Schließlich muß beachtet werden, daß einzelne Anlagengruppen bundesrechtlich nicht erfaßt werden können. Im besonderen handelt es sich um jene Abfallbehandlungsanlagen, die ihre Regelung in den Abfallwirtschaftsgesetzen der Länder erfahren haben, sofern diese nicht auch gewerbsmäßig betrieben werden⁵. Weiters ist an landwirtschaftliche Anlagen zu denken, die - noch nicht⁶ - der Gewerbeordnung 1973 unterliegen.

Diese Anlagen vermag der Bundes-Verordnungsgeber nicht zu erfassen.

⁴ Derartige rechtspolitische Vorschläge sind aber ebenfalls nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

⁵ Der Bundesgesetzgeber hat insoweit einen Bedarf nach bundeseinheitlicher Regelung als nicht gegeben erachtet (vgl die §§ 28, 29 AWG im einzelnen).

⁶ Vgl allerdings die Einbeziehung land- und forstwirtschaftlicher Nebengewerbe in das Betriebsanlagenrecht der Gewerbeordnung ab 1.7.1994 (§ 2 Abs 4a GewO).

32 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Zu beachten ist allerdings, daß gemäß Art. 11 Abs. 5 B-VG dem Bund eine Bedarfskompetenz zur Festlegung einheitlicher Emissionsgrenzwerte für Luftschadstoffe zukommt. Demnach wäre der Bundesgesetzgeber berechtigt, einheitliche Emissionsgrenzwerte vorzuschreiben. Es läßt sich dieser Kompetenzbestimmung nicht entnehmen, daß eine Differenzierung nach Anlagenarten unzulässig wäre⁷. Der Bundesgesetzgeber könnte sehr wohl für bestimmte Anlagengruppen verbindliche Emissionsgrenzwerte vorgeben, solche also, die auch Anlagen erfassen, die an sich in die ausschließliche Regelungskompetenz der Länder fallen. Dabei ist aber, wie Funk⁸ zu Recht betont, festzuhalten, daß eine solche Festlegung auch eine Selbstbindung des Bundes bedeutet, da Art 11 Abs. 5 B-VG vorsieht, daß die so verordneten Emissionsgrenzwerte von den die einzelnen Gebiete der Verwaltung regelnden Bundes- und Landesvorschriften nicht überschritten werden dürfen.

Auf Art 11 Abs. 5 B-VG ist aber schon deshalb nicht weiter einzugehen, da diese Verfassungsbestimmung eine Regelung der Materie im Wege einer Verordnung nicht erlaubt (Unzulässigkeit einer verfassungsunmittelbaren Verordnung), sondern eine Regelung im Gesetzesrang voraussetzt⁹.

4.3 DIE VERORDNUNGSGRUNDLAGEN DER MATERIENGESetze IM EINZELNEN

4.3.1 Abfallwirtschaftsgesetz 1990

Als Verordnungsgrundlage kommt § 29 Abs. 18 AWG in Betracht.

Diese Bestimmung lautet:

"Mit Verordnung kann der Bundesminister für Umwelt, Jugend und Familie, soweit es sich um Anlagen zur Ablagerung von Abfällen handelt, im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, hinsichtlich gewerblicher Anlagen und Untertagedeponien für gefährliche Abfälle im Einvernehmen mit dem Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten nähere Bestimmungen über die zur Vermeidung von Beeinträchtigungen iS des § 1 Abs. 3 gebotene, dem Stand der Technik entsprechende Ausstattung und Betriebsweise von nach diesem Bundesgesetz zu genehmigenden Abfallbehandlungsanlagen und die von diesen einzuhaltenden, dem Stand der Technik entsprechenden Emissionsgrenzwerte erlassen. In den Verfahren nach § 28 und Abs. 1 ist diese Verordnung anzuwenden."

⁷ Ablehnend Funk in Walter (Hrsg.), Verfassungsänderungen 1988, S 74.

⁸ aaO, S 73.

⁹ Gegenstand der Betrachtung soll aber nicht die Schaffung neuer Gesetzesbestimmungen, sondern die Erlassung einer Verordnung sein.

Federführend zur Verordnungserlassung berufen ist also der Bundesminister für Umwelt, der sich hinsichtlich gewerblicher Anlagen des Einvernehmens des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten versichern muß.

Der mögliche Regelungsinhalt ist weit gespannt, da neben Emissionsgrenzwerten auch Bestimmungen über die Ausstattung und Betriebsweise von nach dem AWG zu genehmigenden Abfallbehandlungsanlagen vorgeschrieben werden können.

Als Genehmigungstatbestände nach dem AWG kommen die §§ 9 Abs. 1, 28 und 29 in Betracht. Im Hinblick auf den letzten Satz des § 29 Abs. 18 AWG ist allerdings fraglich, ob eine solche Verordnung im Genehmigungsverfahren gemäß § 9 Abs. 1 AWG überhaupt Anwendung zu finden hat (die Verordnung bezieht sich grundsätzlich auf die (alle) "nach diesem Bundesgesetz zu genehmigenden Abfallbehandlungsanlagen").

Die in § 29 Abs. 18 normierte Bezugnahme auf

- a) die in § 1 Abs. 3 aufgezählten öffentlichen Interessen
 - b) den Stand der Technik, insoweit dieser dem Schutz dieser öffentlichen Interessen dient,
- sowie die Anordnung, daß eine auf § 29 Abs. 18 gestützte Verordnung "in den Verfahren nach Abs. 1" anzuwenden ist, ist mit den Genehmigungskriterien des § 29 nicht harmonisiert.

Im Genehmigungsverfahren sind nämlich ausschließlich die in § 29 Abs. 2 angeführten Verwaltungsvorschriften anzuwenden. Autonome, d.h. unmittelbar aus dem AWG erfließende Genehmigungskriterien existieren nicht. § 29 Abs. 2 nimmt nicht einmal Bezug auf § 1 Abs. 3.

Eine Erweiterung von Genehmigungskriterien im Wege einer auf § 29 Abs. 18 gestützten Durchführungsverordnung ist aber aufgrund der - insoweit eindeutigen - Fassung des § 29 Abs. 2 zumindest problematisch. Sinnvollerweise sollte der Gesetzgeber daher § 29 Abs. 2 entsprechend erweitern.

Zu beachten ist auch, daß sich § 29 Abs. 18 auf "nach diesem Bundesgesetz zu genehmigende" Abfallbehandlungsanlagen bezieht. Diese Wendung kann sowohl anlagen(typen-)spezifisch, als auch so verstanden werden, daß es sich um Anlagen handeln muß, die nach dem AWG genehmigt wurden. Da das BMU die zweite Auslegungsvariante favorisiert, besteht für die Normierung einer Anpassung von Altanlagen (solchen also, die - aus welchen Gründen immer/vgl. §§ 44 Abs. 6 und 45 Abs. 7 - nicht einem Genehmigungsverfahren gemäß § 29 unterzogen wurden) in einer auf § 29 Abs. 18 gestützten Verordnung keine gesetzliche Grundlage.

34 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Bedauerlicherweise wurde also auf die Möglichkeit einer (zumindest einmaligen) Sanierung von Altanlagen verzichtet. Dieser Regelungsmangel müßte durch eine Novelle zum AWG beseitigt werden. Als Regelungsvorbilder könnten dabei etwa § 82 Abs. 1 GewO 1973 oder § 12 LRG-K dienen. Eine moderne Regelung kann die Sanierung bestehender Anlagen jedenfalls nicht aussparen.

Neben § 29 Abs. 18 AWG ist auch noch auf § 17 Abs. 1 AWG zu verweisen. Diese Bestimmung gilt allerdings nur für die Behandlung bzw. Verwertung gefährlicher Abfälle und Altöle. § 17 Abs. 1 AWG könnte ebenfalls als Verordnungsgrundlage herangezogen werden, bringt allerdings gegenüber § 29 Abs. 18 AWG keine Erweiterung (ebenfalls Bezugnahme auf § 1 Abs. 3 AWG). § 17 Abs. 1 AWG entfaltet seine Bedeutung wohl eher außerhalb des Anlagenrechts.

4.3.2 Gewerbeordnung 1973

Die GewO enthält eine Mehrzahl von Verordnungsgrundlagen, die den beabsichtigten Verordnungsinhalt aber nur teilweise abstützen können.

Beispielsweise ermächtigt § 69 Abs. 1 GewO den Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten zur Vermeidung von Gesundheitsgefährdungen oder Belastungen der Umwelt durch Verordnung Maßnahmen festzulegen, die die Gewerbetreibenden bei der Gewerbeausübung hinsichtlich der Einrichtung gewerblicher Betriebsstätten etc. zu beachten haben. Es handelt sich dabei im wesentlichen um eine Konsumentenschutzbestimmung (vgl. auch die in Abs. 2 leg. cit. vorgesehenen Ausübungsregeln).

Zu beachten ist, daß § 69 GewO die Vorschreibung einer Emissionsbegrenzung nach dem Stand der Technik jedenfalls nicht zuläßt.

Zu § 76 Abs. 1 GewO sei vermerkt, daß diese Bestimmung vielfach fälschlich als mögliche Grundlage einer Ausnahmeverordnung betreffend mobile Anlagen, somit auch mobile Verbrennungsanlagen, angesehen wird.

Der Anlagenbegriff des § 76 Abs. 1 GewO entspricht nämlich jenem des § 74 Abs. 1 GewO, sodaß es sich auch im Anwendungsbereich des § 76 GewO um eine örtlich gebundene Einrichtung handeln muß. Mobile Anlagen (solche, die tatsächlich im Rechtssinn mobil sind) fallen daher aus dem Betriebsanlagenrecht der Gewerbeordnung heraus (Ausnahme: § 83 GewO).

Die zentrale Norm stellt im vorliegenden Zusammenhang aber § 82 GewO dar.

§ 82 Abs. 1 lautet:

"Der Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten hat im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Arbeit und Soziales und dem Bundesminister für Umwelt, Jugend und Familie durch Verordnung für genehmigungspflichtige Arten von Anlagen, die nach dem Stand der Technik (§ 71 a) und dem Stand der medizinischen und der sonst in Betracht kommenden Wissenschaften zum Schutz der im § 74 Abs. 2 umschriebenen Interessen und zur Vermeidung von Belastungen der Umwelt (§ 69 a) erforderlichen näheren Vorschriften über die Bauart, die Betriebsweise, die Ausstattung oder das zulässige Ausmaß der Emissionen von Anlagen oder Anlagenteilen zu erlassen. Für bereits genehmigte Anlagen sind in einer solchen Verordnung abweichende Bestimmungen oder Ausnahmen von den nicht unter den nächsten Satz fallenden Verordnungsbestimmungen festzulegen, wenn sie nach dem Stand der Technik und dem Stand der medizinischen und der sonst in Betracht kommenden Wissenschaften wegen der Unverhältnismäßigkeit zwischen dem Aufwand zur Erfüllung der betreffenden Verordnungsbestimmungen und dem dadurch erreichbaren Nutzen für die zu schützenden Interessen sachlich gerechtfertigt sind. Betreffen Verordnungsbestimmungen solche Maßnahmen zur Vermeidung einer Gefahr für das Leben oder die Gesundheit der im § 74 Abs. 2 Z 1 genannten Personen, wie sie ohne Regelung in der Verordnung mit Bescheid gemäß § 79 vorgeschrieben werden müßten, so dürfen in der Verordnung keine von diesen entsprechend zu bezeichnenden Verordnungsbestimmungen abweichenden Bestimmungen oder Ausnahmen festgelegt werden."

Diese Bestimmung erscheint auf den ersten Blick hervorragend geeignet zu sein, den Inhalt einer Verordnung über die thermische Behandlung von Abfällen umzusetzen: § 82 Abs. 1 GewO erlaubt nähere Regelungen über die Bauart, die Betriebsweise, die Ausstattung oder das zulässige Ausmaß von Emissionen gewerblicher Betriebsanlagen. Zwar ist grundsätzlich das Regelungsziel durch den Stand der Technik (in § 71 a GewO näher definiert), ergänzt um den Stand der medizinischen oder der sonst in Betracht kommenden Wissenschaften vorgegeben. Der Gesetzgeber hat aber den Einsatz des Ordnungsrechtes auch hier daran geknüpft, daß die gemäß § 74 Abs. 2 GewO zu schützenden Güter (im wesentlichen also die Hintanhaltung einer Gesundheitsgefährdung von Menschen oder einer unzumutbaren Belästigung der Nachbarn) die Erlassung einer Verordnung erfordern.

Der Grad der möglichen Beeinträchtigung der schützenswerten Interessen ergibt sich aber im Regelfall aus dem betreffenden Anlagenstandort (Entfernung zur nächsten Wohnbebauung, Besiedlungsdichte, meteorologische Gegebenheiten etc.).

Dies führt in weiterer Folge zu der Überlegung, inwieweit § 82 Abs. 1 GewO überhaupt eine generalisierende Regelung erlaubt. Dies wird nur dann bejaht werden können, wenn der Ordnungsgeber bei der Beurteilung der Schutzwürdigkeit der im § 74 Abs. 2 GewO umschriebenen Interessen von einer immissionsbezogenen Durchschnittsbetrachtung ausgeht¹⁰.

¹⁰ Der "Stand der Technik" ist nicht mit den gem. § 74 Abs 2 GewO zu schützenden Interessen gleichzusetzen (vgl. dazu auch § 77 Abs 3 GewO, wonach Emissionen von Luftschadstoffen jedenfalls, d.h. unabhängig von immissionsseitigen Anknüpfungen, nach dem Stand der Technik zu begrenzen sind).

36 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Interessanterweise unterstellt § 82 Abs. 1 GewO Altanlagen grundsätzlich den für Neuanlagen festgelegten Anforderungen, läßt aber nach dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit abweichende, d.h. weniger strenge Regelungen zu¹¹.

Ihre Grenze finden diese Erleichterungen aber in der Hintanhaltung einer Gefahr für das Leben oder die Gesundheit von Menschen. Die Altanlagenanierungsfristen sind in der Verordnung festzulegen (§ 82 Abs. 5 GewO).

Schließlich ist zu beachten, daß die Abs. 3, 4 leg. cit. Abweichungen in beide Richtungen (Erleichterungen, Verstrengerungen der Altanlagenanierungsanforderungen) erlauben.

Für die Umsetzung der angestrebten Verordnung bietet sich daher im Rahmen des gewerblichen Betriebsanlagenrechtes nur § 82 GewO, allenfalls in Verbindung mit § 69 GewO an (gegenüber § 29 Abs. 18 AWG besteht ein Unterschied in der Federführung der beteiligten Ressorts).

Der Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten hat schon bislang einige, dem Umweltschutz dienende Verordnungen auf der Grundlage der §§ 69, 82 GewO erlassen. Diese dienen neben der Festlegung von Qualitätsanforderungen an Brennstoffe der Regelung der Ausstattung und Betriebsweise bestimmter Anlagengruppen (z.B. Flüssiggas-Tankstellen-Verordnung, BGBl 558/1978, CKW-Anlagen-Verordnung, BGBl 27/1990, Verordnung über die Begrenzung der Emission von luftverunreinigenden Stoffen aus Anlagen zur Zement-erzeugung, BGBl 63/1993).

Aufgrund einer EntschlieÙung des Nationalrates vom 2.4.1992 (Nr. E 46-NR/XVIII. GP) soll nunmehr eine ganze Reihe der Emissionsbegrenzung dienender Verordnungen erlassen werden.

¹¹ Der Gesetzestext deutet sogar darauf hin, daß dem Betreiber der Altanlage ein Rechtsanspruch zusteht. Möglicherweise könnte ein solcher Betreiber daher eine Verordnung, die keine Erleichterungen für Altanlagen vorsieht, anfechten.

Diese Verordnungen sollen sich auf nachstehende Anlagengruppen beziehen¹²:

- Gießereien
- Brennöfen zur Ziegelerzeugung in gewerblichen Betriebsanlagen und Bergbauanlagen
- Holzspanplattenerzeugung
- Lackieranlagen
- Feuerungsanlagen in gewerblichen Betriebsanlagen
- Eisen- und Stahlerzeugung
- Erzeugung und Verarbeitung von Glas
- Herstellung von Nichteisenmetallen
- Zellstofferzeugung
- Papiererzeugung
- Raffinerien
- Druckereien

Zumindest ein Teil dieser zu erfassenden Anlagen dient auch der Verfeuerung bestimmter Reststoffe oder ist hierfür zumindest verfahrenstechnisch geeignet. Inwieweit bei Erlassung dieser der Emissionsbegrenzung dienenden Verordnungen auf die Reststoff- bzw. thermische Abfallbehandlung Bedacht genommen wird bzw. werden soll, ist nicht bekannt. Da aber die auf § 82 GewO gegründeten Verordnungen ohne das Einvernehmen des Bundesministers für Umwelt nicht erlassen werden können, könnte im Rahmen der interministeriellen Abstimmung ein ausgewogener Kompromiß erzielt werden.

4.3.3 Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen 1988

Das LRG-K bezieht sich (nur) auf Dampfkesselanlagen (vgl. die Legaldefinition des § 1 Abs. 2 leg. cit.), erfaßt also nur einen (wenn auch sehr bedeutsamen) Teil gewerblich-industrieller Feuerungsanlagen. Der Grund für diesen (eingeschränkten) Geltungsbereich liegt in der kompetenzrechtlichen Grundlage dieses Gesetzes (bzw. bereits seiner Vorgängerregelung, des Dampfkessel-Emissionsgesetzes).

¹² Mitteilung des Bundesministeriums für wirtschaftliche Angelegenheiten vom 22.2.1993.

38 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Es mußte nämlich der Kompetenztatbestand "Dampfkessel und Kraftmaschinenwesen" (Art. 10 Abs. 1 Z 10 B-VG) herangezogen werden, da eine für weitere Anlagengruppen verbindliche Emissionsbegrenzung nach dem Stand der Technik einschließlich einer Altanlagensanierung (und zwar auf der Grundlage der Gewerbeordnung 1973) nicht erreicht werden konnte¹³.

Das LRG-K beruft den Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten im Einvernehmen mit dem Bundesminister für Umwelt wie folgt zur Verordnungserlassung:

- a) Gemäß § 2 Abs. 5 sind nähere Regelungen über die der Emissionsbegrenzung dienenden Einrichtungen, Feuerungen und Brenner sowie deren Zubehör sowie der Höhe der Schornsteine zu treffen.
- b) Gemäß § 3 Abs. 3 sind für die verschiedenen Arten von Emissionen Emissionsgrenzwerte festzulegen.
- c) Gemäß § 4 Abs. 15 sind durch Verordnung Anforderungen an die Beschaffenheit von Brennstoffen, die zum Betrieb von Dampfkesselanlagen verwendet werden, festzulegen.
- d) Gemäß § 8 Abs. 5 schließlich können nähere Regelungen zur Durchführung der im Gesetz vorgesehenen Emissionsmessungen durch Verordnung getroffen werden.

Das LRG-K ermöglicht also eine im Vergleich zur GewO umfassende Regelung sämtlicher technischer Details im Verordnungsweg. Die angeführten Verordnungsgrundlagen sind also beispielhaft. Der Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten kann aber auf der Grundlage des LRG-K nur Anordnungen für die Verfeuerung von Abfällen in Dampfkesselanlagen treffen (vgl. dazu im einzelnen die Bestimmungen der Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen, im besonderen die §§ 19 bis 22 LRV-K).

Das LRG-K hat die Sanierung von Altanlagen allerdings auf einer Stufe eingefroren: Bestehende Anlagen sind nämlich nicht nach Maßgabe der Erlassung neuer Verordnungen zu sanieren, sondern ausschließlich den in Anlage 1 zum LRG-K normierten Anforderungen anzupassen (gesetzliche Fallfrist: zum 1.1.1995 müssen jedenfalls sämtliche Dampfkesselanlagen saniert sein oder der Betrieb der nicht sanierten Anlagen eingestellt werden).

Dies bedeutet, daß die auf der Grundlage des LRG-K genehmigten Anlagen für den Fall der Weiterentwicklung der technischen Anforderungen (Novellierung der LRV-K) keiner weiteren Altanlagensanierung zugeführt werden müssen.

¹³ Vgl. dazu im einzelnen: Schäfer, Das Dampfkessel-Emissionsgesetz - ein vorbildliches Umweltschutzgesetz. ÖBIG-Review, 1/1981, 9 ff. Duschaneck, ÖZW 1981, 105 ff.

4.3.4 Berggesetz 1975

Zur Umsetzung des präsumptiven Verordnungsinhaltes bietet sich § 205 des Berggesetzes an.

Dieser lautet idF der Berggesetznovelle 1990, BGBl 355/1990 nunmehr wie folgt:

"§ 205 (1) Zum Schutz des Lebens und der Gesundheit von Personen, ferner zum Schutz von Sachen, der Umwelt, von Lagerstätten und der Oberfläche sowie zur Sicherung der Oberflächennutzung nach Beendigung der Bergbautätigkeit kann der Bundesminister für 'wirtschaftliche Angelegenheiten', zum Schutz der Umwelt jedoch nur im Einvernehmen mit dem Bundesminister für 'Umwelt, Jugend und Familie', durch Verordnung nähere Regelungen über die beim Bergbau durchzuführenden Maßnahmen treffen. Er kann ferner durch Verordnung die Durchführung bestimmter gefährlicher oder besondere Fachkenntnisse erfordernder Arbeiten von einer besonderen Ausbildung und von der Ablegung von Prüfungen abhängig machen, sowie Ausbildungs- und Prüfungsvorschriften erlassen.

(2) Durch die Verordnungen nach Abs. 1 können sowohl allgemeine Regelungen als auch Regelungen für einzelne Bergbauzweige, einzelne Bergbauarten, einzelne Tätigkeiten der in § 2 Abs. 1 genannten Art oder einzelne Arten von Bergbauanlagen, insbesondere auch zur Sanierung bestehender Bergbauanlagen nach dem Stand der Technik (§ 134 Abs. 3), beim Bergbau verwendeten Betriebsfahrzeugen oder Tagbaugeräten, Betriebseinrichtungen u. dgl. (§ 148) oder beim Bergbau angewendeten Arbeitsverfahren 'oder zur Vermeidung von Einwirkungen auf die Umwelt (§ 134 Abs. 3), insbesondere über das nach dem Stand der Technik zulässige Ausmaß der Emissionen', getroffen werden; es können auch allgemein anerkannte Regeln der Technik verbindlich erklärt werden.

(3) Die Berghauptmannschaften können mit den nach Abs. 1 zu erlassenden Verordnungen ermächtigt werden, im Einzelfall andere als in diesen Verordnungen vorgesehene Maßnahmen zuzulassen, wenn hiedurch dem angestrebten Schutz im gleichen Maße Rechnung getragen wird. Sie können ferner ermächtigt werden, im Einzelfall mit Bescheid auch Abweichungen von den genannten Verordnungen zuzulassen, wenn dadurch der angestrebte Schutz nicht beeinträchtigt wird."

Diese Bestimmung erlaubt also nunmehr auch eine Sanierung bestehender Bergbauanlagen, wobei das Sanierungsziel durch den Stand der Technik vorgegeben ist. In der Verordnung können demgemäß auch dem Stand der Technik entsprechende Anforderungen an die Emissionsbeschränkung vorgesehen werden.

§ 205 Berggesetz ist insoweit fortschrittlich, als in dieser Bestimmung die Umwelt als eigenständiges Schutzgut anerkannt ist. Es ist daher die Erlassung einer Verordnung nicht davon abhängig, ob der Betrieb einer Bergbauanlage zu einer Gesundheits- oder Lebensgefährdung von Personen führt.

§ 134 Abs. 3 definiert als Maßnahmen zum Schutz der Umwelt die Vermeidung von Einwirkungen, die geeignet sind, insbesondere den Boden, den Pflanzenbestand oder den

40 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Tierbestand bleibend zu schädigen. Zu den Pflichten des Bergbauberechtigten zählt es nunmehr auch, die nach dem Stand der Technik vermeidbaren Emissionen hintanzuhalten.

Dieser Verordnungsgrundlage kommt angesichts der durch die Berggesetznovelle 1990 erfolgten Ausdehnung des Anwendungsbereiches des Berggesetzes (Erweiterung des Katalogs der grundeigenen mineralischen Rohstoffe, die im Ergebnis auf eine Ausweitung des Anwendungsbereiches des Berggesetzes zu Lasten des gewerblichen Betriebsanlagenrechtes hinausläuft) erhebliche praktische Bedeutung zu.

4.3.5 Forstgesetz 1975

Gemäß § 48 Abs. 1 Forstgesetz ist der Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft im Einvernehmen mit dem Bundesminister für wirtschaftliche Angelegenheiten, dem Bundesminister für Umwelt sowie dem Bundesminister für öffentliche Wirtschaft und Verkehr dazu berufen, durch Verordnung die forstschädliche Luftverunreinigungen bewirkenden Stoffe (Emissionsstoffe) zu bezeichnen, jene Höchstanteile dieser Stoffe festzusetzen, die nach dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Erfahrung noch nicht zu einer der Schadensanfälligkeit des Bewuchses entsprechenden Gefährdung der Waldkultur führen (Immissionsgrenzwerte) sowie die Art der Feststellung des Anteiles dieser Stoffe an der Luft und am Bewuchs, der Depositionsrate dieser Stoffe und deren Anreicherung im Boden sowie des Beitrags einzelner oder mehrerer Emissionsquellen zu einer Gefährdung der Waldkultur zu regeln. Darüber hinaus sind in einer solchen Verordnung jene Arten von Anlagen zu bezeichnen, die nach dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Erfahrung forstschädliche Luftverunreinigungen verursachen können.

Bei der Feststellung der Höchstanteile (Immissionsgrenzwerte) ist auf ein mögliches Zusammenwirken dieser Stoffe und ihrer Umwandlungsstoffe Bedacht zu nehmen.

Diese Verordnungsgrundlage ist zur Umsetzung des angestrebten Verordnungsinhaltes ungeeignet, da sie emissionsseitig nur die Benennung von Stoffen zulässt, die forstschädliche Luftverunreinigungen bewirken können sowie die Anführung von Anlagen, die derartige Luftverunreinigungen zu verursachen geeignet sind. Dagegen erlaubt § 48 keine Vorschreibung von Emissionsminderungsmaßnahmen bzw. von Emissionsgrenzwerten.

4.3.6 Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz

Fakultativ am 1.1.1994, verbindlich ab 1.1.1995 wird das Bundesgesetz über die Prüfung der Umweltverträglichkeit und die Bürgerbeteiligung (Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz - UVP-G), BGBl 697/1993, in Kraft treten.

Dieses Gesetz sieht u.a. vor, daß alle für die Verwirklichung eines Vorhabens abzuführenden Genehmigungsverfahren in einem konzentrierten Verfahren durchzuführen sind (§ 3 Abs. 2 UVP-G, Zuständigkeits-, Verhandlungs- und Entscheidungskonzentration).

Gemäß Anhang 1 zum UVP-G sind Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen wie folgt erfaßt:

- Anlagen zur thermischen Behandlung von gefährlichen Abfällen (keine Kapazitätsgrenze),
- Anlagen zur sonstigen Behandlung, ausgenommen zur Sortierung und Aufbereitung, von nicht gefährlichen Abfällen mit einer Kapazität von mindestens 100.000 Tonnen pro Jahr, im Falle der thermischen Behandlung von nicht gefährlichen Abfällen mit einer Kapazität von mindestens 20.000 Tonnen pro Jahr
- Anlagen, die dem Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen unterliegen, mit einer Brennstoffwärmeleistung von mindestens 200 MW.

Dies bedeutet, daß Abfallverbrennungsanlagen im eigentlichen Sinn, darüber hinaus aber auch ein Teil der industriellen Eigenfeuerung vom UVP-G erfaßt sind.

Eine Verordnungsgrundlage im UVP-G würde daher die Unterschiedlichkeit der bisher skizzierten Verordnungsgrundlagen aufheben, sodaß ein einheitlicher Standard für alle relevanten Anlagen vorgegeben werden könnte. Vor allem aber würde dadurch das Problem beseitigt werden, daß nach dem jeweiligen Gesetz unterschiedliche Ressorts zur Verordnungserlassung berufen sind.

Als Grundlage einer solchen Verordnung bietet sich § 17 UVP-G an. Diese Bestimmung enthält einheitlich, also für alle UVP-pflichtigen Anlagen geltende Genehmigungskriterien¹⁴. Zu beachten ist aber, daß gemäß § 39 Abs. 1 UVP-G Vollzugsbehörde die Landesregierung ist. Es ist aber wenig sinnvoll, derartige Verordnungen auf Landesebene, somit jeweils unterschiedlich, zu erlassen. Aber auch der Umweltsenat scheint zur Erlassung einer solchen Verordnung nicht zuständig zu sein (§ 5 USG, BGBl 698/1993).

Ergänzend ist auf § 6 Abs. 2 UVP-G zu verweisen, wonach der Bundesminister für Umwelt durch Verordnung für einzelne Arten von Vorhaben nähere Bestimmungen über die im Rahmen der Umweltverträglichkeitserklärung vorzulegenden Angaben festlegen kann. In

¹⁴ Diese gelten unabhängig von den in Frage kommenden Materiengesetzen ("soweit dies nicht schon in anzuwendenden Verwaltungsvorschriften vorgesehen ist ..."/§ 17 Abs 2 UVP-G).

42 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

diesem Zusammenhang können daher auch nähere Bestimmungen über die Informationspflichten, einzuhaltenden Meßvorschriften usf. vorgeschrieben werden.

Auch das UVP-Gesetz erlaubt keine Sanierung von Altanlagen. Darüberhinaus erfaßt das Gesetz nur einen Kreis weniger Großanlagen. Das UVP-Gesetz ist daher, insgesamt betrachtet, keine taugliche Grundlage zur Erlassung des angestrebten Regelwerks.

4.3.7 Resümee und Ausblick

Für den Verordnungsgeber erhebt sich die Frage, auf welcher gesetzlichen Grundlage die präsumtive Verordnung erlassen werden soll.

In Gestalt des LRG-K besteht in Österreich ein zur Schaffung tauglicher Verordnungsgrundlagen geeignetes Regelungsvorbild, das aber aufgrund seines eingeschränkten Geltungsbereiches selbst nicht zur Verordnungserlassung im angestrebten Umfang herangezogen werden kann.

Als Alternative bietet sich § 29 Abs. 18 AWG an, der aber, wie oben dargestellt, eine Sanierung von Altanlagen, sofern diese nicht nach dem AWG genehmigt worden sind, nicht zuläßt.

Ebenfalls nur teilweise zur Erlassung der angestrebten Verordnung geeignet sind die §§ 69, 82 Gewerbeordnung 1973.

Generell ist festzuhalten, daß die europäische Rechtsentwicklung den Weg sektoraler Vorschriften verlassen will und eine Verfahrens- und Entscheidungskonzentration anstrebt. In einem Vorschlag der Kommission der Europäischen Gemeinschaften für eine Richtlinie des Rates über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung, KOM (93) 423 endg., vom 14. September 1993 ist diese Verfahrens- und Entscheidungskonzentration bei einer von den Mitgliedsstaaten zu benennenden Behörde bereits vorgesehen. Der Richtlinienvorschlag regelt auch die Festsetzung von Emissionsgrenzwerten durch die Mitgliedsstaaten, die Berücksichtigung von Umweltqualitätsstandards und das Verhältnis dieser beiden Größen bzw. deren Berücksichtigung im Genehmigungsverfahren.

In Österreich besteht derzeit noch kein umfassendes Immissionsschutzgesetz, das dem Anliegen des zitierten Richtlinienvorschlags entsprechen würde. Insbesondere beschränkt sich das angestrebte Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe eben auf Luftschadstoffe, wogegen sonstige Immissionen nicht erfaßt sein sollen.

4.4 INFORMATIONSPFLICHTEN

Grundsätzlich ist zwischen den Informationsrechten der Behörden und Informationspflichten von Anlagenbetreibern unabhängig von einem allfälligen behördlichen Auftrag zu unterscheiden.

Beispielhaft kann auf § 338 Abs. 1 Gewerbeordnung 1973 hingewiesen werden, wonach die Gewerbebehörden berechtigt sind, Betriebe sowie deren Lagerräume während der Betriebszeiten zu betreten und zu besichtigen und Kontrollen vorzunehmen. Der Gewerbetreibende ist auf Verlangen der Behörde verpflichtet, alle für die Gewerbeausübung maßgebenden behördlichen Urkunden vorzuweisen und zur Einsichtnahme auszuhändigen.

Ebenso sind die zur Vollziehung des Abfallwirtschaftsgesetzes berufenen Behörden gemäß § 33 AWG berechtigt, Grundstücke und Gebäude zu betreten und zu besichtigen, Transportmittel anzuhalten, Behältnisse und Transportmittel zu öffnen und zu besichtigen sowie Kontrollen vorzunehmen. Abs. 2 leg. cit. regelt die korrespondierende Verpflichtung des Abfallbesitzers.

Es ist nun durchaus denkbar, im Wege einer Verordnung nähere Regelungen bezüglich der Handhabung dieser Informationspflichten, soweit sie vom Gesetz bereits vorgezeichnet sind, zu treffen. Allerdings beschränken sich diese Gesetzesbestimmungen grundsätzlich auf die Verpflichtung, die erforderlichen Informationen im Zuge einer behördlichen Kontrolle vorzulegen.

Davon zu unterscheiden sind jene weit spärlicheren Bestimmungen, die den Anlagenbetreiber zu einer aktiven, d.h. von behördlichen Kontrollen etc. losgelösten Informationspflicht verhalten. Beispielsweise ist der Bundesminister für Umwelt gemäß § 12 des Umweltinformationsgesetzes (UIG), BGBl. Nr. 495/1993 berechtigt, im Einvernehmen mit dem jeweils sachlich zuständigen Bundesminister durch Verordnung festzulegen, daß die Betreiber bestimmter, bundesgesetzlichen Vorschriften unterliegender Anlagengruppen dem BMU bestimmte Umweltdaten zu melden haben, die zur Beurteilung der Auswirkungen der Anlage auf die Umwelt im Normalbetrieb oder im Störfall (Verweis auf § 82 a Abs. 3 GewO) erforderlich sind.

Gemäß § 13 Abs. 1 UIG ist der Anlagenbetreiber, sofern er aufgrund bundesgesetzlicher Vorschriften oder darauf beruhender behördlicher Anordnung verpflichtet ist, Emissionen aus seiner Betriebsanlage zu messen und darüber Aufzeichnungen zu führen, verpflichtet, diese Aufzeichnungen, jeweils bezogen auf das letztvergangene Kalendermonat oder das jeweils letztvergangene Kalenderjahr an einer allgemein leicht zugänglichen Stelle bekanntzumachen (z.B. Anschlag am Werkstor).

4.5 "UMWELTBEAUFTRAGTER"

Auch die nach einzelnen Verwaltungsvorschriften zu bestellenden, sog. "Umweltbeauftragten" haben Informationsfunktion, wenn auch nicht primär gegenüber der Behörde und der Öffentlichkeit, sondern gegenüber dem Betriebsinhaber.

Beispielsweise ist auf den Giftbeauftragten gemäß § 31 Chemikaliengesetz, den Störfallbeauftragten gemäß § 6 Abs. 3 der Störfallverordnung, die Sicherheitsvertrauenspersonen gemäß § 20 des Arbeitnehmerschutzgesetzes, den Strahlenschutzbeauftragten nach dem Strahlenschutzgesetz sowie auf die Möglichkeit der Bestellung eines Abwasserbeauftragten gemäß § 33 Abs. 3 Wasserrechtsgesetz hinzuweisen¹⁵.

Von besonderer Bedeutung ist im vorliegenden Zusammenhang die in § 9 Abs. 6 und 7 AWG vorgesehene Verpflichtung der Bestellung eines Abfallbeauftragten.

Nach dieser Bestimmung ist in Betrieben mit mehr als 250 Arbeitnehmern, in denen regelmäßig gefährliche Abfälle anfallen, vom Betriebsinhaber ein Abfallbeauftragter schriftlich zu bestellen und der Behörde bekanntzugeben. Dieser Abfallbeauftragte hat die Einhaltung der Vorschriften des AWG oder darauf beruhender Verwaltungsakte zu überwachen. Er hat den Betriebsinhaber über seine Wahrnehmungen, insbesondere über festgestellte Mängel, unverzüglich zu informieren. Der Abfallbeauftragte muß im Betrieb dauernd beschäftigt und während der üblichen Geschäfts- oder Betriebsstunden anwesend oder zumindest leicht erreichbar sein. Für den Fall seiner Verhinderung ist ein Stellvertreter zu bestellen. Ab 1.10.1995 besteht die Pflicht zur Bestellung eines Abfallbeauftragten bereits dann, wenn der Betrieb 100 Arbeitnehmer beschäftigt.

Zu beachten ist, daß die Behörde keine Möglichkeit hat, auf die fehlende Qualifikation des Abfallbeauftragten zu reagieren. Diesem kommen auch keinerlei vom Gesetz auferlegte Verpflichtungen gegenüber der Behörde zu. Die Rechtsstellung des Abfallbeauftragten ist also ungenügend geregelt.

¹⁵ Zu alledem im Detail: Mittendorfer, Umweltbeauftragte im Betrieb, Informationen zur Umweltpolitik Nr. 86/1993, Schriftenreihe des Instituts für Wirtschaft und Umwelt der Bundesarbeiterkammer.

5 MINDESTANFORDERUNGEN AN DIE ORGANISATION UND DAS PERSONAL VON THERMISCHEN ABFALLBEHANDLUNGSANLAGEN SOWIE AN DIE INFORMATION UND DOKUMENTATION

5.1 BETRIEBSORGANISATION

Die Organisation einer thermischen Behandlungsanlage kann von unterschiedlichem Aussehen sein, abhängig davon, ob es sich um eine auf die Abfallentsorgung spezialisierte Anlage handelt oder, ob die thermische Behandlung von Abfallstoffen im Rahmen einer industriellen Produktions- oder Energieerzeugungsanlage stattfindet. In letzterem Fall wird eine Einbindung in bereits vorhandene Organisationsstrukturen erfolgen.

Für einen kontinuierlichen Betrieb ist die Erstellung eines Schichtplans unerlässlich. Es sind unterschiedliche Organisationsformen, abhängig von den betriebsspezifischen Erfordernissen möglich.

In jedem Fall sollen im Rahmen der Betriebsorganisation Maßnahmen zur Qualitätssicherung gesetzt und dokumentiert werden (s.a. EN 29000, ISO 9000). Diese Maßnahmen sollen sich auch auf den Umweltbereich erstrecken, um eine Bewertung und Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes, beispielsweise im Verlauf eines Öko-Audits, zu ermöglichen (s.a. EU-Verordnung Nr. 1836/93, Freiwillige Beteiligung gewerblicher Unternehmen an einem Gemeinschaftssystem für das Umweltmanagement und die Umweltbetriebsprüfung, vom 10.7.1993).

5.2 BETRIEBSPERSONAL

Eine wesentliche Voraussetzung für den ordnungsgemäßen Betrieb der Abfallbehandlung ist die Schulung und die Erfahrung des Personals.

Der Ausbildungsgrad des Personals soll in Abhängigkeit vom Verantwortungsbereich festgelegt werden. Durch eine intensive Schulung am Einsatzort im Betrieb soll das notwendige Praxiswissen vermittelt werden.

Neben der fachlichen Kompetenz und praktischen Erfahrung sind auch die vom Gesetzgeber im Einzelfall vorgeschriebenen Qualifikationen und deren Nachweise einzuhalten.

46 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Tab. 5.1: Übersicht der vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Qualifikationen.

Personen, Art der Tätigkeit	Rechtsquellen, Normen	Art der Prüfung, Bestätigung, Zeugnis usw.	Bemerkungen
Aufzugswärter Führer von bestimmten Aufzügen	§ 92 ADSV § 10 Aufzugsverordnung ÖNORM B 2451	Vermerk im Aufzugsbuch	Aufzugswärter, Mindestalter 18 Jahre; Aufzugsführer, Mindestalter 16 Jahre
Betriebsarzt, Leiter der betriebsärztlichen Betreuung	§§ 22 ff. Arbeitnehmerschutzgesetz §§ 10, 11 Einrichtungenverordnung; Arbeitsmed. Ausbildungs-Verordnung	Arzt, Nachweis einer anerkannten Ausbildung, Wissen in Arbeitsmedizin, Kenntnis der Arbeitnehmerschutzvorschriften	Im allgemeinen f. Betriebe mit mehr als 250 Arbeitnehmern. Vor Bestellung mit dem BR zu beraten (§ 99a ArbVG), Name dem AI mitzuteilen
Betriebswärter für Dampfkessel	§§ 58 ff. Dampfkesselverordnung; Dampfkesselbetriebsgesetz	Zeugnis über die fachtechnische Prüfung	Mindestalter 18 Jahre
Brandschutzbeauftragter	Feuerpolizeiverordnungen	Kurs für Brandschutzbeauftragte, Kursbestätigung	Der zuständigen Brandverhütungsstelle zu melden
Elektro-Fachkraft für die Organisation von Arbeiten unter Spannung an elektrischen Leitungsanlagen über 1 kV	Verordnung über den Nachweis der Fachkenntnisse für Vorbereitung und Organisation von Arbeiten unter elektrischer Spannung über 1 kV	Zeugnis einer vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales ermächtigten Stelle	Mitwirkung bei Auswahl der entsprechenden Schutzausrüstungen; Ausarbeitung von Verhaltensanweisungen; Kontrolle über die Unterweisung und Aufsicht
Ersthelfer, betrieblicher	§ 13 Arbeitnehmerschutzgesetz § 81 AAV § 298 Allgemeine Bergpolizeiverordnung § 77 Bauarbeiterschutzesverordnung	Kursbesuchsbestätigung; Ausbildung nach den Lehrplänen des Österreichischen Roten Kreuzes oder zumindest gleichwertige Ausbildung; ist nach spätestens 10 Jahren zu wiederholen	Für Betriebe bis 5 Dienstnehmer soll 1 Person, mit 6 u. mehr Dienstnehmern muß eine genügende Anzahl von Personen in der Ersten Hilfe ausgebildet sein. Auf Baustellen mit 20 oder mehr Dienstnehmern muß mindestens 1 Person ausgebildet sein.
Führer von schienengebundenen Triebfahrzeugen	§ 7 Arbeitnehmerschutzgesetz § 192 ADSV	Nachweis der fachlichen Eignung; Dampf- und Motorlokomotiven: siehe "Lokomotivführer"; außerhalb des Werksgeländes: Zusatzprüfung	Mindestalter 18 Jahre
Gasrettungsdienst	§ 6 Arbeitnehmerschutzgesetz §§ 2 und 5 Fachkenntnisverordnung § 9 Eisen- u. Stahlhüttenverordnung	Zeugnis	Mindestalter 21 Jahre, Beschränkung des Höchstalters
Hubstaplerführer	§ 7 Arbeitnehmerschutzgesetz § 106 ADSV §§ 2 und 4 Fachkenntnisverordnung	Zeugnis	Mindestalter 18 Jahre

Kranführer	§ 6 Arbeitnehmerschutzgesetz §§ 2 und 3 Fachkenntnis-Verordnung § 93 ADSV verbindlich erklärte ÖNORM M 9601	Kranführerkurs, Zeugnis	nur für Krane gemäß § 2 Fachkenntnis-Verordnung; Mindestalter 18 Jahre, mit Einrichtung und Bedienung vertraut
Laserschutzbeauftragter und Stellvertreter	IEC 825 EN 60 825	Kurs für Laserschutzbeauftragte, Kursbestätigung	bei Laserklasse IIIB und IV
Lenker von Transportkarren, wie Elektro- oder Dieselpkarren, Lkw und sonstigen kraftbetriebenen Transportgeräten	§ 7 Arbeitnehmerschutzgesetz § 106 ADSV	Fahrbewilligung, schriftlich zu bestätigen	Mindestalter 18 Jahre
Lokomotivführer für Verbrennungsmotor- und Dampflokomotiven	siehe "Betriebswärter"	siehe "Betriebswärter"	siehe "Betriebswärter"
Maschinenwärter für Dampfmaschinen, Dampfturbinen, Gasturbinen, Verbrennungsmotoren ab 370 kW	siehe "Betriebswärter"	siehe "Betriebswärter"	siehe "Betriebswärter"
Sicherheitsbeauftragter	§ 346 Allgemeine Bergpolizeiverordnung	Anerkennung durch die Berghauptmannschaft	Zumeist ein Bergingenieur
Sicherheitstechniker, Leiter des sicherheitstechnischen Dienstes	§ 21 Arbeitnehmerschutzgesetz §§ 6 ff. Einrichtungen-Verordnung	Fachkenntnisse, Betriebs-erfahrung, Kenntnis der Arbeitnehmerschutzvorschriften, Voraussetzung zur Verleihung der Standesbezeichnung "Ingenieur"	Im allgemeinen für Betriebe mit mehr als 250 Arbeitnehmern. Vor Bestellung mit dem BR zu beraten (§ 99a ArbVG), Name dem AI mitzuteilen
Sicherheitsvertrauensperson	§ 20 Arbeitnehmerschutzgesetz §§ 33 ff. Einrichtungen-Verordnung	Fachliche Qualifikation, bei Bestellung mit den Aufgaben vertraut zu machen	Vom Arbeitgeber mit Zustimmung des BR für drei Jahre zu bestellen, durch Anschlag im Betrieb bekanntzugeben
Strahlenschutzbeauftragter	§§ 2, 36 Strahlenschutzgesetz §§ 28 ff. Strahlenschutzverordnung	Nachweise gemäß §§ 28 ff. Strahlenschutzverordnung	Mindestalter 18 Jahre zuzüglich einer ausreichenden Beschäftigungszeit
Inhaber der Giftbezugslizenz	§ 29 Chemikaliengesetz	Bewilligung durch die Bezirksverwaltungsbehörde	Mindestalter 24 Jahre, Nachweis von Erste-Hilfe-Kenntnissen
Giftbeauftragter	§ 31 Chemikaliengesetz	vom Betriebsinhaber zu bestellen	für Betriebe, die Gifte herstellen oder in Verkehr bringen, Dauerbeschäftigter
Abfallbeauftragter	§ 9 Abfallwirtschaftsgesetz, Novelle 1994	Fachliche Qualifikation, schriftliche Bekanntgabe der zuständigen Behörde	für Betriebe ab 100 Arbeitnehmern, bei Anfall von Abfällen

5.3 BETRIEBSBÜCHER

Die Führung von Betriebsbüchern ermöglicht das Nachvollziehen von Ereignissen und das Erkennen von Zusammenhängen im Betriebsgeschehen. In diesem Sinne soll eine kontinuierliche und vollständige Aufzeichnung der wesentlichen Betriebs- und Emissionsdaten (s. Kapitel 7., Kapitel 9.5. und Kapitel 12. bis 14.) sowie eine automatisierte Aufzeichnung der Störmeldungen und eine laufende Aufzeichnung der manuellen Eingriffe in die Anlagensteuerung erfolgen. Abhängig vom jeweiligen Betrieb kann die Führung von getrennten Aufzeichnungen in den verschiedenen Bereichen erforderlich sein.

5.4 BEREICH KONTROLLE

In den Bereich Kontrolle fallen beispielsweise die Erfassung und Analyse der Abfälle, Überprüfung der angelieferten Chemikalien, Laboranalysen, Überwachung der Rückstände und Emissionen sowie Überwachung der Betriebszustände (Leittechnik). Durch die Führung von Betriebsbüchern und Aufzeichnungen ist auch längerfristig eine nachvollziehbare Kontrollmöglichkeit zu gewährleisten.

Der Kontrollbereich muß im Betrieb nicht unbedingt eine eigenständige Organisationseinheit darstellen, die Aufgaben können beispielsweise im Rahmen der gesamten Betriebsorganisation delegiert und durchgeführt werden.

5.5 INFORMATIONSPFLICHTEN (SIEHE AUCH KAPITEL 4.4)

Aus dem Umweltinformationsgesetz (UIG, BGBl Nr. 495/1993) ergibt sich die Verpflichtung zur regelmäßigen Bekanntmachung von Emissionsdaten (§ 13(1)) und zur Information über die Gefahr von Störfällen (§ 14). Weiters kann durch das Bundesministerium für Umwelt per Verordnung für Anlagen festgelegt werden, daß bestimmte Umweltdaten bekanntzugeben sind (§ 12 UIG).

Emissionserklärungen sind gemäß LRG-K (§ 27 LRV-K) einmal jährlich an die Behörde abzugeben. Seitens der Behörde können kontinuierliche Emissionsmessungen bzw. Einzelmessungen im Detail vorgeschrieben werden.

Bezüglich der Abfälle sind die durch das AWG und die Abfallnachweis-Verordnung vorgesehenen Informationen anzugeben.

5.6 PERSONEN- UND ARBEITNEHMERSCHUTZ

5.6.1 Gesetzliche Bestimmungen

Im Rahmen der thermischen Behandlungsanlagen sind die jeweiligen Rechtsvorschriften und Normen einzuhalten.

Tab. 5.2: Übersicht über die gesetzlichen Bestimmungen betreffend Personen- und Arbeitnehmerschutz. *)

BGBl Nr. 234/1972	Arbeitnehmerschutzgesetz
BGBl Nr. 267/1954	Bauarbeiterschutverordnung
BGBl Nr. 2/1984	Verordnung über die Einrichtung in den Betrieben für die Durchführung des Arbeitnehmerschutzes
BGBl Nr. 218/1983	Allgemeine Arbeitnehmerschutzverordnung
BGBl Nr. 265/1951	Allgemeine Dienstnehmerschutzverordnung
BGBl Nr. 43/1961	Maschinen-Schutz-Vorrichtungsverordnung

*) Aufgrund der infolge des EWR-Abkommens notwendigen umfangreichen Änderungen auf dem Gebiet des Arbeitnehmerschutzes ist die gänzliche Neufassung des Arbeitnehmerschutzgesetzes sowie - schrittweise - seiner Durchführungsverordnungen in Ausarbeitung.

5.6.2 Sicherheitstechnisch wichtige ÖNORMEN

In den folgenden Normengruppen sind sicherheitstechnisch relevante Normen zu finden.

Allgemeine Normen	A
Bauwesen	B
Elektrotechnik	E
Feuerlösch- und Rettungswesen	F
Maschinenbau	M
Sonstige Normen	S
Sicherheitstechnik	Z

Speziell sind in der Normengruppe S die für den Schallschutz relevanten Normen enthalten (siehe auch Kapitel 2.5.)

50 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Besonders hervorzuheben für den Personen- und Arbeitnehmerschutz ist die Normengruppe Sicherheitstechnik (Z). Im Rahmen dieser Normengruppe sind eine Reihe von europäischen Normen bereits übernommen. Generell wurde bereits eine Reihe von sicherheitstechnisch relevanten Normen aus den europäischen Normen übernommen.

Tab. 5.3: Übersicht der relevanten Normen betreffend Personen- und Arbeitnehmerschutz.

ÖNORM Z 1001	Kennzeichnung von Rohrleitungen nach deren Inhalt; Ausgabe Jänner 1987
ÖNORM Z 1008	Sicherheitsdatenblatt für chemische Stoffe und Zubereitungen; Hinweise zum Ausfüllen des Formblattes; Ausgabe Jänner 1987 (Verbindlich erklärt)
ÖNORM Z 1146	Atemgeräte; Filter-Atemschutzgeräte mit Haube für Selbstrettung bei Bränden; Anforderungen, Prüfung Normkennzeichnung; Ausgabe Juni 1990 (Kennzeichnung nach § 3 (2) Normengesetz)
ÖNORM Z 1200	Schutzkleidung; Schutzhandschuhe; Allgemeine Anforderungen, Prüfung, Normkennzeichen; Ausgabe April 1984. (Kennzeichnung nach § 3 (2) Normengesetz)
ÖNORM Z 1250	Arbeitsschutzkleidung; Begriffsbestimmungen und Einteilung; Ausgabe 1989
ÖNORM Z 1251	Leichte Schutzkleidung gegen Chemikalien, sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung, Normkennzeichnung, Ausgabe April 1989. (Kennzeichnung nach § 3 (2) Normengesetz)
ÖNORM Z 1252	Schutzkleidung gegen Wärme und Flammen; sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung, Normkennzeichnung, Ausgabe April 1989. (Kennzeichnung nach § 3 (2) Normengesetz)
ÖNORM Z 1253	Schutzkleidung für Schweiß- und Brennschneidarbeiten; sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung, Normkennzeichnung, Ausgabe April 1989. (Kennzeichnung nach § 3 (2) Normengesetz)

5.6.3 Arbeitsschutzrichtlinien aufgrund des EWR-Abkommens

Mit dem Inkrafttreten des EWR-Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum am 1.1.1994 hat die Republik Österreich die Inhalte der angeführten Rechtsvorschriften ins Österreichische Recht zu übernehmen und umzusetzen. Es handelt sich um die EU-Richtlinien, die durch das EWR-Abkommen als EWR-Richtlinien übernommen werden.

Die das Gebiet des Arbeitnehmerschutzes betreffenden EWR-Richtlinien sind im Anhang 18 zum EWR-Abkommen aufgezählt.

Tab. 5.4: Übersicht über die EU-Richtlinien betreffend Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz, Gleichbehandlung von Männern und Frauen und Arbeitsrecht.

Nr. 77/576/EWG	Richtlinie des Rates vom 25. Juli 1977 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz, geändert durch: Richtlinie Nr. 79/640/EWG des Rates vom 21. Juni 1979
Nr. 78/610/EWG	Richtlinie des Rates vom 29. Juni 1978 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über den Schutz der Gesundheit von Arbeitnehmern, die Vinylchloridmonomer ausgesetzt sind
Nr. 80/1107/EWG	Richtlinie des Rates vom 27. November 1980 zum Schutz der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch chemische, physikalische und biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit, geändert durch: Richtlinie Nr. 88/642/EWG des Rates vom 16. Dezember 1988
Nr. 82/605/EWG	Richtlinie des Rates vom 28. Juli 1982 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch metallisches Blei und seine Ionenverbindungen am Arbeitsplatz
Nr. 83/477/EWG	Richtlinie des Rates vom 19. September 1983 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Asbest am Arbeitsplatz, geändert durch: Richtlinie 91/382/EWG des Rates vom 25. Juni 1991
Nr. 86/364/EWG	Richtlinie des Rates vom 9. Juni 1988 zum Schutz der Arbeitnehmer durch ein Verbot bestimmter Arbeitsstoffe und/oder Arbeitsverfahren
Nr. 89/391/EWG	Richtlinie des Rates vom 12. Juni 1989 über die Durchführung von Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Arbeitnehmer bei der Arbeit
Nr. 89/654/EWG	Richtlinie des Rates vom 30. November 1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz in Arbeitsstätten
Nr. 89/655/EWG	Richtlinie des Rates vom 30. November 1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit

52 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Nr. 89/656/EWG	Richtlinie des Rates vom 30. November 1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit
Nr. 90/269/EWG	Richtlinie des Rates vom 29. Mai 1990 über die Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der manuellen Handhabung von Lasten, die für die Arbeitnehmer insbesondere eine Gefährdung der Lendenwirbelsäule mit sich bringt
Nr. 90/270/EWG	Richtlinie des Rates vom 29. Mai 1990 über die Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit an Bildschirmgeräten
Nr. 90/394/EWG	Richtlinie des Rates vom 28. Juni 1990 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch Karzinogene bei der Arbeit
Nr. 90/679/EWG	Richtlinie des Rates vom 26. November 1990 über den Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit
Nr. 91/383/EWG	Richtlinie des Rates vom 25. Juni 1991 zur Ergänzung der Maßnahmen zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes von Arbeitnehmern mit befristetem Arbeitsverhältnis oder Leiharbeitsverhältnis
Nr. 75/117/EWG	Richtlinie des Rates vom 10. Februar 1975 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Anwendung des Grundsatzes des gleichen Entgelts für Männer und Frauen
Nr. 76/207/EWG	Richtlinie des Rates vom 9. Februar 1976 zur Verwirklichung des Grundsatzes der Gleichbehandlung von Männern und Frauen hinsichtlich des Zuganges zur Beschäftigung, zur Berufsbildung und zum beruflichen Aufstieg sowie in bezug auf die Arbeitsbedingungen
Nr. 79/7/EWG	Richtlinie des Rates vom 19. Dezember 1978 zur schrittweisen Verwirklichung des Grundsatzes der Gleichbehandlung von Männern und Frauen im Bereich der sozialen Sicherheit
Nr. 86/378/EWG	Richtlinie des Rates vom 24. Juli 1986 zur Verwirklichung des Grundsatzes der Gleichbehandlung von Männern und Frauen bei den betrieblichen Systemen der sozialen Sicherheit
Nr. 86/613/EWG	Richtlinie des Rates vom 11. Dezember 1986 zur Verwirklichung des Grundsatzes der Gleichbehandlung von Männern und Frauen, die eine selbständige Erwerbstätigkeit - auch in der Landwirtschaft - ausüben, sowie über den Mutterschutz
Nr. 75/129/EWG	Richtlinie des Rates vom 17. Februar 1975 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Massenentlassungen
Nr. 77/187/EWG	Richtlinie des Rates vom 14. Februar 1977 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Wahrung von Ansprüchen der Arbeitnehmer beim Übergang von Unternehmen, Betrieben oder Betriebsteilen
Nr. 80/987/EWG	Richtlinie des Rates vom 20. Oktober 1980 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über den Schutz der Arbeitnehmer bei Zahlungsunfähigkeit des Arbeitgebers, geändert durch: Richtlinie Nr. 87/164/EWG des Rates vom 2. März 1987

6 MINDESTANFORDERUNGEN AN DIE ABFALLANLIEFERUNG

6.1. TRANSPORT

Die Mindestanforderungen an den Abfalltransport ergeben sich durch den Aggregatzustand eines Abfalls (fest, pastös, flüssig, gasförmig), seinen chemischen Eigenschaften und den technischen Erfordernissen, die durch die jeweilige Behandlungsanlage vorgegeben sind (Übernahme- und Beschickungssystem, Regeltechnik, etc.).

Der allen Maßnahmen vorausgehende Schritt muß daher in einer Deklaration der Abfälle, die Angaben über die Herkunft und Zusammensetzung enthalten soll, bestehen, wodurch nicht nur die Anforderungen an den Transport formuliert werden können, sondern auch die Zuordnung zu geeigneten Behandlungsanlagen sichergestellt wird.

Wenn die weitere Behandlung dadurch erschwert wird, dürfen Abfälle nicht vermischt werden (siehe auch AWG § 11).

Die Mindestanforderungen an den Transport sind in bestehenden Vorschriften und Regelwerken festgelegt (siehe Tab. 6.1).

6.2. BEHÄLTER

Die Mindestanforderungen an Behälter für Abfälle ergeben sich einerseits durch die chemischen und physikalischen Eigenschaften des Abfalls und andererseits durch die Anlagenkonzeption (z.B. Beschickungssystem). Prinzipiell ist die Dichtheit der Behältnisse vorauszusetzen, daraus ergibt sich unter anderem auch die Forderung nach mechanischer Stabilität und Korrosionsbeständigkeit. Für flüssige Stoffe sollen die Behälter gut verschließbar ausgeführt sein. Ist bei festen Stoffen eine Staubentwicklung zu befürchten, so ist eine Abdeckung vorzusehen. Auch hier ist im einzelnen Bezug auf bestehende Gesetze (Sicherheit, Brandschutz, etc.) und Normen zu nehmen (z.B. ÖNORM S 2104).

Werden Behälter mitverbrannt, stellt sich die Forderung nach deren Brennbarkeit. Abhängig vom Beschickungssystem und der Größe der Behälter kann eine Zerkleinerung erforderlich sein. Der Einsatz von Fässern für feste bzw. pastöse Abfälle kann so zu großem technischen Aufwand führen, wenn eine vollständige Entleerung des Fasses unter Umständen nicht möglich ist und die Zerkleinerung der Gebinde aus sicherheitstechnischen Gründen nur unter Schutzgas durchgeführt werden kann. Folglich wird vom Anlagenbetreiber die Forderung nach leicht hantierbaren Gebinden gestellt.

54 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Tab. 6.1: Übersicht der gesetzlichen Bestimmungen und Normen für den Bereich der Abfallanlieferung.

BGBI. Nr. 137/1967		Ordnung für die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter in der jeweils gültigen Fassung (RID)
BGBI. Nr. 522/1973		Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR)
BGBI. Nr. 209/1979		Bundesgesetz über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (GGSt)
BGBI. Nr. 220/1987		Kleinmengenverordnung
BGBI. Nr. 602/1987		Änderungen der Anlagen A und B zum Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR)
BGBI. Nr. 325/1990		Abfallwirtschaftsgesetz
BGBI. Nr. 240/1991		Verordnung über brennbare Flüssigkeiten
BGBI. Nr. 49/1991		Verordnung über die Festsetzung gefährlicher Abfälle
BGBI. Nr. 65/1991		Abfallnachweisverordnung
BGBI. Nr. 326/1987		Chemikaliengesetz
BGBI. Nr. 208/1989		Chemikalienverordnung - ChemV.i.d.j.g.F.
BGBI. Nr. 212/1989		Giftverordnung i.d.j.g.F.
BGBI. Nr. 535/1991		Störfallverordnung
ÖNORM A 5032		Zylindrische Dosen mit Klemmdeckel für Lacke und Farben in Liter-Füllmenge
ÖNORM A 5115	T. 1 T. 2	Packmittel; Säcke; Maßangaben, Formen, Bezeichnungen Packmittel; Säcke Form A1 und B1; Vorzugsmaße für Säcke aus Kraftsackpapier
ÖNORM A 5301		Aufsetzrahmen aus Holz für Paletten 800 mm x 1200 mm
ÖNORM A 5321		Vierweg-Boxpalette aus Stahl 800 mm x 1200 mm; Europäische Tausch-Boxpalette Y
ÖNORM A 5340		Silopalette, Tankpalette; 800 mm x 1200 mm u. 1000 mm x 1200 mm
ÖNORM EN 209		Stahlfässer; Deckelbehälter mit einem Volumen von 213 l
ÖNORM EN 210		Stahlfässer; Spundbehälter mit einem Volumen von 216,5 l

ÖNORM ISO 1496	T. 1	ISO-Container; Spezifikation und Prüfung von ISO-Containern der Reihe 1; Stückgut Container
	T. 2	ISO-Container; Spezifikation und Prüfung von ISO-Containern der Reihe 1; Thermal-Container
	T. 3	ISO-Container; Spezifikation und Prüfung; Tank-Container für Flüssigkeiten und Gase
ÖNORM S 2010		Müllsäcke; Abmessungen und Anforderungen
ÖNORM S 2016		Behälter für Absetzkipper; Anschlußmaße
ÖNORM S 2017		Wechselader-Einrichtung und Abrollbehälterrahmen
ÖNORM S 2031		Kommunalfahrzeuge; Fäkaliensaugfahrzeuge; techn. Anforderungen
ÖNORM S 2032		Kommunalfahrzeuge; Schlammsaugfahrzeuge; techn. Anforderungen
ÖNORM S 2051		Kommunalfahrzeuge; Tankreinigungs- und Abscheiderreinigungsfahrzeuge; technisch Anforderungen
ÖNORM S 2100		Abfallkatalog
ÖNORM S 2101		Katalog gefährlicher Abfälle
ÖNORM V 5700	T. 1	Wechselaufbauten der Größe 1 und 2 für Lastkraftwagen und Anhänger; Anschlußmaße und Zentriereinrichtungen
ÖNORM V 5701		Wechselaufbauten für Lastkraftwagen und Anhänger; Anforderungen und Prüfungen
ÖNORM V 5720		Binnencontainer; Hauptmaße, Eckbeschläge und Prüfung
ÖNORM V 5725		Abrollbehälter; Zusatzbestimmungen für den Einsatz im kombinierten Verkehr
ÖNORM ISO 668		ISO-Container der Reihe 1; Klassifikation, Außenabmessungen und Gesamtgewichte

7 MINDESTANFORDERUNGEN AN DIE ABFALLÜBERNAHME

Die Mindestanforderungen an die Abfallübernahme ergeben sich einerseits aus der Art des Abfalls und andererseits aus der anlagentechnischen Ausstattung. Bei einer Anlage, die beispielsweise für die thermische Behandlung bestimmter, in ihrer Zusammensetzung homogener Abfälle konzipiert ist, kann die Durchführung einer Identitäts- bzw. Sichtkontrolle ausreichend sein.

Die Abfallübernahme erfordert einen Eingangsbereich und die Zwischenlagerung. Der Eingangsbereich umfaßt beispielsweise einen Wartebereich für Lieferfahrzeuge, Waage, Probenahmestelle und Labor. Weiters ist genügend Platz für Fahrzeuge zur Überbrückung der Wartezeit bis zur Entladung der Abfälle vorzusehen. Im Eingangsbereich soll die Übernahmekontrolle der Abfälle und die Deklaration erfolgen. Diese kann im einfachsten Fall aus einer Sichtkontrolle und einer Mengenermittlung bestehen. Eine Probenahme soll, so wie jede Manipulation von Abfällen, nur in Bereichen erfolgen, die gegen das Grundwasser abgedichtet sind. Eventuell auftretende Abwässer sollen getrennt erfaßt und einer Abwasserbehandlung zugeführt werden. Zur Vermeidung derartiger Abwässer sollen Bereiche, in denen Abfallmanipulationen durchgeführt werden, überdacht werden. Die Durchführung der Probenahme ist den einschlägigen Regelwerken zu entnehmen (z.B. ÖNORM S 2111). Das Labor soll über die Probenahmeeinrichtungen und über die für den störungsfreien Anlagenbetrieb wichtigen Analysengeräte verfügen. Die erforderlichen Analysen sollen nachvollziehbar und gemäß dem Stand der Technik durchgeführt werden, wobei der Bezug zu Normen anzuführen ist.

Das Zwischenlager (z.B. Müllbunker) dient zur Überbrückung für den Zeitraum von der Anlieferung bis zur Verbrennung. Die Größe richtet sich nach der Durchsatzkapazität und Betriebszeit der thermischen Behandlungsanlage sowie der zeitlichen Verteilung von Abfallanlieferungen. Generell sollte eine logistische Planung der Anlieferung von Abfällen dem Anlegen von großen Zwischenlagern vorgezogen werden. Betriebsmittel und Abfälle sollen getrennt gelagert werden.

Weitere Anforderungen an die Beschaffenheit des Zwischenlagers ergeben sich durch den Aggregatzustand und die chemischen Eigenschaften der Abfälle. Prinzipiell sollen Boden- und Grundwasserkontaminationen sowie Lärm- und Geruchsbelästigungen vermieden werden. In diesem Sinne soll eine Abdichtung gegen den Untergrund, eine getrennte Sammlung und Behandlung von Abwasser sowie eine Überdachung vorgesehen werden. In speziellen Fällen kann sich auch die Notwendigkeit einer Einhausung und einer eigenen Abluftbehandlung

ergeben. Die im Lagerbereich abgesaugte Luft kann bei der Verbrennung eingesetzt werden. In diesem Fall soll für Stillstandszeiten der Verbrennung eine alternative Abluftentsorgung eingerichtet werden (z.B. Biofilter).

Bei unterschiedlichen Abfallarten soll eine getrennte Lagerung und Kennzeichnung der Lagerbereiche erfolgen, auch hier sind die gesetzlichen Bestimmungen und Normen anzuwenden. Durch die Einführung eines Qualitätssicherungssystemes gemäß den Normenreihen EN 29000 bzw. ISO 9000 soll der Bereich Logistik, Übernahme und Zwischenlagerung der Abfälle in einer dem Einzelfall entsprechenden Detaillierung festgelegt werden.

Tab. 7.1: Übersicht von gesetzlichen Bestimmungen und Normen im Bereich der Abfallübernahme.

BGBl. Nr. 218/1983	Allgemeine Arbeitnehmerschutzverordnung i.d.F.
BGBl. Nr. 208/1989	Chemikalienverordnung - ChemV i.d.F.
BGBl. Nr. 212/1989	Giftverordnung 1989 i.d.F.
BGBl. Nr. 325/1990	Abfallwirtschaftsgesetz i.d.F.
BGBl. Nr. 49/1991	Verordnung über die Festsetzung gefährlicher Abfälle i.d.F.
BGBl. Nr. 65/1991	Abfallnachweisverordnung i.d.F.
BGBl. Nr. 215/1959	Wasserrechtsgesetz i.d.F.
BGBl. Nr. 275/1969	Verordnung über die bewilligungspflichtigen wasser-gefährdenden Stoffe
BGBl. Nr. 240/1991	Verordnung über brennbare Flüssigkeiten
BGBl. Nr. 50/1974	Gewerbeordnung i.d.F.
BGBl. Nr. 535/1991	Störfallverordnung
ÖNORM S 2110	Analytische Beurteilung von Abfällen
ÖNORM S 2111	Probenahme von Abfällen

8 MINDESTANFORDERUNGEN AN DIE ABFALLAUFBEREITUNG

Die Aufbereitung der Abfälle soll auf der einen Seite einen störungsfreien Betrieb des Beschickungs- und Verbrennungssystems und auf der anderen Seite einen möglichst homogenen Einsatzstoff für die Verbrennung garantieren (siehe auch Kapitel 6.2.). Es sind derzeit einige unterschiedliche Verfahren zur Abfallaufbereitung in Entwicklung und Erprobung. Keines dieser Verfahren stellt aber derzeit bereits den Stand der Technik dar, sodaß detaillierte Anforderungen an die Abfallaufbereitung noch nicht gestellt werden können. Im folgenden sind Beispiele für die Aufbereitung spezieller Abfälle angeführt.

8.1 AUFBEREITUNG SPEZIELLER ABFÄLLE

8.1.1 Hausmüll

Bei Hausmüll ist in geringem Ausmaß eine Homogenisierung durch Umschichten und Mischen des Abfalls mittels Kran zu erreichen.

In speziellen Fällen kommen Verfahren zur Herstellung von sogenanntem BRAM (Brennstoff aus Müll) zum Einsatz. Dabei werden zumeist die Fraktionen BRAM, Schrott, Kompost und Rückstände für Deponie hergestellt. Das Verfahren besteht meist in einer Zerkleinerung des Abfalls in einer Mühle und der anschließenden Auftrennung in die einzelnen Fraktionen durch eine Kombination von Sieben, Windsichter, Zyklon mit Entstaubung und Magnetscheider. Zusätzlich kann die BRAM-Fraktion stabilisiert, brikettiert oder pelletiert werden.

8.1.2 Sperrmüll

Gesammelter Sperrmüll soll zunächst einer manuellen Sortierung entsprechend der weiteren Behandlung der einzelnen Fraktionen unterzogen werden. Sperriges Material muß vor der thermischen Behandlung zerkleinert werden, um eine Störung des Beschickungssystems durch Verstopfung zu verhindern. Die Zerkleinerung kann in Prall-, Schlagmühlen oder Scheren durchgeführt werden. Verwertbare Metalle sollen nach der mechanischen Aufbereitung abgetrennt werden.

8.1.3 Klärschlamm

Vor Einsatz von Klärschlamm in der thermischen Behandlung soll der Wassergehalt verringert werden.

Wird Klärschlamm zwischengelagert, dann soll eine Stabilisierung zur Erhöhung der Lagerfähigkeit und damit der Vermeidung von Geruchsentwicklung durch Faulungsprozesse durchgeführt werden.

8.1.4 Sonstige Abfallstoffe

Feste Abfälle sollen generell soweit zerkleinert werden, daß eine störungsfreie und gleichmäßige Beschickung möglich ist.

Flüssige und pumpfähige pastöse Stoffe sollen nach Feststellung der Zusammensetzung homogenisiert werden. Hohe anorganische Schadstoffgehalte von Abfällen sollen durch mechanische oder chemisch-physikalische Behandlungsmethoden nach Möglichkeit entfernt und gesondert behandelt werden. Ebenso soll der Wassergehalt von flüssigen bzw. pastösen Abfällen zur Verbesserung des energetischen Wirkungsgrades nach Möglichkeit verringert werden (z.B. Emulsionsspaltung).

8.2 BESCHICKUNGSPLAN

Bei Einsatz unterschiedlicher Abfälle ist die Erstellung eines Beschickungsplans für die Gewährleistung eines gleichmäßigen Betriebs und die Vermeidung der Überlastung des Verbrennungsraumes und der nachgeschalteten Rauchgasreinigungsanlagen notwendig. Dies kann durch Abstimmung des Durchsatzes und der Zusammensetzung der unterschiedlichen Abfälle, Festlegen von Aufgabestelle, Zeitpunkt und Dauer der Aufgabe und Abstimmung des Energieeintrages erreicht werden (siehe auch Kapitel 9.2).

Die wesentlichen Parameter für die Erstellung eines Beschickungsplanes sind daher Heizwert, Wassergehalt und flüchtige bzw. brennbare Stoffe.

8.3 GESETZLICHE VORSCHRIFTEN, NORMEN UND RICHTLINIEN

Die technischen Mindestanforderungen an die Abfallaufbereitung ergeben sich aus den im Maschinen- und Anlagenbau geltenden Vorschriften und Richtlinien.

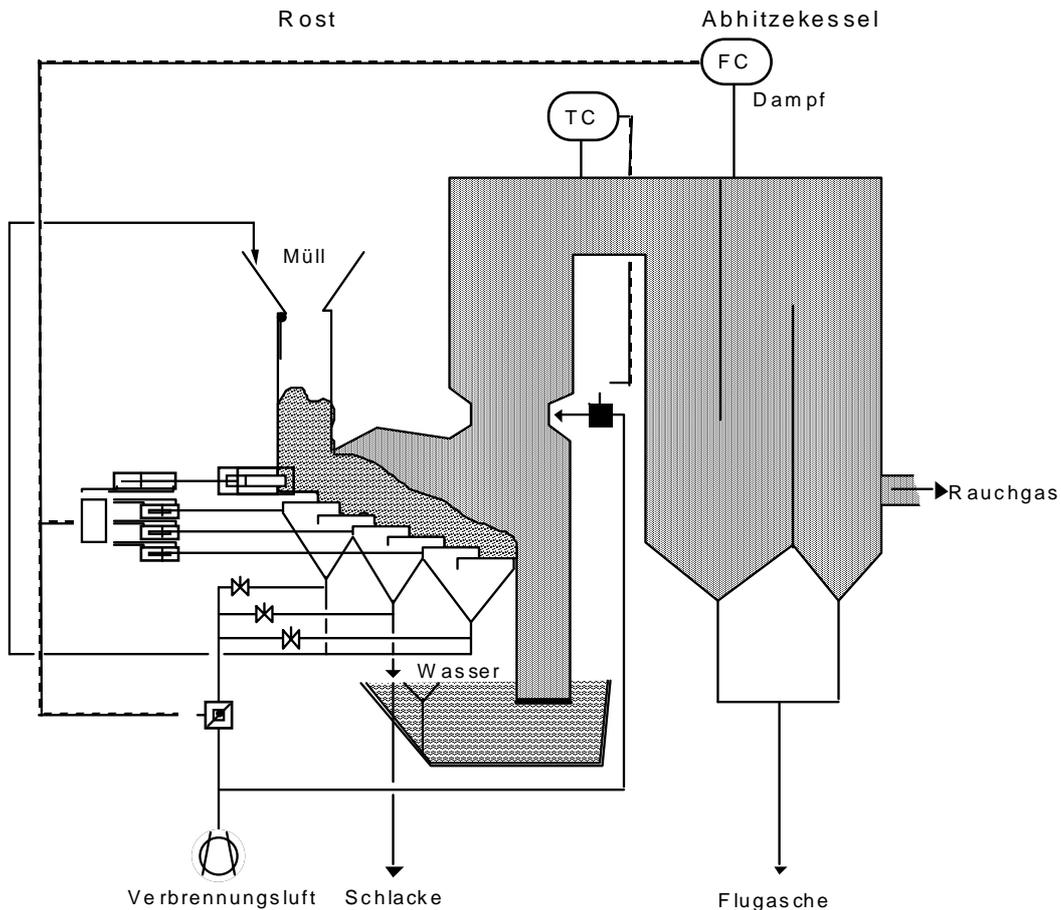
Hervorzuheben sind jedoch bei der eventuellen Verwendung von Zerkleinerungsanlagen die Bestimmungen des Lärmschutzes (siehe Kapitel 2.5.), bei der Errichtung von Förderern bzw. Kranen und Hebezeugen gelten die einschlägigen Normen und Vorschriften der Normengruppe M 9600 und folgende.

9 TECHNISCHE ANFORDERUNGEN AN ANLAGEN ZUR THERMISCHEN BEHANDLUNG VON ABFÄLLEN

9.1 ROSTFEUERUNG

9.1.1 Verfahrensbeschreibung

Die Rostfeuerung ist das für die Hausmüllverbrennung am häufigsten eingesetzte Verfahren, wobei in einigen Fällen auch getrockneter oder zumindest entwässerter Klärschlamm mitverbrannt wird. Weiters eignet sich die Rostfeuerung zur Verbrennung von Reifen, von gemischtem hausmüllähnlichen Gewerbe- und Industrieabfall und, unter bestimmten Voraussetzungen, auch für medizinische Abfälle.



FC ... Durchflußmengenregelung
TC ... Temperaturregelung

Abb. 9.1: Schema Rostfeuerung mit Abhitzekeessel.

Der angelieferte Abfall wird üblicherweise in einen Bunker gekippt. Dort wird er zwischengelagert und mit einem Greiferkran vermischt. Für spezielle Abfälle, wie infektiöse Abfälle, werden eigene Übernahme- und Zwischenlagerstationen und eine getrennte Aufgabe vorgesehen.

Der im Bunker durchmischte und gestapelte Abfall wird mit einem Greiferkran über einen Einfülltrichter in die Schurre gefördert. Die Schütthöhe in der Schurre und im Einfülltrichter wird üblicherweise so bemessen, daß sie für die Abdichtung zwischen Feuerraum und Bunker ausreicht. Zusätzlich wird mit Schiebern und Klappen gegen Rückbrand abgesichert.

Die eigentliche Zuteilung des Abfalls auf den Feuerungsrost erfolgt mit einer Aufgabevorrichtung. Diese kann als Stößelbeschicker oder als Beschickungsrost ausgeführt werden. Der Stößelbeschicker ist eine quasikontinuierliche Aufgabevorrichtung, der Beschickungsrost kann kontinuierlich gefahren werden. Die Abstimmung der Hubfrequenz und der Hublänge eines Stößelbeschickers kann so erfolgen, daß sich daraus nur kleine, auf die Beschickung zurückführbare Unstetigkeiten ergeben.

Bei einem diskontinuierlichen Beschickungssystem wird die Feuerung so geregelt, daß große Unstetigkeiten bei der Beschickung, beispielsweise bei der Aufgabe voller Behälter, vermieden werden. Die Aufgabe kann über ein Schleusensystem erfolgen und die eigentliche Zuteilung auf den Rost wieder durch Stößel.

Die einzelnen Typen der Rostfeuerungen können in Abhängigkeit der Ausführung des Rostes und der Anordnung des Feuerraumes unterschieden werden. Der Rost kann als Walzen- oder als Stabrost ausgeführt werden. In Abhängigkeit von der Schübbewegung wird zwischen Vorschub- und Rückschubrost unterschieden. Rückschubroste sind von der Aufgabe zum Schlackenabwurf hin geneigt, sodaß der Transport des Abfalls hauptsächlich durch Schwerkraft und die Durchmischung durch Rückschub erfolgt. Bei Vorschubrosten erfolgen die Durchmischung und der Abfalltransport durch die Bewegung der Roststäbe.

In Abhängigkeit der Anordnung des Feuerraumes über dem Rost wird zwischen Gleichstrom-, Mittelstrom- und Gegenstromfeuerung unterschieden. Von einer Gleichstromfeuerung spricht man dann, wenn der Gasaustritt im Feuerraum über dem Rost in der Nähe der Schlackenabwurfstelle ist. Bei einer Gegenstromfeuerung ist der Austritt der Rauchgase aus dem Rostbereich in unmittelbarer Nähe der Aufgabestelle. Bei einer Mittelstromfeuerung ist er in der Mitte.

Das Ziel jeder Verbrennung ist die quantitative Oxidation brennbarer Stoffe. Im speziellen Fall der Abfallverbrennung kann die quantitative Oxidation durch den Glühverlust der festen Rückstände und die Gaszusammensetzung der Rauchgase überprüft werden. Moderne Anlagen erreichen Glühverluste bei Schlacke und Asche im Bereich von 1 bis 3 %. Die geforderten Emissionsgrenzwerte für CO und Corg. können deutlich unterschritten werden.

Die wesentlichen Kriterien für eine vollständige Oxidation sind Temperatur, Verweilzeit und Turbulenz im Feuerraum sowie Schürung und Kontakt zur Verbrennungsluft im Abfallbett. Die Regelung der Feuerung stellt einen komplexen Verfahrensablauf dar. Die einzelnen Einflußgrößen für die Prozeßregelung werden in der Folge beschrieben.

Als Parameter für die Leistungsregelung werden die Leistung des Abhitzekessels oder die Rauchgasmenge herangezogen. Über diese beiden Regelgrößen werden die Geschwindigkeit des Beschickungsrostes oder die Frequenz und Hublänge des Beschickungsstössels geregelt. Als weiterer Prozeßparameter wird die Endtemperatur im Feuerraum herangezogen. Der zulässige Temperaturbereich wird nach unten durch die Mindestverbrennungstemperatur und nach oben durch den Erweichungspunkt für Asche und Schlacke begrenzt. Bei Unterschreitung der Mindesttemperatur ist der vollständige Ausbrand nicht mehr gewährleistet. Bei Überschreitung der Erweichungspunkte ergeben sich betriebliche Schwierigkeiten, vor allem Anbackungen im Feuerraum und den nachgeschalteten Kesselheizflächen. Die Feuerungstemperatur sollte 850 °C nicht unterschreiten. Die Erweichungspunkte liegen im Bereich von 1050 bis 1200 °C. An Stellen, wo höhere Temperaturen auftreten können, beispielsweise im unteren Bereich der Seitenwände, werden häufig hinterkühlte oder luftdurchströmte Seitenwandplatten eingesetzt.

Die prinzipielle Regelung der Feuerraumtemperatur erfolgt über das Zusammenwirken von Luft, die unmittelbar über oder unter dem Rost aufgegeben wird und der Luftzugabe im Feuerraum, die das Entgasungsverhalten auf dem Rost nicht mehr beeinflusst. Erstere wird Primärluft, letztere Sekundärluft genannt. Die Primärluft beschleunigt Entgasungsvorgänge im Abfallbett und führt daher zu einem unmittelbaren Temperaturanstieg. Die Sekundärluft bewirkt eine Durchmischung der vom Rost aufsteigenden Rauchgase und damit auch deren Kühlung.

Neben Temperatur und Durchmischung der Rauchgase spielt auch die Verweilzeit im zulässigen Temperaturbereich eine wesentliche Rolle. Die Verweilzeit der Rauchgase in der Nachbrennzone hängt ausschließlich von der Größe der Nachbrennzone und dem Volumenstrom der Rauchgase ab. Die Turbulenz vor oder in der Nachbrennzone kann ausschließlich durch konstruktive Merkmale beeinflusst werden. Zur Verbesserung der

Turbulenz werden Einbauten, wie Nasen im Feuerraum angebracht oder die Sekundärluft in Form von Freistrahlen eingebracht.

Die Güte dieser Maßnahmen zeigt sich im wesentlichen durch die Emissionswerte für Kohlenwasserstoffe und CO. Darüberhinaus können diese Maßnahmen auch durch Aufnahme eines Temperaturnasters im Feuerraum überprüft werden. In einem gut durchmischten Feuerraum beträgt die Temperaturdifferenz zwischen der niedrigsten und der höchsten Temperatur weniger als 50 °C. Bei starker Strahlenbildung können Temperaturdifferenzen im Feuerraum zwischen minimal und maximal gemessenen Temperaturen mehrere 100 °C betragen.

Die Ausführung des Feuerraumes wird den relevanten Brennstoffparametern des Abfalls angeglichen. Für Anlagen, in denen Abfälle mit geringem Heizwert (< 8 MJ/kg) verbrannt werden sollen, wird der Feuerraum im allgemeinen als adiabater Reaktor ausgeführt, d.h., der Feuerraum ist gut isoliert. Die im Feuerraum abgegebene Wärme durch Strahlung oder Konvektion ist im Vergleich zur Feuerungsleistung vernachlässigbar. Gekühlte Feuerräume sind für heizwertreiche Abfälle geeignet. Die Kühlung erfolgt durch Verdampfer-Heizflächen, die zum Schutze der Rohre mit feuerfestem Material bestampft werden.

Einzelne ausgeführte Projekte für Rostfeuerungsanlagen belegen, daß in Abhängigkeit von Standortgegebenheiten ein energetischer Gesamtwirkungsgrad von rund 70 % erreicht werden kann.

9.1.2 Gesetzliche Bestimmungen, Richtlinien und Normen für Anforderungen an Rostfeuerungen

In Österreich existieren derzeit keine Normen oder gesetzlichen Bestimmungen speziell für Rostfeuerungen. Allgemeine Anforderungen an eine Rostfeuerung zur Verbrennung von Hausmüll können aus dem Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen vom 23. Juni 1988 und der Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen vom 29. Dezember 1988 abgeleitet werden.

Sicherheitstechnische Anforderungen sind vor allem im Kesselgesetz, in der Arbeitnehmerschutzverordnung und in einschlägigen technischen Regelwerken, wie beispielsweise Technische Regeln für Dampfkessel, enthalten (siehe auch Kapitel 5.6).

64 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Tab. 9.1: Übersicht der gesetzlichen Bestimmungen für Anforderungen an Rostfeuerungen.

BGBI Nr. 380/1988	Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen - LRG-K i.d.F.
BGBI Nr. 19/1989	Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen - LRV-K i.d.F.
BGBI Nr. 134/1990	Änderung der Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen von 1989
BGBI. Nr. 211/1992	Kesselgesetz
BGBI Nr. 212/1992	Dampfkesselbetriebsgesetz - DKBG

9.1.3 Technische Anforderungen an Rostfeuerungen

Die Anforderungen ergeben sich einerseits aus den die Feuerung kennzeichnenden Grenzwerten und andererseits aus direkten technischen Anforderungen an die Verfahrensführung. Die die Feuerung kennzeichnenden Grenzwerte sind im wesentlichen die Werte für CO und organische Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff, da diese Emissionswerte von üblichen Rauchgasreinigungsanlagen nicht beeinflußt werden.

In der Luftreinhalteverordnung werden folgende verfahrenstechnische Anforderungen definiert:

- o Wenn auf Grund der im Abfall enthaltenen Stoffe die Entstehung von Dioxinen und/ oder Furanen zu erwarten ist, ist im Nachverbrennungsraum eine Mindesttemperatur von 1200 °C erforderlich, es sei denn, durch geeignete andere Maßnahmen wird sichergestellt, daß der Emissionsgrenzwert für das 2-, 3-, 7-, 8-TCDD-Äquivalent mit 0,1 ng/m³ erfüllt wird.
- o Die Beschickung der Anlage mit Abfall ist erst dann zulässig, wenn die erforderliche Betriebstemperatur durch Hilfsbrenner erreicht ist.
- o Beim Abfahren der Anlage ist die Betriebstemperatur durch Zuschalten der Hilfsbrenner so lange aufrecht zu erhalten, bis sich keine Abfälle mehr im Feuerraum befinden.

Im Vorschlag für eine Richtlinie des Rates der EU über die Verbrennung gefährlicher Abfälle (93/C 190/05) werden verfahrenstechnische Anforderungen näher definiert:

- o Alle Verbrennungsanlagen müssen so ausgelegt, ausgerüstet und betrieben werden, daß die bei der Verbrennung der gefährlichen Abfälle entstehenden Gase nach der letzten Zuführung von Verbrennungsluft in kontrollierter und homogener Weise auch unter den ungünstigsten Bedingungen für mindestens 2 Sekunden bei mindestens 6 % Sauerstoffgehalt auf eine Temperatur von mindestens 850 °C, gemessen an der Innenwand des Feuerraumes, gebracht werden.
- o Wenn gefährliche Abfälle mit einem Anteil von mehr als 1 % an halogenierten organischen Stoffen verbrannt werden, muß die Temperatur auf mindestens 1100 °C gebracht werden.
- o Alle Abfallverbrennungsanlagen sind mit Zusatzbrennern auszurüsten. Diese Brenner müssen sich automatisch einschalten, wenn die Temperatur der Verbrennungsgase nach der letzten Zuführung von Verbrennungsluft unter die definierte Temperatur fällt. Sie sind auch während der Anlauf- und Abschaltphasen einzusetzen, um zu gewährleisten, daß die oben genannte Mindesttemperatur zu jedem Zeitpunkt während des Betriebes und während der gesamten Verweildauer des Abfalls im Feuerraum beibehalten wird.
- o Ein automatisches System zur Verhinderung der Beschickung mit gefährlichen Abfällen ist zwingend vorgeschrieben: in der Anlaufphase, bis die erforderliche Mindestverbrennungstemperatur erreicht ist und wenn die erforderliche Mindestverbrennungstemperatur unterschritten wird und wenn ein Emissionsgrenzwert wegen einer Störung oder eines Ausfalls der Reinigungseinrichtung überschritten wird.

Die in der Luftreinhalteverordnung und vor allem im Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über die Verbrennung gefährlicher Abfälle enthaltenen Anforderungen bedeuten, daß eine Rostfeuerung mit einem gut regelbaren Aufgabesystem, einem automatisch trimmbaren Rost, einer effizienten Mischzone für Luft und Rauchgase, einer ausreichend dimensionierten Nachbrennzzone und einer gut funktionierendem Feuerungsregelung auszustatten ist. Diese Systeme funktionieren aber nur dann problemlos, wenn der Abfall vor der Aufgabe gut durchmischt wird.

Zusammenfassend sind folgende Mindestanforderungen zu stellen:

- o Die prozeßspezifische Mindesttemperatur soll bei Betrieb mit Abfällen nicht unterschritten werden.

66 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

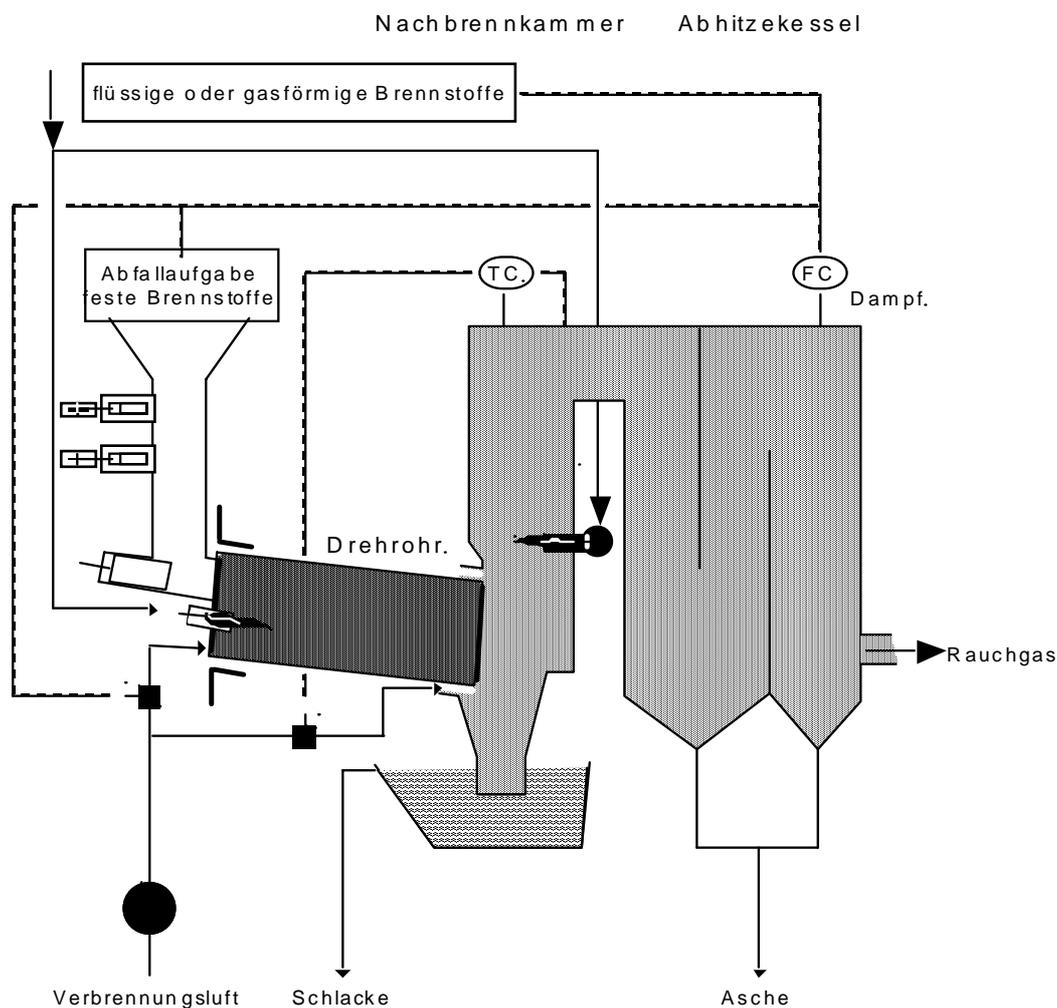
- o Eine Beschickung mit Abfällen soll erst dann erfolgen, wenn die Betriebstemperatur erreicht wurde.
- o Die Beschickung soll automatisch eingestellt werden, wenn die prozeßspezifische Mindesttemperatur unter- oder ein Emissionsgrenzwert überschritten wird.
- o Eine effiziente Durchmischung der Rauchgase soll gewährleistet werden. Die Nachbrennzone soll so dimensioniert werden, daß die Rauchgase nach der letzten Zuführung von Verbrennungsluft oder Freisetzung von Verbrennungsgasen in kontrollierter und homogener Weise auch unter den ungünstigsten Bedingungen für mindestens 2 sec bei mindestens 6% O₂-Gehalt auf eine Temperatur von mindestens 850 °C gebracht werden.
- o Bei der Erstprüfung in der Nachbrennzone soll eine Netzmessung für O₂, CO₂ oder die Temperatur durchgeführt werden, um die Funktionsfähigkeit der Mischzone zu überprüfen. Die Meßwerte an den einzelnen Netzpunkten sollten vom Mittelwert um weniger als 10 % abweichen.

Die im Vorschlag für eine Richtlinie des Rates der EU (siehe oben) angeführte Forderung nach einer Mindestverweilzeit von 2 Sekunden bei mindestens 6 % Sauerstoffgehalt und einer Mindesttemperatur von 850 °C trägt wesentlich zur Sicherung einer vollständigen Verbrennung bei. Durch diese Forderung werden alle Errichter derartiger Anlagen gezwungen, ausreichende Sicherheiten für den Ausbrand vorzusehen. Einer möglichen Optimierung der Investkosten auf Kosten der Verbrennungsqualität wird dadurch ein Riegel vorgeschoben. Eine gesetzliche Vorschreibung höherer Temperaturen wird nicht als zielführend erachtet, da durch andere Maßnahmen ein gleich guter Ausbrand erzielt werden kann.

9.2 DREHROHROFEN MIT NACHBRENNKAMMER

9.2.1 Verfahrensbeschreibung

Der Drehrohrföfen mit Nachbrennkammer ist das in der Praxis bewährte Verfahren für die thermische Behandlung von "gefährlichen Abfällen". Er eignet sich zur thermischen Behandlung von festen, flüssigen, pastösen und gasförmigen Abfällen. Dementsprechend gibt es verschiedene Möglichkeiten der Beschickung.



FC ... Durchflußmengenregelung
TC ... Temperaturregelung

Abb. 9.2: Schema Drehrohrföfen mit Nachbrennkammer und Abhitzekessel.

Feste Abfälle werden zumeist über ein Schleusensystem und eine Schurre an der Stirnwand aufgegeben. Am Ende der Schurre wird der Abfallbrennstoff zumeist mit einem Stößel in das

68 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Drehrohr weitergeschoben. Pastöse Abfälle werden über Lanzen in das Drehrohr hineingepumpt. Flüssige Abfälle werden zumeist über Stirnwandbrenner und Brenner der Nachbrennkammer eingebracht.

Die Temperatur im Drehrohr wird so gewählt, daß entweder der Asche- oder Schlackeerweichungspunkt unterschritten wird oder die Anlage im Schlackeschmelzfluß gefahren wird. Im ersten Fall sind dies meist Temperaturen zwischen 600 und 1050°, im zweiten Fall zumeist über 1200 °C.

Der Ausbrand der Schlacke hängt im wesentlichen von der Temperatur, Länge, Drehzahl und Neigungswinkel des Drehrohres ab. Die Luftzufuhr in das Drehrohr und in die Nachbrennkammer erfolgt als Verbrennungsluft über die Brenner, als Kühlluft über die Drehrohrdichtungen, als Verbrennungsluft über die Stirnwand und als Sekundärluft in die Nachbrennkammer. In manchen Fällen wird nach der Nachbrennkammer noch Tertiärluft als Kühlung der Rauchgase vor dem Kessel eingeblasen um Anbackungen zu vermeiden.

Drehrohranlagen mit Nachbrennkammer werden zumeist nach folgenden zwei Betriebsarten gefahren:

Betriebsart A: Das Aufgabemenü wird vorgewählt, d.h. die Brennstoffaufgabe wird vorbestimmt und die Regelung der Luftzufuhr und die Regelung der Brenner in der Nachbrennkammer erfolgt nach vorgegebenen Temperaturen und dem Sauerstoffgehalt.

Betriebsart B: Die thermische Leistung des Kessels oder die Rauchgasmenge des Drehrohres dient als Regelgröße und die Beschickung mit Brennstoffen erfolgt in Abhängigkeit der Regelabweichung für Leistung oder Rauchgasmenge. Die zugeführte Luft und die Brenner der Nachbrennkammer werden in beiden Fällen nach vorgewählten Temperaturen geregelt.

Der Ausbrand der Rauchgase hängt im wesentlichen von der Temperatur, Verweilzeit und Turbulenz in der Nachbrennkammer ab. Im Drehrohr selbst besteht nur eine Eingriffsmöglichkeit über die Luftzufuhr an der Stirnwand, Zusatzfeuerung über Stirnwandbrenner und Drehzahl des Drehrohres. Da Drehrohr und Nachbrennkammer zumeist ungekühlt ausgeführt werden, können Heizwert, Aschegehalt und Feuchte der Abfallbrennstoffe nur durch die Leistungsregelung und stärkere oder weniger starke Luftzufuhr ausgeglichen werden (siehe auch Kapitel 9.2.3.).

9.2.2 Gesetzliche Bestimmungen, Richtlinien und Normen für Anforderungen an Drehrohrofen mit Nachbrennkammer

Es gelten die gleichen gesetzlichen Anforderungen, wie in Punkt 9.1.2.

9.2.3 Technische Anforderungen an Drehrohrofen und Nachbrennkammer

Der Großteil der in 9.1.3. definierten Anforderungen trifft auch auf den Drehrohrofen mit Nachbrennkammer zu. In der Umsetzung der Anforderungen ergeben sich jedoch einige Unterschiede.

Bei der Rostfeuerung wird die Primärluft über mehrere Unterwindzonen geregelt durch das Abfallbett geführt. Durch die Führung der Primärluft durch das Abfallbett können Entgasungsvorgänge geregelt werden. Wird eine größere Luftmenge einer bestimmten Zone zugeführt, dann wird in dieser Zone auch eine intensivere Entgasung stattfinden. Durch Regelung der Luftzufuhr in den einzelnen Zonen ist es daher beim Rost leicht möglich, Schwankungen im Entgasungsverhalten, im Heizwert und in der Feuchte des Abfalls auszugleichen.

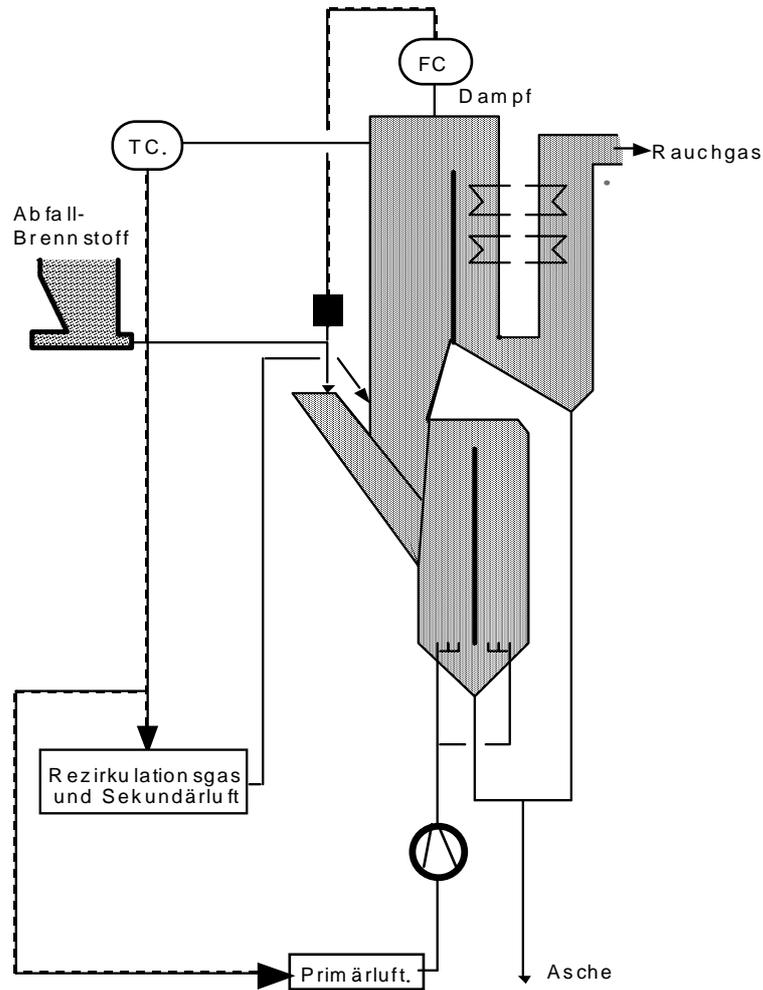
Beim Drehrohr hingegen erfolgt die Primärluftzufuhr ausschließlich über die Stirnwand. Die Luft streicht nur über das Abfallbett hinweg. Eine Beeinflussung der einzelnen Zonen ist daher nicht möglich. Insbesondere bei heizwertreichen Abfällen soll daher die Beschickung so geplant werden, daß eine möglichst gleichmäßige Brennstoff-Wärmeleistung erreicht wird. Andernfalls soll die Anlage mit einer Leistung betrieben werden, die Schwankungen hinsichtlich der Feuerungsleistung und der Rauchgasmenge nach oben und nach unten ermöglicht.

Bei Abfällen, an deren vollständige Verbrennung in Bezug auf Feuerungstemperatur und Verweilzeit besondere Anforderungen zu stellen sind, ist die Erstellung eines Beschickungsprogrammes zur Berücksichtigung aller notwendigen Randbedingungen unumgänglich. Insbesondere sollen die aufgrund der Abfalleigenschaften erforderlichen Verweilzeiten und Verbrennungstemperaturen berücksichtigt werden. Diese Anforderungen gehen über die Möglichkeiten einer üblichen Feuerleistungsregelung hinaus.

9.3 WIRBELSCHICHTANLAGE

9.3.1 Verfahrensbeschreibung

Wirbelschichtanlagen werden in Europa meist zur thermischen Behandlung gut dosierbarer Abfälle in Industriebetrieben und zur thermischen Behandlung von Klärschlämmen im kommunalen Bereich eingesetzt. In Japan sind sie auch im Bereich der Hausmüllverbrennung weit verbreitet.



FC ... Durchflußmengenregelung
TC ... Temperaturregelung

Abb. 9.3: Schema Wirbelschichtanlage.

Je nach Type der Wirbelschichtanlage werden die Abfallbrennstoffe im (leichten) Unter- oder Überdruckbereich eingebracht. Bei Einbringung im Überdruckbereich ist besonders auf das Schleusensystem zur Überwindung der Druckdifferenz zu achten. Klärschlämme und pastöse Abfallbrennstoffe werden mit Dickstoffpumpen durch Lanzen direkt in oder über das Wirbelbett eingebracht. Zerkleinerte Abfälle werden häufig mit Wurfbeschickern über das Bett verteilt. Feste Abfallbrennstoffe können auch über Schnecken der Anlage zugeführt werden.

Bei extern zirkulierenden Systemen bietet sich die Zumischung der Abfallbrennstoffe in den rückgeführten Sand an. Zu Regelzwecken und vor allem im An- und Abfahrbetrieb wird Heizöl oder Erdgas über Lanzen direkt in das Bett eingebracht.

Bei Wirbelschichtsystemen wird zwischen stationären, intern und extern zirkulierenden Wirbelschichtsystemen unterschieden, wobei dieser Unterschied der Systeme im wesentlichen auf den spezifischen Anwendungsgebieten, die im folgenden beschrieben werden, beruht. Bei stationären Wirbelschichtanlagen wird das Wirbelbett durch die Verbrennungsluft in Schwebelage gehalten und der Brennstoff über dem Bett oder direkt in das Bett eingebracht. Die Zugabe oder der Abzug von Bettmaterial erfolgt in Abhängigkeit der notwendigen Druckdifferenz des Primärluftgebläses. Stationäre Wirbelschichtanlagen werden vorwiegend zur Verbrennung von Klärschlämmen, Rinden und gut dosierbaren Abfällen in Industrieanlagen für Feuerungsleistungen bis etwa 40 MW eingesetzt. Bei größeren Anlagen ist die horizontale Verteilung der Brennstoffe über ein stationäres Wirbelbett problematisch.

Bei intern zirkulierenden Wirbelschichtsystemen wird das Bettmaterial ständig umgewälzt. Dies wird vor allem durch die Ofengeometrie und Anordnung der Lufteinbringung in das Wirbelbett erreicht. In manchen Fällen werden auch gekühlte, intern angeordnete Prall-Abscheider verwendet. Der Ausbrand der Gase erfolgt erst über dem zirkulierenden Wirbelbett bzw. nach den Prall-Abscheidern.

Bei der extern zirkulierenden Wirbelschicht wird das brennstoffhaltige Bettmaterial mit den Rauchgasen durch den Feuerraum transportiert. Ein Großteil der Feststoffe wird in nachgeschalteten Zyklonen oder Prall-Abscheidern abgeschieden und wiederum in den Feuerraum eingebracht.

Die Leistungsregelung jedes Wirbelschichtsystems erfolgt direkt über den Brennstoffeintrag. Während Ver- und Entgasungsvorgänge bei Rost- und Drehrohrsystemen durch Luftzufuhr geregelt werden können, erfolgt die Ver- und Entgasung bei Wirbelschichtsystemen spontan, da im Wirbelbett für diesen Vorgang optimale Bedingungen herrschen. Die Brennstoffe werden daher dosiert und gleichmäßig verteilt, da dadurch im wesentlichen der Ausbrand der Rauchgase bestimmt wird.

72 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Die Zufuhr der Verbrennungsluft erfolgt über Düsenböden unter dem Bett und als Sekundärluft oberhalb des Wirbelbettes. Die Sekundärluft kann auch gestuft zugeführt werden. Durch die Einbringung der Sekundärluft mit hohen Geschwindigkeiten und durch die Geometrie der Nachbrennzone wird eine gute Durchmischung der Rauchgase mit der Sekundärluft erreicht.

Bei Emissionsfrachten, die ohne Sekundärmaßnahmen die Einhaltung der gesetzlichen Emissionsgrenzwerte für SO_2 und HCl erwarten lassen, oder nur zu fallweisen geringen Überschreitungen führen, kann durch Zugabe von Adsorptionsmittel in die Wirbelschicht eine Unterschreitung dieser Grenzwerte erreicht werden. Die Temperatur im Wirbelschichtsystem ist im wesentlichen vom Erweichungspunkt der Aschen und den zur Einbindung von Schadstoffen in der Wirbelschicht günstigen Temperaturen abhängig. Zumeist liegen Betriebstemperaturen von Wirbelschichtanlagen zwischen 800 und 950 °C. Die Regelung der Temperatur erfolgt durch Zufuhr von Verbrennungsluft und rezirkulierten Rauchgasen, wobei als Leitgröße der Luftzufuhr meist die Feuerraumendtemperatur und als Leitgröße für die Rauchgasrezirkulation der O_2 -Gehalt der Rauchgase herangezogen wird.

Mit einer Wirbelschichtfeuerung werden bei Temperaturen auch unter 850 °C und einem wesentlich geringeren Luftüberschuß als bei Rostfeuerungen gute Werte für den Ausbrand erreicht. Geringere Feuerungstemperaturen und geringerer Luftüberschuß bedeuten, daß die mit dem Brennstoff oder durch Luftvorwärmung eingebrachte Wärmemenge niedriger sein kann als bei anderen Feuerungssystemen. Dadurch können Wirbelschichtanlagen mit Abfällen befeuert werden, die geringere Heizwerte aufweisen als dies für eine Verbrennung am Rost oder im Drehrohr notwendig wäre. Die konstruktiven Haupteinflußfaktoren sind die mögliche Luftvorwärmung, Heizflächen im Bereich des Wirbelbettes bzw. des Feuerraumes und die Rückführung gekühlter Rauchgase. Im Gegensatz zu Rost- und Drehrohrsystemen wird bei Wirbelschichtsystemen der Großteil der mit dem Abfall eingebrachten unbrennbaren Anteile als Flugasche aus dem System ausgetragen. Der geringere Anteil fällt als Bettasche an. Der Abzug der Bettasche erfolgt in Abhängigkeit des Druckverlustes über das Wirbelbett. Je nach Größe der möglichen Rückstände kann der Düsenboden offen oder geschlossen ausgeführt werden. Bei einem offenen Düsenboden können auch große inerte Teile leicht aus dem System ausgetragen werden.

Einzelne ausgeführte Projekte für Wirbelschichtanlagen belegen, daß in Abhängigkeit von Standortgegebenheiten ein energetischer Gesamtwirkungsgrad von rund 80 % erreicht werden kann.

9.3.2 Gesetzliche Bestimmungen, Richtlinien und Normen für Anforderungen an Wirbelschichtfeuerungen zur thermischen Abfallbehandlung

Es gelten die in Punkt 9.1.2. angeführten gesetzlichen Bedingungen.

9.3.3 Technische Anforderungen an Wirbelschichtfeuerungen zur Verbrennung von Abfällen

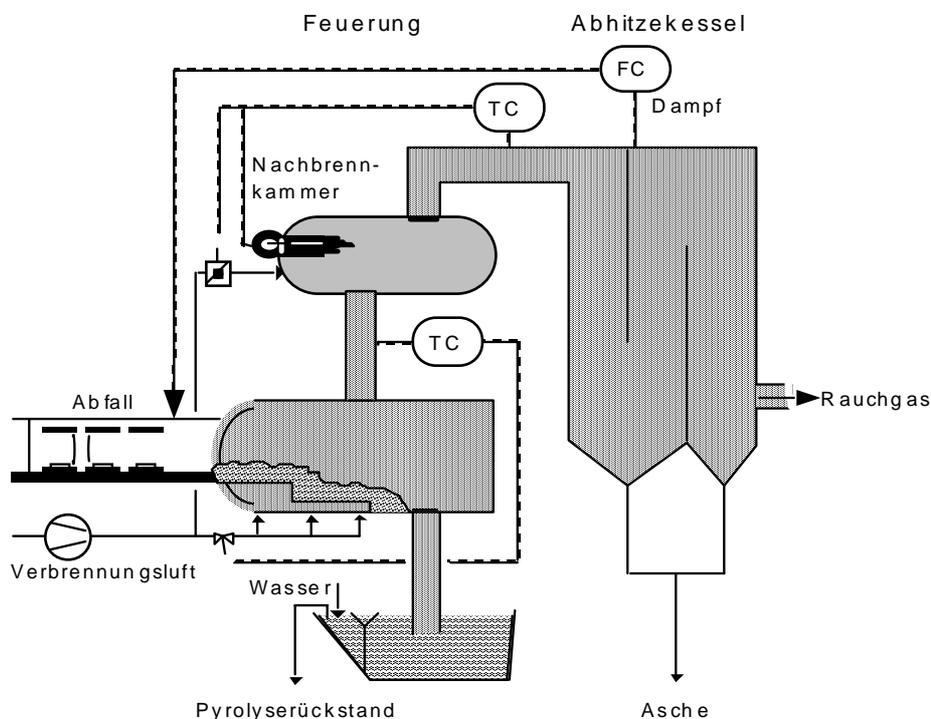
Für Wirbelschichtfeuerungen gelten prinzipiell die gleichen Anforderungen, wie für Rost- oder Drehrohrfeuerungen. Der mögliche Temperaturbereich des Wirbelbettes und der Nachbrennzone wird im wesentlichen durch die Eigenschaften der Asche begrenzt. Hinsichtlich der Anforderungen nach einer Mindesttemperatur muß in vielen Fällen bei Wirbelschichtöfen daher auf die mögliche Ausnahme laut Artikel 6 Punkt 4 des Vorschlages für eine Richtlinie des Rates über Verbrennung gefährlicher Abfälle zurückgegriffen werden. Diese Ausnahme ist dann möglich, wenn geeignete Techniken in den Verbrennungsöfen oder bei der Abgasbehandlung eingesetzt werden, daß zumindest die angegebenen Emissionsgrenzwerte eingehalten werden und die Emissionen an Dioxinen und Furanen geringer oder gleich den Emissionen sind, wie sie mit den geforderten Mindesttemperaturen und Verweilzeiten erreicht werden.

Zur Erreichung der geforderten Grenzwerte für CO und organische Stoffe sollen bei einer Wirbelschichtfeuerung zumindest folgende Parameter eingehalten werden: Die Einbringung des Brennstoffes soll dosiert erfolgen und gleichmäßig auf das gesamte Bett verteilt werden. Außerhalb des Wirbelbettes soll eine gute Durchmischung der Rauchgase stattfinden. Nach der Durchmischung der Rauchgase soll eine ausreichende Verweilzeit für einen guten Ausbrand zur Verfügung stehen (siehe auch 9.1.3.). Bei extern zirkulierenden Systemen ist speziell darauf zu achten, daß ein Teil der Entgasungsvorgänge erst in den Staubabscheideaggregaten stattfindet und daher soll die Durchmischungs- und Nachbrennzone in diesen Fällen den Staubabscheideaggregaten nachgeschaltet werden.

9.4 PYROLYSEANLAGE MIT NACHBRENNKAMMER

9.4.1 Verfahrensbeschreibung

Pyrolyseanlagen mit Nachbrennkammer werden vorwiegend bei kleinen Anlagen zur thermischen Behandlung gewerblicher und medizinischer Abfälle verwendet. Die folgende Beschreibung beschränkt sich daher auf die Darstellung der in der Praxis zum Einsatz kommenden Kleinanlagen. Sie werden zumeist diskontinuierlich betrieben. Die Abfälle werden lose sack- oder behälterweise aufgegeben.



FC ... Durchflußmengenregelung
TC ... Temperaturregelung

Abb. 9.4: Schema Pyrolyseanlage mit Nachbrennkammer und Abhitzekessel.

Der Pyrolyseprozeß kann durch die Temperatur, die durch Luftzufuhr eingestellt wird, geregelt werden. Bei einem reinen Pyrolyseprozeß bleibt ein Rückstand, bestehend aus Unbrennbarem und dem Kohlenstoffgehalt, dem Pyrolysekoks, über.

Wird über den reinen Pyrolyseprozeß hinaus noch ein Vergasungs- oder Verbrennungsvorgang angeschlossen, wird auch der Pyrolysekoks umgesetzt, und es werden Glühverluste ähnlich der Rostfeuerung erreicht. Dies kann durch Erhöhung der Temperatur in der Pyrolysekammer und durch Luftzufuhr durch oder auf das Brenngut erfolgen. Zur Erhöhung der Pyrolysekammertemperatur ist in den meisten Fällen ein Zusatzbrennstoff erforderlich.

Die aus der Pyrolysekammer austretenden Gase werden in einer Nachbrennkammer verbrannt. Die bei Entgasung und Vergasung durch die diskontinuierliche Aufgabe auftretenden Schwankungen der Rauchgasmenge, -zusammensetzung und der Temperatur werden mit einer Zusatzfeuerung in der Nachbrennkammer ausgeglichen.

Bei kleinen Anlagen wird die durch die Zusatzbrennstoffe erzeugte Wärme bzw. Rauchgasmenge so hoch gehalten, daß die durch die Abfallbrennstoffe erzeugte Rauchgasmenge nur geringfügige Schwankungen verursacht. Diese Verfahren haben im Vergleich zu konventionellen Feuerungen einen geringeren Staubgehalt im Rauchgas. Weiters besteht im Vergleich zu konventionellen Feuerungen ein großer Bedarf an Zusatzbrennstoffen und in der Folge ergeben sich sehr hohe spezifische Rauchgas Mengen.

9.4.2 Gesetzliche Bestimmungen, Richtlinien und Normen für Anforderungen an Pyrolyseanlagen mit Nachbrennkammer

Es gelten die in Punkt 9.1.2. angeführten gesetzlichen Bedingungen.

9.4.3 Technische Anforderungen an Pyrolyseanlagen mit Nachbrennkammer

Die technischen Anforderungen ergeben sich aus der Anwendung der Emissionsbegrenzung für Abfallverbrennung und aus den diversen sicherheitstechnischen Anforderungen.

Eine nachgeschaltete Rauchgasreinigungsanlage soll auf die durch diskontinuierliche Betriebszustände auftretenden Spitzen an Schadstoffen ausgelegt werden. Erfolgt die Befüllung der Brennstoffe und die Entleerung des Pyrolysekokes bei abgestellter Pyrolysekammer, so soll sichergestellt werden, daß für den An- und Abfahrvorgang in der Nachbrennkammer ausreichende Verhältnisse hinsichtlich Temperatur, Turbulenz und Verweilzeit herrschen (siehe auch 9.1 bis 9.3).

9.5 STEUERUNGSTECHNIK

9.5.1 Technische Anforderungen

Die leittechnische Anlage soll einen einwandfreien automatischen Betrieb mit manuellen Eingriffsmöglichkeiten und Überwachung gewährleisten.

Die Auslegung der leittechnischen Einrichtungen soll so gestaltet werden, daß aufgrund des Regelverhaltens ein Überschreiten der gesetzlich geforderten bzw. im Genehmigungsbescheid festgelegten Emissionsgrenzwerte, welche kontinuierlich gemessen und aufgezeichnet werden, verhindert wird.

Die Software soll derart gestaltet werden, daß Regelungen bei Störungen automatisch auf "Hand" umgeschaltet werden. Ein manueller Eingriff soll auch bei Automatikbetrieb möglich sein. Die Umschaltung "Hand- Automatik" soll stoßfrei erfolgen.

Die Langzeitarchivierung der Meßwerte und Meßdaten soll durch einen Rechner mit Massenspeicher erfolgen. Behördlich geforderte bzw. sicherheitsrelevante Meßwerte sollen zusätzlich zur Beweissicherung auf externe Massenspeicher ausgelagert oder von Schreibern aufgezeichnet bzw. protokolliert werden.

Die Signalisierung soll in einer zeitfolgerichtigen Erfassung der Signale über ein Meldesystem erfolgen.

Die Sicherheitsbetrachtung der Meß-, Steuerungs- und Regelungstechnik- (MSR) Schutz-einrichtungen soll gemäß der vorhandenen Normen und Regeln der Technik gestaltet werden.

Für den Ausfall der elektrischen Versorgung soll im Sicherheitskonzept dargestellt werden, wie die Gesamtanlage in einen gefahrlosen Zustand gefahren werden kann und die Sicherheit der Anlage über die genannte Dauer des Stromausfalls gewährleistet ist.

Die Eignung der sicherheitstechnisch erforderlichen Steuerungen und Überwachungsgeräte soll nachgewiesen werden. Der Nachweis erfolgt durch Typprüfung oder Funktionsprüfung nach den einschlägigen DIN-Normen (DIN 57116/ VDE 0116).

Bei Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen können zum Teil stark aggressive Bedingungen vorliegen, die den Einsatz von dafür geeigneten Meßfühlern erfordern. Die Auswahl der Sensorik soll daher nach dem Stand der Technik getroffen werden.

Die Meßgenauigkeit soll bei Meßumformern 0,5 %, bei Meßinstrumenten 1,5 % und bei Schreibern 0,5 % sein.

Die elektrische Ausrüstung für Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen soll unter Beachtung der einschlägigen Normen ausgeführt werden.

Tab. 9.2: *Übersicht der Richtlinien und Normen für den Bereich Steuerungstechnik.*

EH 1	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1kV
EH 41	Erdungen in Wechselstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV
EN 1 Teil 1-4	Errichtung von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis WS 1000 V und GS 1550 V
EN 160	Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln
EX 65	Errichtung elektrischer Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen (sofern erforderlich)
DIN 19250	Grundlegende Sicherheitsbetrachtungen für MSR-Schutzeinrichtungen
DIN/ VDE 0116	Elektrische Ausrüstung für Feuerungsanlagen

10 TECHNISCHE ANFORDERUNGEN AN RAUCHGAS-REINIGUNGSSYSTEME

Anlagen zur Reinigung von Rauchgasen bestehen aus einer Kombination aus mehreren im folgenden angeführten Einzelaggregaten:

- o Abhitzeessel
- o selektive nicht-katalytische Reduktion (SNCR)
- o Entstaubungsanlage
- o trockene Rauchgasreinigungsanlage
- o quasitrockene Rauchgasreinigungsanlage
- o nasse Rauchgasreinigungsanlage
- o katalytische Verfahren
- o Festbettreaktoren

10.1 ABHITZEKESSEL

10.1.1 Gesetzliche Bestimmungen, Richtlinien und Normen für Anforderungen an Abhitzeessel nach Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen

Während bei der Feuerung in erster Linie die Anforderungen hinsichtlich umwelttechnischer Auflagen zum Tragen kommen, stehen für die Abhitzeessel im wesentlichen sicherheitstechnische Anforderungen im Vordergrund. Im wesentlichen beziehen sich diese Vorschriften auf Herstellung, Herstellungsüberwachung, Prüfung, Betrieb und Überwachung von Dampfkesseln. Die rechtlichen Grundlagen sind das Kesselgesetz, das Dampfkessel-Betriebsgesetz und die Allgemeine Arbeitnehmerschutzverordnung. Bei vielen Details kann auf die Technischen Regeln für Dampfkessel zurückgegriffen werden.

Tab. 10.1: Übersicht der gesetzlichen Bestimmungen für Anforderungen an Abhitzeessel.

BGBl. Nr. 211/1992	Kesselgesetz
BGBl. Nr. 212/1992	Dampfkesselbetriebsgesetz - DKBG

Gesetzliche Bestimmungen Sicherheitstechnik: siehe Kapitel 5.6.

10.1.2 Technische Anforderungen an Abhitzeessel

In diesem Kapitel werden nur jene technischen Anforderungen definiert, die unterschiedlich zu Abhitzeesseln vergleichbarer Größe und vergleichbarer Bauart sind. Auf die allgemeinen Bestimmungen zur Errichtung, Prüfung, Betrieb und Überwachung von Dampfkesseln wird hier nicht eingegangen, sondern auf die in Punkt 10.1.1. einschlägigen Gesetze, Verordnungen und Normen verwiesen.

Die Anforderungen für Abhitzeessel bei Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen ergeben sich im wesentlichen durch folgende Punkte:

- o Bei Wandtemperaturen von über 400 °C sind Chloridkorrosionen zu erwarten.
- o Im Temperaturbereich von ca. 450 bis 250 °C tritt die sogenannte "De-Novo-Synthese" auf. Dabei werden PCDD und PCDF aus Inhaltsstoffen der Rauchgase durch katalytische Wirkung von Aschebestandteilen gebildet. Zur Unterdrückung dieses Phänomens sollen die Verweilzeit der Rauchgase in diesem Temperaturbereich minimiert und Staubablagerungen an Kesselwänden möglichst vermieden werden. Nach Möglichkeit soll ein Großteil der Staubfracht vor Erreichen dieses Temperaturbereiches aus dem Rauchgas abgeschieden werden.

10.2 SNCR-VERFAHREN

Die Grundlage des SNCR-Verfahrens (selectiv non catalytic reduction) ist die Reaktion von Stickoxiden mit Ammoniak zu Stickstoff und Wasser bei Temperaturen über 800 °C ohne Katalysator. Als unerwünschte Nebenreaktion läuft in diesem Temperaturbereich ein Verbrennungsprozeß von Ammoniak zu Stickstoffmonoxid und Wasser ab. Ein Teil des eingebrachten Ammoniaks reagiert nicht und verläßt den Kessel als Ammoniakschlupf. Es ist daher mit einem überstöchiometrischen Verbrauch an Betriebsmitteln zu rechnen.

Mit steigender Temperatur nimmt der Ammoniakschlupf ab und die Bildung von Stickoxid aus Ammoniak zu. Um in der Summe eine Verminderung der Stickoxidemissionen zu erreichen, muß auch für die in der Nebenreaktion gebildete Stickoxidfracht Ammoniak angeboten werden.

Als Betriebsmittel können Ammoniak oder Stoffe, die im Rauchgas zu Ammoniak reagieren, wie Ammoniak in wässriger Lösung, Harnstoff oder Amine, verwendet werden.

Als Reaktor stehen entweder der Feuerraum oder ein dem Feuerraum nachgeschalteter Leerzug zur Verfügung. Die wichtigsten Kriterien für die Wahl der Eindüsstelle sind Temperaturbereich, Möglichkeiten der Verteilung und Durchmischung sowie Verweilzeit. Als

80 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Beurteilungsparameter für die Eindüsstelle können der Ammoniakschlupf, der Betriebsmittelverbrauch und der NO_x -Reingaswert herangezogen werden.

Das SNCR-Verfahren eignet sich vorwiegend für Feuerungen, deren Feuerraumtemperatur im Bereich der günstigen Reaktionstemperatur zur NO_x -Minderung (ca. 800-1000° C) und der NO_x -Wert ohne Ammoniakkeindüsung nicht mehr als ca. 100 % über dem zu unterschreitenden Grenzwert liegt. Negative Auswirkungen durch den Ammoniakschlupf wie Ammoniakemissionen, Bildung von Aerosolen, Geruchsbelästigung durch Reststoffe, Ammoniak im Abwasser und Anpackungen von Reaktionsprodukten sollen durch geeignete Maßnahmen wie Wäscher, Aerosolabscheider, thermische Nachbehandlung der Rückstände, Stripper im Abwasser und Reinigungsvorrichtungen für gefährdete Bereiche weitestgehend vermindert werden.

10.3 ENTSTAUBUNGSANLAGEN

Als Entstaubungsanlagen können Zyklone, Elektrofilter und Gewebefilter eingesetzt werden. Zyklone eignen sich ausschließlich als Vorentstauber, da ein Teil der Stäube wesentlich geringere Korngrößen aufweist, als mit Zyklonen abgeschieden werden können.

Elektrofilter können so dimensioniert werden, daß die vorgeschlagenen Grenzwerte für Staub eingehalten werden können.

Gewebefilter haben gegenüber Elektrofiltern oder Zyklonen den Vorteil, daß der am Gewebe aufgebaute Filterkuchen noch zusätzlich als Adsorptionsfilter wirkt. Daher werden insbesondere im Zusammenhang mit trockenen und quasitrockenen Rauchgasreinigungsanlagen und mit Zudosierung von Additiven im Feuerraum bevorzugt Gewebefilter eingesetzt.

Entstaubungsanlagen sollen möglichst nicht im Temperaturbereich der "De-Novo-Synthese" (450-250° C) betrieben werden, da die Neubildung von PCDD/F aufgrund der langen Verweilzeit des Rauchgases und der Anwesenheit des Staubes begünstigt wird.

10.4 TROCKENE RAUCHGASREINIGUNGSANLAGEN

Bei trockenen Rauchgasreinigungsanlagen wird Adsorptionsmittel in einen Reaktor eingedüst. Der Reaktor kann als Wirbelschicht- oder als Flugstromreaktor ausgeführt werden. Beim Wirbelschichtreaktor wird das Adsorptionsmittel durch die Strömung der Rauchgase in Schwebelage gehalten und ein Teil davon an der nachgeschalteten Entstaubungsanlage abgeschieden. Beim Flugstromverfahren wird das gesamte eingebrachte Adsorptionsmittel mit den Rauchgasen zum nachgeschalteten Staubabscheider transportiert und dort abgeschieden.

Um den Adsorptionsmittelverbrauch zu minimieren, kann ein Teil des abgeschiedenen Staubes rückgeführt werden.

Trockene Rauchgasreinigungsanlagen werden vorwiegend bei Frachten, die nur geringfügig über den derzeit geltenden Emissionsgrenzwerten liegen, eingesetzt. Sie benötigen in jedem Fall einen stöchiometrischen Überschuß an Adsorptionsmittel. Die abgeschiedenen Schadstoffe und deren Folgeprodukte fallen gemeinsam mit dem Überschuß an Adsorptionsmittel an.

Hohe Chlorid-Gehalte im Rauchgas führen im Rückstand zu großen Gehalten an löslichen Chloriden, die bei der Verwertung stören und bei der Deponierung zu einer Überschreitung der entsprechenden Grenzwerte führen können.

Bei Verwendung des Adsorptionsmittels Kalk können HCl, HF und SO₂ abgeschieden werden. Bei Zugabe von Aktivkoks ergibt sich zusätzlich eine Abscheidung von Quecksilberverbindungen und einigen hochmolekularen organischen Stoffen (z.B. PCDD/F).

Neben der Anwendung für geringe HCl und SO₂-Frachten haben sich trockene Verfahren für die Nachreinigung, d.h. die nachgeschaltete Abscheidung von Quecksilber und PCDD/F durchgesetzt. In diesem Fall spielt der Überschuß an Adsorptionsmittel eine geringe Rolle, da die gesamte abzuscheidende Fracht sehr gering ist.

Die Effizienz von trockenen Verfahren hängt im wesentlichen vom Überschuß an Adsorptionsmittel, der Konzentration des Adsorptionsmittels im Rauchgasstrom, der Betriebstemperatur und der Durchmischung und Verweilzeit des Adsorptionsmittels im Rauchgas ab.

10.5 QUASITROCKENE RAUCHGASREINIGUNGSANLAGE

Bei quasitrockenen Rauchgasreinigungsverfahren wird das Adsorptionsmittel in Suspension mit Wasser eingedüst. Die Eindüsung erfolgt über Drehzerstäuber oder über Zweistoffdüsen. Die mit der Suspension eingebrachte Wassermenge wird über die Temperatur nach dem Adsorber geregelt. Die mit der Suspension eingebrachte Adsorptionsmittelmenge hängt im wesentlichen von der abzuscheidenden Fracht ab. Die Einbringung des Adsorptionsmittels in Form einer Suspension und die genauere Regelung der Betriebstemperatur führen bei quasitrockenen Verfahren zu einem geringeren stöchiometrischen Überschuß an Adsorptionsmittel. Quasitrockene Verfahren können daher auch für mittlere Schadstoffbelastungen eingesetzt werden. Die wesentliche Beschränkung liegt zumeist nicht in der Abscheideeffizienz, sondern in der Qualität und Quantität der Rückstände.

10.6 NASSE RAUCHGASREINIGUNGSSYSTEME

Je nach der erwarteten Rohgasbeladung werden ein- oder mehrstufige Naßsysteme eingesetzt. Als häufig eingesetztes Konzept im Bereich der thermischen Abfallbehandlungsanlagen hat sich die zweistufige Naßwäsche durchgesetzt. Mit zweistufigen Naßverfahren können die vorgeschlagenen Emissionsgrenzwerte hinsichtlich der Schadstoffe HCl, HF, SO₂ und Quecksilber sicher eingehalten werden. Die erste Waschstufe wird als saure Stufe mit pH < 1 und die zweite Stufe als SO₂-Stufe etwa im Neutralbereich gefahren. In der ersten Waschstufe werden HCl, HF, SO₃ und lösliche Quecksilberverbindungen abgeschieden.

Die zweite Stufe dient vor allem der Restabscheidung von HCl, HF und der SO₂-Abscheidung. Die Wäscher können als Einbauten- oder als Düsenwäscher ausgeführt werden.

Quecksilber tritt in den Rauchgasen von thermischen Abfallbehandlungsanlagen vorwiegend in Form von Quecksilber(I)chlorid und Quecksilber(II)chlorid auf. Daneben sind noch geringfügige Konzentrationen an Quecksilberoxid und metallischem Quecksilber vorhanden. Die wichtigste Einflußgröße für die Verteilung des Quecksilbers auf die einzelnen Verbindungen ist die Temperatur im Feuerraum. Bei Feuerraumtemperaturen über 850 °C liegt Quecksilber praktisch quantitativ in Form der Quecksilbersalze Hg₂Cl₂ und HgCl₂ vor. Bei niedrigeren Temperaturen wird der Anteil an metallischem Quecksilber immer größer. Bei ca. 800 °C liegt etwa die Hälfte des in den Rauchgasen enthaltenen Quecksilbers als metallisches Quecksilber vor. Metallische Quecksilberdämpfe sind im Naßwäscher nicht abscheidbar.

Bei der Abscheidung von Quecksilber soll daher darauf geachtet werden, daß im Umlaufwasser des für die Quecksilberabscheidung vorgesehenen Wäschers nicht Bedingungen herrschen, die eine Reduktion von löslichen Quecksilberverbindungen mit SO₂ zu metallischem Quecksilber ermöglichen. Die Unterdrückung der Reduktion von Quecksilberverbindungen zu metallischem Quecksilber kann durch niedrigen pH-Wert oder durch Zusatzstoffe, die mit dem abgeschiedenen Quecksilber unmittelbar reagieren, erfolgen.

Als Neutralisationsmittel in der zweistufigen Naßreinigung werden vorzugsweise Kalk und Natronlauge eingesetzt. Die Wahl des Neutralisationsmittels hängt im wesentlichen vom gewünschten Entsorgungsweg für die abgeschiedenen Stoffe bzw. Reaktionsprodukte ab. Ist die Ableitung der Chloridfracht in ein aufnahmefähiges Gewässer möglich, so empfiehlt sich Kalk als Neutralisationsmittel. Die ebenfalls in der ersten Wäscherstufe abgeschiedenen Fluoride können dann vor Ableitung der Abwässer als Kalziumfluorid abgeschieden werden, die in der zweiten Wäscherstufe abgeschiedene SO₂-Fracht kann als Gips ausgefällt werden.

Die abgeschiedene Schwermetallfracht kann als Schwermetallhydroxid bzw. durch Zugabe verschiedener Fällungsmittel ausgefällt werden.

Steht kein aufnahmefähiges Gewässer zur Ableitung der Chloridfracht zur Verfügung, so wird eine Verfahrensführung gewählt, die einen abwasserfreien Betrieb der Anlage ermöglicht. Dazu stehen im wesentlichen zwei Verfahren zur Verfügung. Die im Wäscher und der nachgeschalteten Abwasserbehandlungsanlage anfallende Lösung wird einem der Naßreinigung vorgeschalteten Sprühkühler zugeleitet. Im Sprühkühler verdampft das Wasser und der dem Sprühkühler nachgeschaltete Staubabscheider scheidet die getrocknete Salzfracht ab. Diese Salzfracht ist sehr hygroskopisch, wasserlöslich und verunreinigt und wird daher untertage deponiert.

Als Alternative zu dem System Sprühkühler und Staubabscheider kann eine Eindampfanlage verwendet werden. Soll die abgeschiedene Chloridfracht wiederverwertet werden, stehen im Prinzip die Gewinnung von HCl (z.B. auch durch Membrantrennverfahren, siehe auch Kapitel 11.3.) oder die Gewinnung von Chlorid zur Verfügung.

Der zweite Wäscher (SO₂-Stufe) kann als Kalk-Gips-Suspensionswäscher oder als Klarphasenwäscher betrieben werden. Beim Betrieb eines Klarphasenwäschers kann als Absorptionsmittel Natronlauge verwendet werden. Da Natronlauge mit dem abgeschiedenen SO₂ lösliche Verbindungen bildet, wird die anfallende Lösung weiterbehandelt. Dafür bieten sich Umfällverfahren direkt mit Kalk oder mit Kalziumchlorid aus der ersten Wäscherstufe an.

Nur in Sonderfällen ist es wirtschaftlich vertretbar, regenerative Verfahren zur Abscheidung und Rückgewinnung von SO₂ einzusetzen. Verfahren, bei denen verwertbares SO₂ als Endprodukt anfällt, sind beispielsweise das Linde-Verfahren, das Aktivkohleverfahren, das Wellman-Lord-Verfahren und das Magnesiumsulfit-Bisulfit-Verfahren. Diese Verfahren, die in Kraftwerken und Industriebetrieben bereits in Betrieb sind, haben sich aus wirtschaftlichen Gründen für SO₂-Gehalte kleiner als 3000 mg/Nm³ bisher nicht durchgesetzt. Sie sind aber auch dann wirtschaftlich, wenn eine Regenerationsanlage bereits verfügbar ist (z.B. Zellstoffproduktion).

10.7 KATALYTISCHE VERFAHREN

Der Einsatz von Katalysatoren in der Rauchgasreinigung von Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen beschränkt sich im wesentlichen auf die Minderung von NO_x und PCDD/F-Emissionen.

Die Reaktionstemperaturen reichen von ca. 160 bis über 300 °C. Der Temperaturbereich zur Oxidation organischer Verbindungen, wie PCDD/F liegt über 250 °C. Wird durch ein

84 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

katalytisches Verfahren nur eine NO_x -Minderung angestrebt, so kann die Anlage bei Temperaturen zwischen 160 und 250 °C betrieben werden. Die NO_x -Minderung erfolgt nach dem SCR-Verfahren (selective catalytic reduction) durch Reaktion von NO und NO_2 mit Ammoniak.

Die angeführten Betriebstemperaturen ermöglichen ergänzend zu Wärmetauschern den Einsatz beispielsweise einer Teilmenge des erzeugten Dampfes.

Bei höheren Temperaturen wird zumeist eine Wiederaufheizung mit Gasflächenbrennern durchgeführt, wobei nicht die gesamte Temperaturdifferenz zwischen der Betriebstemperatur der Wäscher und der De NO_x -Anlage durch Zusatzfeuerung von Erdgas aufgebracht wird, sondern ein Gas-Gas-Wärmetauscher eingesetzt wird, der zuerst die aus dem Wäscher austretenden Gase mit dem Wärmeinhalt der aus der katalytischen Anlage austretenden Gase vorwärmt und nur die für den Betrieb des Gas-Gas-Wärmetauschers notwendige Temperaturdifferenz mit Erdgas aufgebracht wird.

Der eingesetzte Ammoniak reagiert mit NO_x zu N_2 und H_2O , die organischen Verbindungen werden zu CO_2 , H_2O und HCl umgesetzt, es fallen daher im Betrieb keine Rückstände an. Die Lebensdauer der Katalysatoren kann derzeit mit mindestens 5 Jahren angenommen werden. Für verbrauchte Katalysatoren können die Hersteller zur Rücknahme verpflichtet werden. Verbrauchte Katalysatoren können wieder aufgearbeitet werden.

10.8 FESTBETTREAKTOREN

Festbettreaktoren mit Aktivkoks werden bei Abfallbehandlungsanlagen als nachgeschaltete Reinigungsanlagen zur Abscheidung von PCDD/F und Quecksilber eingesetzt. Dabei werden auch Reste von HCl und SO_2 abgeschieden.

Bei den Festbettreaktoren wird zwischen Kreuzstrom- und Gegenstromverfahren unterschieden. Beim Gegenstromverfahren ist der Boden des Adsorbers so ausgebildet, daß das Rauchgas von unten im Bereich der Abzugstrichter des Aktivkokes in das Bett einströmt und aus einem Freiraum oberhalb der Koksschüttung wieder abgezogen wird. Bei Kreuzströmen wird der Aktivkoks zwischen Jalousien oder geeigneten Siebkonstruktionen im Kreuzstrom zu den horizontal durchströmenden Rauchgasen geführt. Der Verbrauch an Aktivkoks hängt einerseits von der Beladbarkeit des Kokes mit den abzuscheidenden Stoffen und andererseits von der Aufnahmefähigkeit des Adsorbers für Staub ab.

Jalousiesysteme weisen nur eine geringe Aufnahmefähigkeit für Staub auf, ohne ungleichmäßige Strömungsverhältnisse im Aktivkoks Bett zu verursachen. Es ist daher vorteilhaft, derartige Reaktoren in Bereichen geringer Staubkonzentrationen einzusetzen.

Mögliche Reaktionen zwischen Aktivkoks und Inhaltsstoffen der Rauchgase verlaufen exotherm, das heißt, daß der Aktivkoks ständig mit Rauchgasen umspült und dadurch gekühlt werden muß. In Bereichen unzureichender Durchströmung ist das Risiko einer Selbstentzündung des Aktivkokes zu beachten.

10.8.1 Gesetzliche Bestimmungen, Richtlinien und Normen für Anforderungen an Festbettreaktoren mit Aktivkoks

Verordnungen oder Normen für Anforderungen an Festbettreaktoren sind derzeit in Österreich nicht vorhanden.

10.8.2 Technische Anforderungen an Festbettreaktoren

Störfallrisiken lassen sich bei Festbettreaktoren im wesentlichen aus drei Szenarien ableiten:

1. Brand von Aktivkoks
2. Staubexplosion bei Transport/Hantieren
3. Freisetzung größerer Mengen von Aktivkoks mit bereits adsorbierten Schadstoffen.

Aufgrund bereits aufgetretener Störungen bei Betriebsanlagen soll den Störfallrisiken und möglichen Maßnahmen besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden. Ausführliche, detaillierte Maßnahmen sind beispielsweise in einem Bericht der Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen mit der Nr. 97 "Sicherheitstechnik bei Aktivkoksfiltern an Abfallverbrennungsanlagen - Hinweise und Anforderungen aus der Sicht der Störfallverordnung" 1991 und aus diversen Publikationen von Aktivkoksherstellern zu entnehmen (siehe Literaturhinweise).

Ein Festbettreaktor soll prinzipiell so konstruiert werden, daß durch konstruktive Maßnahmen die Bildung sogenannter "Hot Spots" oder Glimmnester unwahrscheinlich ist. Das bedeutet, daß Koks im Reaktor sehr gleichmäßig durchströmt werden soll.

Die zur Bildung von Glimmnestern neigenden Zonen sind jene, in denen zu geringe Strömungen von Rauchgas stattfinden, da dadurch einerseits sehr wohl exotherme Reaktionen auftreten können, andererseits aber das durchströmende Rauchgas nicht die notwendige Kühlwirkung hat. Weiters soll dafür Sorge getragen werden, daß eine Überhitzung des Kokes, beispielsweise durch Begleitheizung, auszuschließen ist.

Um nun dieser Forderung gerecht zu werden, sollen konstruktive Maßnahmen ergriffen werden, um unkontrollierte Strömungen des Rauchgases vom Reaktor über den Bunker oder Abzugstrichter auszuschließen. Die Anlage soll so betrieben werden, daß eine starke

Verschmutzung der Anströmflächen, die ein gleichmäßiges Durchströmen durch den Reaktor behindert, auszuschließen ist. Dies kann einerseits dadurch erfolgen, daß vor dem Reaktor eine sehr gute Staubabscheidung stattfindet und andererseits durch eine Beschränkung der zulässigen Druckdifferenz über den Adsorber in Abhängigkeit der durchströmenden Rauchgasmenge.

Neben diesen primären Maßnahmen soll eine ständige gesicherte Überwachung durch eine Differenzmessung des CO-Wertes an geeigneten Meßstellen erfolgen. Bei Auftreten einer Erhöhung des CO-Wertes über den Reaktor, aus dem auf ein Glimmnest geschlossen werden kann, sollen geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um ein weiteres Ausbreiten des Glimmnestes zu verhindern und den Glimmvorgang zu beenden.

Dies kann durch eine automatische Eigeninertisierung und Kühlung durch das Rauchgas oder durch eine Inertisierung mit Inertgas geschehen. Jedenfalls soll die Anlage vor Wiederinbetriebnahme einem Test unterzogen werden, ob tatsächlich alle Glimmvorgänge beendet sind. Wenn angenommen werden muß, daß durch derartige Glimmvorgänge eine Beschädigung des Reaktors nicht ausgeschlossen ist, soll nach Abstellen der Glimmvorgänge der Reaktor entleert und inspiziert werden.

Reaktoren und vor allem deren nachgeschalteten Anlagenteile sollen so konstruiert werden, daß sich keine Anhäufung von Koksstaub bilden kann. Prinzipiell soll die Explosionsfähigkeit von Koksstäuben im Reaktor und in nachgeschalteten Anlagen in die Planung miteinbezogen werden.

Es sollen Maßnahmen gesetzt werden, die einen unbeabsichtigten Austrag von beladenem Aktivkoks verhindern. Beladener Aktivkoks kann beispielsweise bei unkontrollierten Strömungen durch Kreuzstromreaktoren, bei unkontrollierten Strömungen oder Fluidisierung von Gegenstromreaktoren und bei Störungen im Transportsystem auftreten. Zur Verhinderung von unkontrollierten Strömungen sollen die Füllstände in den Koksreaktoren gesichert überwacht werden. Zur Verhinderung der Fluidisierung soll der Differenzdruck über den Reaktor und die Rauchgasmenge begrenzt werden. Förderanlagen und Silos sollen möglichst so ausgelegt werden, daß Koks bei Temperaturen unter 60 °C gelagert und gefördert wird. Ist aus prozeßtechnischen Gründen eine Förderung bei höheren Temperaturen erforderlich, so soll die Förderanlage entweder luftdicht abgeschlossen oder in inerter Atmosphäre betrieben werden.

10.9 SYSTEME ZUR UMFASSENDEN REINIGUNG DER RAUCHGASE

10.9.1 Verfahrensbeschreibung

Die Vielfalt der bei der thermischen Behandlung von Abfällen auftretenden Schadstoffgruppen und die gegenüber Anlagen mit fossilen Brennstoffen wesentlich verschärften Emissionsgrenzwerte führen zu mehrstufigen Rauchgasreinigungssystemen. Die wesentlichen Leitsubstanzen für derartige Systeme sind Staub, Quecksilber, HCl, SO₂, NO_x sowie PCDD und PCDF. Die vorgeschlagenen Emissionsgrenzwerte im Abgas können für diese Substanzen mit Ausnahme von NO_x bei geringeren Emissionsfrachten im Rohgas durch trockene und quasitrockene Verfahren bei Einsatz von Kalk und Aktivkoks eingehalten werden.

Für derartige Rauchgasreinigungssysteme ist zumeist nicht die Abscheideeffizienz der limitierende Faktor, sondern der anfallende Rückstand. Bei trockenen und quasitrockenen Rauchgasreinigungsverfahren fällt als Rückstand eine Mischung aus abgeschiedenen Schadstoffen, deren Reaktionsprodukten und überschüssigen Adsorptionsmitteln an, die eine aufwendige weitere Behandlung erfordert oder nur untertage deponiert werden kann. Davon ausgenommen sind jene Anlagen, bei denen Abfallbrennstoffe eingesetzt werden, deren Schadstoffkonzentrationen so gering sind, daß sie im Rückstand zu Gesamtgehalten und Eluatwerten führen, die für Obertagedeponien (siehe Kapitel 14.) noch zulässig sind. Bei einer gesamtheitlichen Betrachtung einer Anlage ist auch zu prüfen, ob der Einsatz dieser Rauchgasreinigungsverfahren gegebenenfalls zu einer Vergrößerung der zu deponierenden Rückstandsmenge führt.

Die Minderung von NO_x kann durch SCR- (selektive katalytische Reduktion) oder SNCR- (selektive nicht katalytische Reduktion) Verfahren erfolgen, wobei mit dem SCR-Verfahren deutlich niedrigere Emissionswerte erreichbar sind.

Bei Hausmüllverbrennungsanlagen hat sich eine Kombination aus effizienter Staubabscheidung, zweistufiger Naßwäsche und nachgeschalteter katalytischer Anlage, die sowohl zur Minderung von NO_x als auch PCDD/F geeignet ist, durchgesetzt. Die kritischste Größe bei derartigen Anlagen ist im Einzelfall der Emissionswert von Quecksilber.

Die Abscheidung für Quecksilber und seine Verbindungen kann dadurch verbessert werden, daß als Staubabscheideanlage ein Gewebefilter in einem geeigneten Temperaturbereich mit Zudosierung von Aktivkoks eingesetzt wird. Für Anlagen, bei denen höhere Konzentrationen an Quecksilber oder PCDD/F im Rohgas erwartet werden, kann eine Adsorptionsstufe dem

zweistufigen Naßwäscher nachgeschaltet werden. Diese Adsorptionsstufe kann entweder ein mit Aktivkoks beaufschlagter Flugstromadsorber oder ein Festbettreaktor sein.

Die Anordnung der einzelnen Verfahrensschritte hängt aber nicht allein von der abzuscheidenden Schadstofffracht, sondern auch vor allem von der gewählten Behandlung der Rückstände ab. Bei derartigen Konzepten ist es besonders wichtig, auf Schadstoffsenken im System zu achten. Als PCDD/F-Senke im System kann beispielsweise der Feuerraum oder der Katalysator verwendet werden. Die Reaktionsprodukte aus der PCDD- und PCDF-Verbrennung sind für das Gesamtsystem vernachlässigbar. Die Verbrennung von Aktivkoks im Feuerraum oder einer Feuerungseinheit, deren Abgase in den Feuerraum geleitet werden, stellt zwar eine Senke für PCDD/F dar, führt aber zu einer Anreicherung von Quecksilber im Rauchgasstrom.

Wenn die Quecksilbersenke des Systems zwischen Feuerung und Aktivkoksreaktor angebracht ist, wie dies im Fall einer der zweistufigen Naßwäsche nachgeschalteten Aktivkoksanlage gegeben ist, so kann als Quecksilbersenke die erste Wäscherstufe angesehen werden. Die im ersten Wäscher abgeschiedenen Quecksilberverbindungen müssen dann aus dem Wasser abgetrennt und in geeigneter Form ausgeschleust werden. Wird aber eine erhebliche Quecksilberfracht vor den Wäschern beispielsweise mit einem Flugstromadsorber abgeschieden und werden die abgeschiedenen Stäube thermisch nachbehandelt, so muß zwischen der thermischen Nachbehandlung und der Einleitung der Abgase aus der thermischen Behandlung in den Hauptrauchgasstrom eine Quecksilbersenke installiert werden.

Ein weiteres Kriterium für das Gesamtsystem ist die Senke für das abgeschiedene SO₂. Wird eine Gipsverwertung angestrebt, so muß die SO₂-Stufe entweder als Suspensionswäscher oder als Klarphasenwäscher mit integrierter Umfällstufe ausgeführt werden.

Tab. 10.2: Übersicht über Verfahrensschritte zur Rauchgasreinigung.

Verfahrensschritt	abzuscheidende Schadstoffe	Betriebsmittel	Rückstände	Bemerkungen
Zyklon	Staub	-	Asche	Vorentstauber; nicht geeignet für Korngrößen unter 20 µm
Elektrofilter	Staub	-	Asche	vorgeschlagene Grenzwerte können eingehalten werden
Gewebefilter	Staub	-	Staub	Wirkung durch Filterkuchenaufbau verstärkt; Kombination mit quasitrockener RPA; Zugabe von Adsorptionsmitteln möglich
trockene Rauchgasreinigung mit Kalk	HCl, HF, SO ₂	Kalk	Gemisch aus Kalk und Reaktionsprodukten mit Rauchgas-Inhaltsstoffen	für geringe Schadstofffrachten *)
mit Kalk+A-Koks	HCl, HF, PCDD/F, Hg	Kalk + A-Koks	w.o., zusätzlich A-Koks	
quasitrockene Rauchgasreinigung	HCl, HF, SO ₂		Gemisch aus Kalk und Reaktionsprodukten mit Rauchgas-Inhaltsstoffen	für mittlere Schadstofffrachten, nur geringer Überschuss an Adsorptionsmittel nötig, Beschränkungen in Hinblick auf anfallende Rückstände
nasse Rauchgasreinigung				
1. Stufe	HCl, HF, SO ₃ , Hg	NaOH Ca(OH) ₂	Hauptprodukte: NaCl CaCl ₂	Einhaltung der Grenzwerte, ca. stöchiometrischer Adsorptionsmittelverbrauch, unterschiedliche Rückstandsverwertung möglich
2. Stufe	SO ₂ , Reste HCl, HF	NaOH Ca(OH) ₂	Na ₂ SO ₄ /Na ₂ SO ₃ CaSO ₄ /CaSO ₃	
Katalytische Verfahren	NO _x , PCDD/F	NH ₃ NH ₄ OH Harnstoff	0	keine Rückstände
Festbettreaktor (A-Koks)	PCDD/F, Hg, Reste von HCl, SO ₂	A-Koks oder A-Kohle	beladener Koks bzw. Kohle	erhöhte Anforderung in Hinblick auf Sicherheit; auch für PCDD/F Rohgaskonzentrationen über 10 ng/m ³ N TE

*) Je höher der geforderte Abscheidungsgrad, desto höher der spezifische Bedarf an Adsorptionsmittel und damit der Anfall an Reststoffen. Zur Einhaltung der Grenzwerte, beispielsweise bei Hausmüllverbrennungsanlagen, ist mindestens mit dem zweifachen stöchiometrischen Bedarf zu rechnen. Hinsichtlich der Effizienz der Reinigung besteht auch bei anderen Anlagen keine unüberwindliche Grenze für trockene oder quasitrockene Systeme. Die Einsatzgrenzen ergeben sich aus den anfallenden Rückständen.

10.9.2 Gesetzliche Bestimmungen, Richtlinien und Normen für Anforderungen an Rauchgasreinigungsanlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen

Die Anforderungen für Rauchgasreinigungsanlagen werden durch die gesetzlich zulässigen Emissionen im Abgas, im Abwasser und in den Rückständen und durch sicherheitstechnische Bestimmungen definiert (siehe auch Kap. 12, 13, 14).

10.9.3 Technische Anforderungen an Rauchgasreinigungsanlagen

Rauchgasreinigungsanlagen für Abgase aus der thermischen Behandlung von Abfällen sollen im wesentlichen folgende Bedingungen erfüllen:

1. Sie sollen geeignet sein, die vorgeschlagenen Emissionsgrenzwerte zu unterschreiten.
2. Die Abscheideverfahren sollen so gewählt und betrieben werden, daß die Sekundäremissionen (z.B. NH₃-Schlupf, CO-Emissionen bei A-Koks-Anlagen, Abwasser, Rückstände) nach dem Stand der Technik minimiert werden.
3. Die bei derartigen Prozessen anfallenden flüssigen und festen Rückstände sollen zumindest jenen Anforderungen genügen, die eine ordnungsgemäße Entsorgung ermöglichen.
4. Bei der Verfahrensauswahl soll der spezifische Energieverbrauch in die Gesamtbilanz aufgenommen werden.
5. Bei der Verfahrensauswahl sollen die bei der Herstellung der erforderlichen Hilfsstoffe auftretenden Emissionen miteinbezogen werden.
6. Planung, Bau, Betrieb und Überwachung derartiger Anlagen sollen den sicherheitstechnischen Bedingungen entsprechen.

Es soll daher je nach der Art der zu behandelnden Abfälle, des vorgeschalteten Feuerungssystems und der spezifischen Randbedingungen für die Entsorgung der Rückstände eine geeignete Kombination aus vielen möglichen Verfahrensschritten gewählt werden.

Sicherheitstechnische Vorschriften für Rauchgasreinigungsanlagen lassen sich aus bestehenden Regelwerken nicht wie im Fall der Abhitzeessel direkt ableiten. Laut Störfallverordnung muß in jedem Fall eine Sicherheitsanalyse für die gesamte Anlage durchgeführt werden.

In Anlehnung an Feuerungssysteme können aber prinzipielle Anforderungen definiert werden:

- o Eine ordnungsgemäße Abführung der Rauchgase über den Schornstein soll jederzeit, auch bei Störungen gewährleistet sein.
-

- o Die Stellung sämtlicher im Rauchgasstrom befindlicher Klappen soll abgefragt werden. Bei angezeigtem Fehler einer Klappenstellung darf die Anlage nicht angefahren werden bzw. muß bei Betrieb sofort die Abfallzufuhr gestoppt werden.
- o Verbrennungsluftgebläse und Saugzuggebläse sollen überwacht werden. Bei Ausfall eines Gebläses soll die Abfallbeschickung sofort gestoppt werden.
- o Die gesamte Anlage soll gegen eine Überschreitung der zulässigen Auslegungsdrücke und Auslegungstemperaturen gesichert werden.

Sicherheitsmaßnahmen gegen Überschreitung der Auslegungstemperaturen können durch Abschalten der Abfallzufuhr, durch Ansaugen eines kalten Luftstromes, durch Bypass-Schaltungen oder durch Eindüsung von Kühlwasser erfolgen. In den meisten Fällen ist ein im Programm verankertes Sicherheitsabschalt- oder Sicherheitsumschaltprogramm notwendig.

Da derartige Anlagen zumeist im Unterdruck betrieben werden, sind Sicherheitsvorkehrungen gegen ein Überschreiten des zulässigen Unterdruckes durch folgende Maßnahmen möglich: Öffnen von Klappen zur Druckentlastung und geordnete Abschaltung des Saugzuges innerhalb eines Abschaltprogrammes, in das auch die Feuerung einbezogen ist.

Wenn in Anlagen der Rauchgasreinigung Arbeiten durchzuführen sind, während die Feuerung in Betrieb ist, so sollen diese Anlagenteile gasdicht gegen den Rauchgasstrom abgeschlossen und gut durchlüftet werden. Laut der Technischen Regeln für Dampfkessel ist eine sichere Absperrung gegen Rauchgase dann erreicht, wenn eines der folgenden vier Kriterien erfüllt ist:

1. Zwei hintereinanderliegende Absperrorgane mit Sperrluftraum zwischen den Absperrorganen und zuverlässig überwachter Sperrluft
2. Ein Absperrorgan mit Doppeldichtung und Sperrluftraum zwischen den beiden Dichtungen mit zuverlässig überwachter Sperrluft
3. Zwei hintereinanderliegende Absperrorgane mit zwischenliegender Öffnung zur freien Atmosphäre und Überwachung des Austretens des Rauchgases
4. Dicht schließende, deutlich erkennbare Steckscheibe.

Bei Unterschreitung des Sperrluftdruckes gegenüber dem Druck des Rauchgases soll mindestens vor Ort ein optischer und akustischer Alarm selbsttätig ausgelöst werden. Geschlossene Absperrorgane sollen gegen unbeabsichtigtes Öffnen gesichert werden.

10.9.4 Garantiewerte

Im Einzelfall werden seitens der Betreiber vom Anlagenlieferanten Garantiewerte für die Emissionen einer Gesamtanlage gefordert, die niedriger als die vorgeschlagenen Emissionsgrenzwerte liegen. Aus einzelnen Garantiewerten für bestimmte Anlagen soll nicht unmittelbar eine Änderung der gesetzlichen Grenzwerte abgeleitet werden, wie die folgenden Sachverhalte zeigen:

- o Die Einhaltung der Garantiewerte ist innerhalb eines Leistungstests unter genau definierten Randbedingungen nachzuweisen. Die übliche Dauer eines Leistungstests beträgt zwischen 2 und 10 Tagen. Die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte wird jedoch für alle Betriebszustände über die gesamte Betriebszeit der Anlage verlangt.
- o Ein Leistungstest kann üblicherweise mehrmals wiederholt werden. Werden in den mehrfachen Versuchen die gesetzlich vorgeschriebenen Werte unterschritten, jedoch Garantiewerte nicht erreicht, ist zumeist vom Lieferanten ein Pönale zu zahlen. Nur bei Nichteinhaltung gesetzlich vorgeschriebener Grenzwerte wird üblicherweise dem Betreiber ein Rückweisungsrecht eingeräumt.
- o Die Grenzwerte für Abfallverbrennungsanlagen liegen bereits jetzt deutlich tiefer als für konventionelle Brennstoffe und für industrielle Produktionsanlagen. Bei einzelnen Projekten wurden bisher von Anbietern für definierte Randbedingungen im Einzelfall der eine oder andere Garantiewert abgegeben:

Parameter	Garantiewert mg/m ³ _N , 11 % O ₂	erforderliche Anlagenausstattung zur Erreichung der Garantiewerte
HCl	2	Gewebefilter oder E-Filter, 2-stufige Naßwäsche mit nachgeschalteter Adsorptionsstufe (Festbett- od. Flugstromreaktor mit A-Koks)
SO ₂	5	
HF	0,1	
Staub	2	
Hg	0,01	
Cd	0,01	
NO _x	30	SCR-Anlage
C org.	2	feuerungstechn. Optimierung u. A-Koks-Anlage
PCDD/F (TE)	0,05 x 10 ⁻⁶	Flugstromreaktor und katalyt. Anlage od. A-Koks-Anlage

11 ANLAGEN ZUR VERMEIDUNG, VERRINGERUNG, VERWERTUNG UND BEHANDLUNG VON RÜCKSTÄNDEN

Die Behandlung der Rückstände aus thermischen Abfallbehandlungsanlagen und deren nachgeschalteter Rauchgasreinigungsanlagen hängt einerseits von der Zusammensetzung der eingesetzten Abfälle und andererseits vom Verbrennungs- und Rauchgasreinigungssystem ab. Im Regelfall ist der größte anfallende Massenstrom aus thermischen Behandlungsanlagen der unbrennbare Inertanteil der Abfälle. Dieser kann bei den verschiedenen Verfahren in Form von Asche und Schlacke anfallen. Je nach Verfahren ergeben sich verschiedene Qualitäten für die anfallenden Rückstände.

Durch Einsatz eines Fliehkraftabscheiders in Bereichen über 400 bzw. 450 °C kann ein Großteil des Staubes mit nur geringen Dioxingehalten ausgeschleust werden, sodaß auch bei Wirbelschichtfeuerungen nur der geringere Teil der Asche thermisch nachzubehandeln ist.

Üblicherweise fallen bei den einzelnen Verfahren in Abhängigkeit der Schadstoffgehalte der Abfälle folgende Rückstände an:

- Rückstände aus dem Inert- und schwerflüchtigen Metallanteil sowie eingebundene Stoffgehalte der Brennstoffe in Form von Asche und Schlacke
- Rückstände aus der SO₂-Abscheidung in Form von Gips oder einem Kalziumsulfat-, Kalziumsulfit-, Kalziumkarbonatgemisch oder bei Einsatz von Natronlauge in Form von Natriumsulfid oder Natriumsulfat
- Rückstände aus der HCl-Abscheidung in Form von Kalziumchlorid, Natriumchlorid oder Salzsäure
- Rückstände aus der Abscheidung sonstiger Halogene, beispielsweise Fluorid in Form von CaF₂
- Rückstände aus der Quecksilberabscheidung als Fällungsprodukt im Neutralisationsschlamm oder angelagert an Ionentauscher oder Aktivkoks
- Rückstände aus der Neutralisation (Neutralisationsschlamm)
- Verunreinigungen aus den Betriebsmittel

Die folgende Tabelle 11.1. gibt eine Übersicht der bei der Schadstoffabscheidung anfallenden Rückstände in Abhängigkeit vom eingesetzten Verfahren.

94 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

In der Kopfzeile sind die im Abfall enthaltenen Schadstoffgruppen angeführt. In der 2. Zeile ist angeführt, wieviel Kilogramm dieser Schadstoffe durchschnittlich je Tonne Hausmüll enthalten sind. Die ersten zwei Spalten beschreiben die Rückstände und geben an, ob sie verwertbar, obertägig oder untertägig deponierbar sind. In der 3. Spalte ist die durchschnittlich anfallende Menge je Tonne Hausmüll angeführt. Aus der Matrix der Kopfzeile und der ersten drei Spalten ist abzulesen, aus welchen Schadstoffen mit dem beschriebenen Verfahren sich welche Menge an Rückständen und welche Art von Rückständen ergibt.

Beispielsweise fällt der größte Anteil an inertem Material und schwerflüchtigen Schwermetallen im Entschlacker, oder bei einer Wirbelschichtfeuerung als Bettabzug und Primärstaubabscheidung an. Der Anteil pro Tonne Abfall beträgt 200 - 300 kg, da er ohne eine Veränderung abgeschieden wird, fallen auch 200 - 300 kg an Schlacke oder Asche an.

Als zweites Beispiel soll noch die Abscheidung von Schwefel in einem Suspensionswäscher angeführt werden: Schwefel wird teilweise in Asche und Schlacke eingebunden und teilweise im Suspensionswäscher abgeschieden. Aus 2 - 3 kg Schwefel pro Tonne Hausmüll gelangen etwa 1 - 1,5 kg in das Abgas. Das SO_2 aus dem Abgas reagiert mit Kalk und Wasser zu Gips, wobei ca. 3 - 6 kg Gips pro Tonne Hausmüll anfallen.

Tab. 11.1: Übersicht der unterschiedlichen Verfahrensschritte zur Abscheidung von Schadstoffen und dabei anfallenden Rückständen (Mengenangaben in kg/t Hausmüll).

Behandlung bzw. Verwertung der Rückstände	Rückstände	kg/t	Abscheidung von							NOx
			Inertem, Staub + schwerflüchtigen Schwermetallen	Schwefel	Chlor	Fluor	Quecksilber	PCDD/F		
obertägige Deponierung	Schlacke, Asche + geringe Konz. an Hg, PCDD/F < 0,1 ng/g TE	200 - 300	2-3	4-6	0,02 - 0,03	0,001 - 0,002	0,00000005			
obertägige Deponierung	Asche mit Konzentrationen an PCDD/F > 0,1 ng/g TE	20 - 30	teilweise Einbindung in Asche und Schlacke bei S als Gips							
Verwertung untertägige Deponierung	Technisch reines NaCl	4-6	teilweise Einbindung in Asche							
Verwertung untertägige Deponierung	Mischsalz	1-3	HCl-Wäscher + ABA + Eindampfanlage							
Verwertung untertägige Deponierung	Technisch reines HCl	3-5	HCl-Wäscher + nachgeschalt. HCl-Rückgewinnung							
Verwertung untertägige Deponierung	Mischsalz	1-3	1-stufige Naßwäsche + Eindampfanlage *)							
Verwertung untertägige Deponierung	Mischchloride, SO ₄ , SO ₃ , Halogenide, Hg-Salze	10-17	1-stufige Naßwäsche + Eindampfanlage *)							
Verwertung untertägige Deponierung	Mischchloride, Flugasche, SO ₄ , SO ₃ , Halogenide, Hg-Salze, Restkalk	23-35	Sprühabsorber od. Trockenadsorber mit nachgeschalteter Staubabscheidung							
Verwertung obertägige Deponierung	Technisch reiner Gips	3-6	Susp.-wäscher + HCl-Wäsche *)							
Verwertung obertägige Deponierung	Gemisch aus Gips, CaSO ₃ , CaCO ₃	3-6	SO ₂ -Wäscher für Umfallprozeß ohne Oxidationsstufe *)							
Verwertung untertägige Deponierung	Technisch reines SO ₂	1-2	Regenerative Verfahren *)							
Verwertung untertägige Deponierung	lösliches Natriumsulfat und Natriumsulfat im Abwasser	1	NaOH-Wäscher + ABA + HCl-Wäsche*)							
Verwertung untertägige Deponierung	Neutral.schlamm + F ⁻ , Spuren v. Betriebsmitteln, SMe-salze, SO ₄ , SO ₃ , Flugasche	4-7	HCl-Wäscher + ABA *)							
Verwertung untertägige Deponierung	Neutral.schlamm + F ⁻ , Spuren v. Betriebsmitteln, SMe-salzen, Gips, Flugasche	3-6	2-stufige Naßwäsche + eine ABA für beide Wäscherstufen							
Verwertung ober. Depon./Verwertung untertägige Deponierung	Gips	1	2-stufige Naßwäsche + getrennte ABA je Wäscherstufe							
Verwertung untertägige Deponierung oder ev. Verwertung als Neutral.mittel für ABA od. als Additiv f. Feuerraumeinsparung	Neutralisationsschlamm	1-5	Flugstromreaktor nach Ab- oder Adsorptionsstufen							
Verwertung untertägige Deponierung, ev. verbrennbar	Gemisch aus Kalkstein + beladenem Aktivkoks	0,5-5	Aktivkoksreaktor							
Verwertung untertägige Deponierung, ev. verbrennbar	beladener Aktivkoks	0,5-5	SCR-Anlage							
Verwertung untertägige Deponierung, ev. verbrennbar	beladener Aktivkoks	0,5-5	SCR-, SNCR-Anlage							

ABA Abwasserbehandlungsanlage Sme Schwermetalle *) bei vorgeschalteter Staubabscheidung

11.1 MÖGLICHE ANFALLENDE RÜCKSTÄNDE

11.1.1 Rückstände aus den Inert- und schwerflüchtigem Schwermetallanteil der Abfälle

Die Rückstände aus dem Inertanteil und dem schwerflüchtigen Schwermetallanteil der Abfälle fallen bei Drehrohr- und Rostfeuerungsanlagen als Asche und Schlacke an. Die Schlacke wird zumeist vom Rost oder vom Drehrohr direkt in einen Naßentschlacker abgeworfen und über eine Fördereinrichtung in den Schlackebunker gefördert. Bei der Rostfeuerung kann die Schlacke teilweise gesintert, beim Drehrohrofen teilweise auch verglast anfallen.

Die Zusammensetzung der Schlacke hängt weitestgehend von der Zusammensetzung der Abfälle und der Temperatur im Feuerraum ab. Bei höheren Temperaturen wird ein größerer Anteil von Sulfaten, aber auch von Schwermetallen verflüchtigt und an der Flugasche wieder kondensiert. Bei geringeren Feuerungstemperaturen bleibt ein höherer Gehalt dieser Stoffe in der Schlacke eingebunden.

Asche fällt im Kessel und vor allem in der nachgeschalteten Staubabscheidung an. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, daß die höchsten Konzentrationen an Schwermetallen im Feinstanteil der Asche vorliegen bzw. erst in den kühleren Bereichen des Kessels an der Asche kondensieren.

Unmittelbar nach dem Feuerraum treten kaum oder nur geringe Konzentrationen von PCDD/F auf. PCDD und PCDF werden im Abgas größtenteils erst durch die De-Novo-Synthese im Temperaturbereich von 450 bis 250 °C gebildet. Zur Verringerung der anfallenden Staubmengen mit hohen PCDD/F-Gehalten soll daher ein Großteil der Staubfracht im Temperaturbereich über 400 °C (z.B. durch Einsatz von Fliehkraftabscheidern) ausgeschleust werden. Asche, die aus den kühleren Zonen abgezogen wird, kann Konzentrationen bis 30 ng TE/g aufweisen. Durch thermische Behandlung derartiger Rückstände kann der Dioxingehalt auf weniger als 0,1 ng/g verringert werden. Eine derartige thermische Behandlung kann in reduktiver Atmosphäre bei etwa 350 °C und in oxidativer Atmosphäre bei über 500 °C erfolgen. Die erforderliche Verweilzeit der Stäube in diesem Temperaturbereich beträgt ca. eine Stunde (siehe auch 11.2.1.).

Bei Wirbelschichtanlagen fällt Bettasche und Flugasche an. Während bei Rost- und Drehrohranlagen nur etwa 10 % des unbrennbaren Teiles in Form von Flugasche und etwa 90 % in Form von Schlacke anfällt, ist das Verhältnis bei der Wirbelschicht eher umgekehrt.

Zwischen den Bettaschen aus Wirbelschichtfeuerungen und den Schlacken aus Rost- bzw. Drehrohrfeuerungen besteht bei gleichem Abfall-Brennstoff im wesentlichen nur ein Unterschied hinsichtlich der Korngröße (grobkörnigere Schlacken durch Sinterprozesse), das chemische Verhalten ist vergleichbar.

Bei Pyrolyseanlagen fällt der größte Teil der inerten Rückstände in Form von festem Pyrolyserückstand an. Der Anteil an Flugasche ist geringer als bei Verbrennungsanlagen. Allerdings ist es bei Pyrolyseanlagen schwierig, einen guten Ausbrand (Glühverlust < 3 %) in den festen Rückständen sicherzustellen.

Bei praktisch allen Feuerungssystemen können basische Anteile der Flugasche oder gezielt zudosierte basische Stoffe bereits im Feuerraum und im nachgeschalteten Kessel und in der Entstaubung SO_2 , HCl und andere Halogene einbinden. Diese Reaktionsprodukte fallen dann zusammen mit der Flugasche an. Ist der Salzgehalt von Schlacke oder Flugasche für die anschließende Verwertung oder Deponierung zu hoch, dann besteht die Möglichkeit, mit neutralem Wasser oder mit Umlaufwasser aus dem Wäschersystem zu extrahieren. Die Leitfähigkeit im Eluat des behandelten Rückstandes kann durch diese Behandlungsmethode wesentlich herabgesetzt werden.

11.1.2 Rückstände aus der SO_2 -Abscheidung

Abgeschiedenes SO_2 reagiert mit Kalziumhydroxid und Sauerstoff zu Gips. Bei nicht ausreichender Oxidation entsteht Kalziumsulfid. Die SO_2 -Abscheidung kann so betrieben werden, daß entweder Gips oder ein Gemisch aus Kalziumsulfat, Kalziumsulfid und Kalziumcarbonat entsteht. Erfolgt die Neutralisation in der SO_2 -Abscheidung auf Natriumbasis, so entstehen die leicht löslichen Verbindungen Natriumsulfid oder Natriumsulfat.

Bei Einsatz von Umfällprozessen kann sowohl Gips als auch Natriumsulfid und Natriumsulfat als Rückstand entstehen. In diesen Fällen soll angestrebt werden, daß der Großteil des abgeschiedenen SO_2 in Form von verwertbarem Einsatzmaterial für andere Produktionsprozesse oder als deponierbarer Rückstand aus dem System ausgeschleust wird.

11.1.3 Rückstände aus der HCl -Abscheidung

Abgeschiedenes HCl kann üblicherweise in Form von Kalziumchlorid, Natriumchlorid oder aufkonzentrierter Salzsäure aus dem System ausgeschleust werden. Kalziumchlorid wird entweder als Neutralsalz mit dem Abwasser abgeleitet oder, wenn die Gesamtanlage abwasserfrei zu betreiben ist, als eingedampftes oder getrocknetes Salz ausgeschleust. Die

Verdampfung des Abwassers kann beispielsweise in einem Sprühtrockner erfolgen, wobei das getrocknete Produkt in einem nachgeschalteten Staubabscheider aus dem Gasstrom abgetrennt wird.

Als weitere Möglichkeit steht die Eindampfung der Abwässer in Umlaufverdampfern oder Dünnschichtverdampfern zur Verfügung. Der Gesamtprozeß der HCl-Abscheidung kann so gestaltet werden, daß am Ende wiederverwertbares Natriumchlorid anfällt.

Bei trockenen und quasitrockenen Prozessen fällt Kalziumchlorid vermischt mit anderen Produkten aus der Rauchgasreinigung trocken an und kann daher ohne weitere Behandlung nur noch einer untertägigen Deponierung zugeführt werden.

Als Reinigungsstufen des Abwassers aus der ersten Wäscherstufe stehen Hydroxidfällung, Sulfidfällung, Reinigung mit Ionentauschern und Reinigung mit Aktivkohle zur Verfügung. Es ist auch möglich, das abgeschiedene HCl mit Kalziumionen zu neutralisieren und die gereinigte Kalzium-Chloridlösung mit Soda umzufällen. Die nach der Umfällung anfallende gereinigte Sole aus Natriumchlorid wird dann eingedampft, Natriumchlorid kristallisiert aus und kann als Feststoff abgezogen werden, ein Teil der Sole wird zur Umfällung rückgeführt und ein geringer Teil getrocknet. Bei dieser Verfahrensführung fallen Neutralisationsschlämme aus den diversen Reinigungsstufen und getrocknete Salze aus der Trocknung als zu deponierende Rückstände an. Der Großteil der abgeschiedenen HCl-Fracht wird in Form von Natriumchloridkristallen ausgetragen.

Durch geeignete Verfahrensführung kann abgeschiedenes HCl in mehreren Wäscherstufen aufkonzentriert werden. Die in den Wäschern aufkonzentrierte HCl-Lösung wird dann in mehreren Behandlungsstufen gereinigt und in einer Rektifikationskolonne weiter aufkonzentriert. Das abgeschiedene HCl fällt in diesem Fall als verwertbare Salzsäure an.

11.1.4 Rückstände aus der Quecksilberabscheidung

Quecksilber kann bereits an Flugasche adsorbiert im Gewebefilter abgeschieden werden. Zumeist wird aber der Großteil der wasserlöslichen Quecksilberverbindungen in der ersten Wäscherstufe abgeschieden.

Bei den in der Praxis häufig angewandten Verfahren wird das Quecksilber durch Sulfidfällung aus dem Abwasser entfernt und gelangt als Rückstand in den Neutralisationsschlamm. Prinzipiell besteht auch die Möglichkeit, Quecksilber aus der wäßrigen Phase durch Ionentauscher abzuscheiden oder aus der Gasphase an Aktivkohle anzureichern.

11.1.5 Sonstige Bestandteile der Rückstände

Halogenide, beispielsweise Fluoride, oder Verunreinigungen in den eingesetzten Chemikalien und im Wäscher abgeschiedener Staub fallen zumeist als Bestandteil des Neutralisationsschlammes in der Abwasserreinigungsanlage an. Bei Eindampfprozessen können lösliche Halogenide in Form von getrockneten Salzen aus dem Prozeß ausgeschleust werden.

Bei Prozessen mit Abwasser werden gelöste Halogenide als Neutralsalze abgeleitet.

11.2 SPEZIELLE ANLAGEN ZUR BEHANDLUNG DER RÜCKSTÄNDE

11.2.1 Beschreibung der thermischen Verfahren

Prinzipiell soll die Konzeption der Feuerung und der Rauchgasreinigungsanlage so gewählt werden, daß die Rückstände in verwertbarer Form anfallen.

Um die Gehalte an PCDD/F- und Quecksilber in den Rückständen zu reduzieren, sollen diese entweder in einem Temperaturbereich über 400 °C abgezogen werden oder einer thermischen Nachbehandlung unterzogen werden. Die thermische Nachbehandlung kann unter reduktiver Atmosphäre bei Temperaturen von ca. 350 °C oder unter oxidativer Atmosphäre bei Temperaturen über 500 °C erfolgen.

Werden im Feuerraum oder in einer nachgeschalteten Behandlung hohe Temperaturen (> 1200 °C) gewählt, so erfolgt eine Verglasung der Schlacke und Asche. Bei der Verglasung erhält man ein stabiles, verglastes Endprodukt und nicht verglasbare, teilweise abgedampfte Rückstände, beispielsweise in Form von Galle oder in der nachgeschalteten Abgasreinigung abgeschiedene Stoffe. Verglasungsverfahren können entweder nachgeschaltet oder direkt in den Feuerungsprozeß integriert werden, wie dies in Form des im Schlackefluß betriebenen Drehrohres angestrebt wird. Der wesentliche Unterschied zwischen der Verglasung und der thermischen Behandlung im niederen Temperaturbereich besteht darin, daß bei letzterem Verfahren eine Asche anfällt, die ohne Anfall weiterer Rückstände verfestigt und deponiert werden kann.

Das verfestigte Material erreicht jedoch nicht die chemische Beständigkeit verglaster Rückstände. Gips, eingedampfte Salze und der in der Abwasserbehandlung anfallende Neutralisationsschlamm eignen sich aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung nicht für eine Verglasung.

11.2.2 Beschreibung der Verfestigungsverfahren

Ein weiteres Verfahren zur Nachbehandlung von Rückständen ist die Verfestigung. Bei diesem Verfahren können der Asche, dem Gips oder einem Produkt aus Kalziumpulver, Kalziumpulver und Kalziumcarbonat aus der SO₂-Stufe und dem Neutralisationsschlamm Zement oder andere hydraulische Bindemittel beigemischt werden. Die Verfestigung mit Zement führt zu einer Verbesserung der Eluatwerte und zur Vermeidung von Staubverfrachtungen im Deponiebetrieb.

11.2.3 Beschreibung der Extraktion von Flugasche und Schlacke

Extraktion von Flugasche und Schlacke in neutralem oder leicht basischem Wasser führt zu einer Verringerung des eluierbaren Anteils. Die ausgewaschenen, leicht löslichen Salze erhöhen den Anfall an Rückständen aus der Abwasserreinigungs- und Eindampfanlage (Mutterlauge).

Der Extraktionsschritt kann sowohl vor als auch nach einer thermischen Behandlung der Flugasche erfolgen. Ist die Extraktion einer thermischen Behandlung nachgeschaltet, so ist reines Wasser vorzuziehen. In einer Extraktion vor einer thermischen Behandlung können auch eventuell mit Hg und PCDD/F beladene Umlaufwässer eingesetzt werden.

Die Extraktion der Schlacke kann durch Durchströmen des Naßentschlackers ohne großen apparativen Aufwand erfolgen.

Durch Extraktion von Flugasche und Schlacke in saurem Wasser ist es möglich, Schwermetalle, wie Cadmium, Zink und Blei, teilweise auszuwaschen. Da sich aber gegenüber verfestigter Flugaschen keine Verbesserung hinsichtlich der Eluatklasse ergibt, konnten sich derartige Verfahren bisher noch nicht durchsetzen.

Es existieren patentierte Verfahren, wie der 3R-Prozeß (Rauchgasreinigung mit Rückstandsbehandlung) oder der erweiterte MR-Prozeß (Multi-Rezyklo-Prozeß).

11.3 BEHANDLUNGSANLAGEN FÜR PROZEBLÖSUNGEN UND ABWÄSSER

Der Wasserverbrauch in der Gesamtanlage steht im direkten Zusammenhang mit der über das feuchte Abgas ausgetragenen Wassermenge, der abgeleiteten Abwassermenge und der Restfeuchte in den Rückständen. Aus diesem Grund ist es unerlässlich, die gesamte Wasserwirtschaft innerhalb der Anlage zu betrachten.

Tab. 11.2: *Abwässer, die beim Betrieb einer thermischen Abfallverwertungsanlage anfallen können.*

Herkunft	Beispiele
Abwässer aus Betriebswasseraufbereitungsanlagen für Kesselspeisewasser und Brauchwasser	
Abwässer aus dem Kessel-/Turbinenbetrieb	Kühlwasser Kesselabsalzwasser verunreinigte Kondensate Reinigungswässer
Sonstige Kühlwässer	
Gebäudeentwässerung, z.B.	Sanitärabwässer Küchenabwässer Reinigungswässer Laborabwässer
Oberflächenwässer	Entwässerung befestigter Flächen Dachentwässerung
Abwässer von Waschplätzen für Fahrzeuge und Behälter	
Abwässer aus der Rauchgasreinigung	
Abwässer aus der Reststoffbehandlung	
Löschwasser	

In weiterer Folge wird hier nur auf die prozeßspezifischen Abwässer aus der Rauchgasreinigung und Rückstandsbehandlung näher eingegangen.

Grundsätzlich sollen Technologien, Anlagen, Aggregate und Apparate, die bezüglich Wasserverbrauch optimiert sind bzw. kein Frischwasser benötigen, bevorzugt werden. Die aus dem Wassergebrauch resultierende Abwassermenge soll soweit wie möglich minimiert werden.

102 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Eine weitere wichtige Forderung ist die Mehrfachnutzung des Rohwassers und Abwassers. Dabei sollen die verschiedenen Prozesse und Verfahrensschritte so aufeinander abgestimmt werden, daß ein nur relativ gering mit Schadstoffen belastetes Abwasser in weiteren Verwendungsschritten eingesetzt wird, sodaß erst nach möglichst vollständiger Ausnutzung der Schadstoffaufnahmekapazität eine Behandlung des Abwassers erfolgt.

In Bereichen, wo eine derartige Kontamination des Abwassers erfolgt, die eine Weiterverwendung wesentlich erschwert oder unmöglich macht, soll eine separate Behandlung erfolgen. Danach soll das Wasser entweder in gleicher Weise verwendet (= Recycling) oder einer weiteren Nutzung zugeführt werden.

In Anlagen für die Aufbereitung von Wasser (Brauchwasser, Kesselspeisewasser etc.) und Abwasser innerhalb der Gesamtanlage sollen die einzusetzenden Technologien, über den Stand der Technik hinaus, möglichst nach folgenden Kriterien ausgewählt werden:

- Minimierung der erforderlichen Betriebs-/Zusatzchemikalien
- Optimierung/Reduzierung der Emissionen
- Minimierung der anfallenden Rückstände

Die für den Betrieb von Wasser- und Abwasseraufbereitungsanlagen unbedingt erforderlichen Chemikalien sollen so ausgewählt werden, daß das Gefährdungspotential für Mensch und Umwelt möglichst gering ist.

Es soll grundsätzlich beim Einsatz von klassischen Aufbereitungs- bzw. Abwasserbehandlungsverfahren (chemisch-physikalische Verfahren) geprüft werden, ob nicht eine Substitution durch ein physikalisches Verfahren (z.B. Membranverfahren) möglich ist, da dadurch unter Umständen große Mengen Betriebschemikalien eingespart werden können. Die Anlagenkonzeption soll mit einer gewissen Flexibilität erfolgen, die den Einsatz innovativer Technologien auch noch nachträglich ermöglicht.

Durch den Einsatz von physikalischen Verfahren, für die Abwasserbehandlung bzw. Aufbereitung, werden auch die am Ende einer Abwasserbehandlung anfallenden Rückstände und Emissionswerte reduziert, da durch den reduzierten Betriebschemikalienbedarf keine bzw. wesentlich geringere Schadstofffrachten (Salze, Metalle, organische Verbindungen und andere Verunreinigungen) zusätzlich in das System eingebracht werden.

Der Einsatz von neuen Membrantechniken (z.B. Elektrodialyse mit bipolaren Membranen) ermöglicht unter Umständen sogar die Rückgewinnung von Neutralisationsmitteln. Diese Verfahren befinden sich derzeit teilweise noch in Entwicklung.

Beim Betrieb einer Anlage zur thermischen Abfallbehandlung fallen bei der Rauchgasreinigung und Rückstandsbehandlung die größten Abwassermengen und Schadstofffrachten mit anorganischen Inhaltsstoffen an. Die anfallende Abwassermenge hängt im wesentlichen vom eingesetzten Rauchgasreinigungsverfahren ab. Bei der Rückstandsbehandlung werden aus den festen Rückständen die wasserlöslichen Bestandteile eluiert.

Für den möglichen Anfall von Löschwässern sollen Rückhaltesysteme für eine Zwischenspeicherung eingeplant werden. Dieses Wasser soll vor einer Ableitung geprüft und gegebenenfalls behandelt werden.

In der nachfolgenden Darstellung sind, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, Verfahren aufgelistet, die für eine Behandlung der anfallenden Abwässer bzw. zur Behandlung und Wiederverwertung von Prozeßwässern innerhalb der Anlage in den verschiedensten Kombinationen bereits eingesetzt werden bzw. eingesetzt werden könnten.

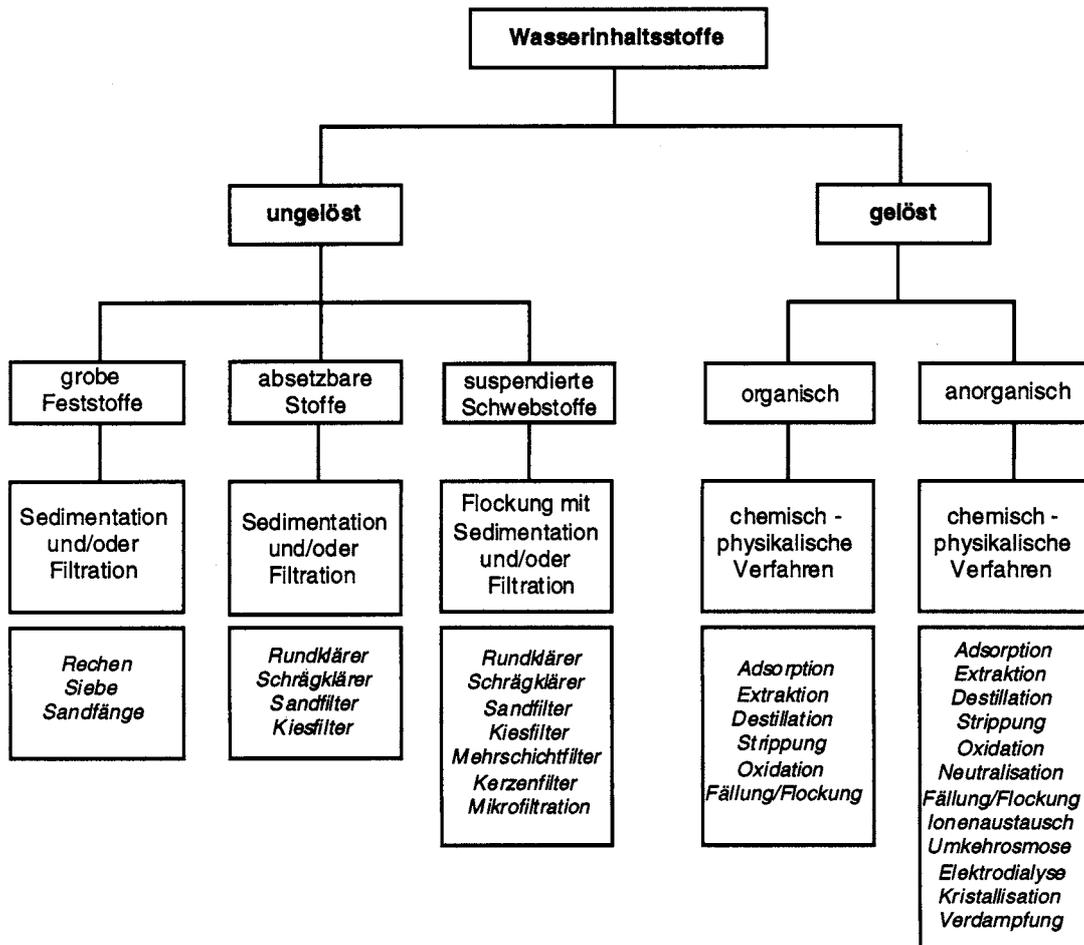


Abb. 11.1: Verfahren zur Behandlung der anfallenden Prozeßlösungen und Abwässer in Abhängigkeit der möglichen Wasserinhaltsstoffe

Tab. 11.3: Übersicht der möglichen Verfahrensschritte zur Behandlung von Prozeßlösungen und Abwasser

VERFAHREN	HAUPTFUNKTION	BETRIEBSMITTEL HILFSSTOFFE	RÜCKSTÄNDE
NEUTRALISATION	Neutralisation saurer bzw. alkalischer Abwässer und Lösungen	Säuren (HCl, H ₂ SO ₄) Laugen (NaOH, Ca(OH) ₂)	Salzlösung
FÄLLUNG	Überführung gelöster Ionen in unlösliche bzw. schwerlösliche Verbindungen	Fällungsmittel wie organ. Sulfide, Natriumsulfid und andere zur Schwermetallfällung, Kalkmilch zur Gips- und Fluoridfällung, Kalziumchlorid zur Fluorid und Sulfatfällung	Schwermetallhydroxide, Gips, Kalziumfluorid etc.
FLOCKUNG	Zusammenführung von suspendierten Teilchen zu größeren Gebilden (Flocken), die in der nachfolgenden Sedimentation und/oder Filtration besser abgetrennt werden können	Flockungsmittel (zB. Eisensalze, Aluminiumsalze) und Flockungshilfsmittel (Polyelektrolyte = organ. Polymere)	Eisen- und/oder Aluminiumhydroxide, zusätzliche Sulfat- bzw. Chlorid Frachten
SEDIMENTATION	Abscheidung der enthaltenen Feststoffe	-	Dünnschlamm
FILTRATION	Zurückhaltung der im Abwasser enthaltenen Feststoffe; beim Einsatz in der Schlammwässerung möglichst hoher Entwässerungsgrad	-	Suspension, Dünnschlamm, Filterkuchen
ADSORPTION	Adsorption von adsorbierbaren Substanzen (zB. halogenierte Kohlenwasserstoffe)	Aktivkohle	beladene Aktivkohle
EXTRAKTION	Entfernung von extrahierbaren Substanzen durch geeignete Extraktionsmittel (z.B. Schwermetalle, organische Substanzen)	in der Regel organische Lösungsmittel, die nicht bzw. nur in sehr geringem Ausmaß in Wasser löslich sind	mit Schad-/ Wertstoffen angereichertes Extraktionsmittel
DESTILLATION	Abtrennung von zB. HCl durch partielle Verdampfung bei erhöhter Temperatur aus Prozeßlösungen	thermische bzw. elektrische Energie	zB. HCl-Lösung
STRIPPUNG	Entfernung gelöster Gase wie Ammoniak, Schwefelwasserstoff durch den Einsatz von Strippgasen	Luft, Dampf, Inertgas; unter Umständen für die Einstellung der optimalen Prozeßparameter ist der Zusatz von Laugen oder Säuren erforderlich	mit Schadstoffen angereicherte Abluft bzw. angereichertes Absorbens

106 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Fortsetzung Tabelle 11.3.

OXIDATION/ REDUKTION	Oxidation/Reduktion von Inhaltstoffen wie Sulfid, Chrom(VI), organische Stoffe, Cyanid	Luft, Oxidations-/Reduktionsmittel wie Wasserstoffperoxid, Eisen(II)-Salze, Ozon, Chlordioxid etc.; unter Umständen ist für die Einstellung optimaler Reaktionsbedingungen der Zusatz von Säure oder Lauge erforderlich	Reaktionsprodukte, abhängig von den Einsatzstoffen
MIKROFILTRATION	Abtrennung von suspendierten Stoffen aus Lösungen durch die Ausnutzung des Siebeffektes von Membranen	erforderlicher Druck zur Überwindung der hydrostatischen Druckdifferenz bis zu 5 bar	Feststoffkonzentrat
UMKEHROSMOSE	Zurückhaltung von gelösten Salzen bzw. Ionen an einer Membrane, die für Wasser durchlässig jedoch für Ionen weitgehend undurchlässig ist	Druck zur Überwindung der hydrostatischen Druckdifferenz (osmotischer Druck) bis zu 100 bar und mehr	Salzkonzentrat
ELEKTRODIALYSE	Entsalzung einer Lösung durch Anlegen einer Spannung zur Überwindung der elektrischen Potentialdifferenz an Ionenaustauscher-Membranen; beim Einsatz von sogen. bipolaren Membranen ist eine Salzpaltung in die entsprechende Säure und Lauge möglich	elektrische Energie zum Anlegen der entsprechenden Spannung an den Elektroden, die die Wanderung der Ionen durch die Membrane ermöglicht	Salzkonzentrat; bei Bipolarmembranen entsprechende Säure- und Laugenlösungen
IONENAUSTAUSCH	Entfernung von zB. Schwermetallionen durch Bindung an entsprechende Ionenaustauscherharze, wobei diese Ionen durch H ⁺ oder Na ⁺ Ionen ersetzt werden	Ionenaustauscherharze, Säuren (HCl oder H ₂ SO ₄) und Lauge (NaOH) zur Regeneration der Ionenaustauscher	Regenerierlösung (Säure, Lauge und angereicherter Schadstoff), Ionenaustauscherharze
KRISTALLISATION/ VERDAMPFUNG	Abtrennung von Salz bzw. Salzgemischen aus wässrigen Lösungen durch Verdampfung von Wasser	thermische Energie	Salzprodukte
TROCKNUNG	Reduzierung des Wassergehaltes in Rückständen aus der Abwasserbehandlung	thermische Energie	getrocknete Einsatzstoffe, Abluft/ Kondensate

In den derzeit in Österreich in Betrieb befindlichen Abwasserreinigungsanlagen hinter Abfallverbrennungsanlagen werden die Abwässer aus der Rauchgasreinigung durch ein- oder mehrstufige Neutralisations-, Fällungs- und Flockungsanlagen mit Sedimentationseinrichtungen zur Feststoffabtrennung behandelt.

Die gesetzlichen Abwasseremissionsvorschriften werden damit ohne Probleme eingehalten.

Tab. 11.4: Übersicht der gesetzlichen Bestimmungen für Behandlungsanlagen für Prozeßlösungen und Abwässer.

BGBI Nr. 215/1959	Wasserrechtsgesetz 1959 in der Fassung der WRG-Novelle 1990 (BGBI 1990/252, BGBI 1992/760, BGBI 1993/185)
BGBI Nr. 423/1973	Verordnung Wassergüte Mur
BGBI Nr. 210/1977	Verordnung Wassergüte Donau
BGBI Nr. 179/1991	Allgemeine Abwasseremissionsverordnung (AAEV - BGBI 1993/537)

12. EMISSIONSMESSUNGEN UND EMISSIONSGRENZWERTE FÜR ABGAS

12.1 ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

12.1.1 Begriffsbestimmungen

Emissionen:

Emissionen sind die von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen. Sie werden folgendermaßen angegeben:

- als Massenkonzentrationen der luftverunreinigenden Stoffe in den Einheiten Milligramm je Kubikmeter (mg/m^3) oder Nanogramm je Kubikmeter (ng/m^3), bezogen auf das Abgasvolumen im Normzustand (273 K, 1013 hPa) nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf sowie auf einen Sauerstoffgehalt von 11 % im Abgas
- als Massenströme der luftverunreinigenden Stoffe in den Einheiten Kilogramm je Stunde (kg/h), Gramm je Stunde (g/h) oder Milligramm je Stunde (mg/h)
- als Massenverhältnis der Massenströme der emittierten Stoffe zu der Masse der behandelten Abfälle (Emissionsfaktoren) in den Einheiten Kilogramm je Tonne (kg/t), Gramm je Tonne (g/t) oder Milligramm je Tonne (mg/t)

Kontinuierliche Emissionsmessungen:

Kontinuierliche Emissionsmessungen geben die aktuelle Konzentration der zu messenden Komponente wieder. Die Auswertung der Einzeldaten erfolgt in Halbstundenmittelwerten (HMW) und Tagesmittelwerten (TMW).

Emissionseinzelmessungen:

Emissionseinzelmessungen stellen einen Mittelwert der Konzentration der zu messenden Komponente über den jeweiligen Meßzeitraum dar.

Einzelmeßwert:

Ein Einzelmeßwert ist das Ergebnis einer Einzelmessung.

Meßwert:

Der Meßwert ist der arithmetische Mittelwert der Einzelmeßwerte.

Meßergebnis:

Das Meßergebnis ist der arithmetische Mittelwert der Meßwerte (falls zwei oder mehrere Meßwerte erfaßt werden müssen).

Beurteilungswert:

Der Beurteilungswert ist der aus dem Meßergebnis einer Messung unter Berücksichtigung der Verfahrenskenngrößen des Meßverfahrens (siehe Anlage 2 LRG-K) berechnete Wert, der mit dem betreffenden Emissionsgrenzwert vergleichbar ist.

12.1.2 Auflistung der bei Emissionsmessungen zu erfassenden Parameter

In der nachstehenden Liste sind jene Parameter angegeben, welche bei Emissionsmessungen zu erfassen sind, wobei die angeführten chemischen und physikalischen Parameter zum Teil kontinuierlich aufgezeichnet werden.

Betriebsgrößen:

- Abgastemperatur
- Abgasvolumen
- Abgasfeuchte
- Abgasgeschwindigkeit
- Druck

Chemische Parameter:

- Sauerstoff
 - Chlorwasserstoff (HCl)
 - Fluorwasserstoff (HF)
 - Schwefeloxide (SO_x)
 - Stickoxide (NO_x)
 - Ammoniak (NH₃)
 - Kohlendioxid (CO₂)
 - Kohlenmonoxid (CO)
 - Organische Stoffe (Corg)
 - Staub
-

110 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

- Schwermetalle: Antimon (Sb), Arsen (As), Blei (Pb), Chrom (Cr), Kadmium (Cd), Kobalt (Co), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Nickel (Ni), Quecksilber (Hg), Thallium (Tl), Vanadium (V), Zinn (Sn)
- Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F)
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (in Einzelfällen)

Bei Abnahmemessungen und in begründeten Einzelfällen bei periodisch wiederkehrenden Messungen (z.B. Entsorgung PCB-hältiger Öle) sollten weitere chemische Parameter in den Untersuchungsrahmen aufgenommen werden:

- Polychlorierte Biphenyle (PCB)
- Polychlorierte Benzole (PCBz)
- Polychlorierte Phenole (PCPh)

12.1.3 Anforderungen und Aufgabenstellung an Emissionsmessungen

Vergleichbarkeit:

Die Vergleichbarkeit von Messungen ist dann gegeben, wenn die aus den Messungen abgeleitete Beurteilung nicht vom angewandten Meßverfahren, sondern nur vom Emissionsverhalten der jeweiligen Anlage abhängt.

Repräsentativität:

Messungen sind so auszuführen, daß sie den jeweils untersuchten Betriebs- und Emissionszustand einer Anlage in eindeutiger Art und Weise wiedergeben.

Einheitliche Auswertung:

Die Auswertung von Emissionsmessungen hat nach einer einheitlichen Vorgangsweise zu erfolgen, um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten.

Überwachung der Einhaltung von Emissionsgrenzwerten:

Emissionsmessungen sind so durchzuführen, daß die Überwachung der Einhaltung von Emissionsgrenzwerten eindeutig und zweifelsfrei vorgenommen werden kann.

Für die kontinuierliche Überwachung relevanter Emissionsgrenzwerte ist die technische Entwicklung und Erprobung verbesserter Meßsysteme zu erwarten. Das betrifft vor allem die kontinuierliche Überwachung von Gesamt-Quecksilber im gereinigten Abgas.

12.2 ÖSTERREICHISCHE REGELWERKE ZUR BEGRENZUNG VON EMISSIONEN

In Österreich sind folgende Regelwerke für die Begrenzung der Emissionen von Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen heranzuziehen:

- Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen (380. Bundesgesetz vom 23. Juni 1988 zur Begrenzung der von Dampfkesselanlagen ausgehenden Luftverunreinigungen [LRG-K])
- Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen 1989 (19. Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten vom 29. Dezember 1988 über die Begrenzung der von Dampfkesselanlagen ausgehenden Luftverunreinigungen [LRV-K])
- Änderung der Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen 1989 (134. Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten vom 25. Jänner 1990, mit der die Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen 1989 geändert wird)

Prinzipiell muß angeführt werden, daß das Österreichische Luftreinhaltegesetz nur für ortsfeste Dampfkesselanlagen Gültigkeit besitzt. Für Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen, in denen kein Dampf erzeugt oder überhitzt wird oder Flüssigkeiten nicht über ihren atmosphärischen Siedepunkt erhitzt werden, existieren streng genommen keine per Gesetze oder Verordnungen festgelegten Emissionsgrenzwerte. Für alle Arten von thermischen Abfallbehandlungsanlagen, deren Emissionen keiner Regelung unterworfen sind, können die Vorschriften der LRV-K nur in Analogie herangezogen werden.

In der Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen sind für abfallspezifische Anlagen neben Grenzwerten für Dampfkesselanlagen der Müllverbrennung auch solche für Dampfkesselanlagen der Krankenhausabfallverbrennung und für Emissionen von mit Altöl befeuerten Dampfkesselanlagen niedergelegt.

112 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Tab. 12.1.: Gesetzliche Emissionsgrenzwerte der Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen (LRV-K) für die thermische Behandlung von Abfällen
Werte in mg/Nm³ (273 K, 1013 hPa) nach Abzug des Feuchtegehaltes

Parameter	Müllverbrennung LRV-K (§ 18)			Kranken- hausabfall LRV-K (§ 18a.)	Altöl LRV-K (§ 20)
	Klein- anlagen < 0,75 t/h	Mittel- anlagen 0,75-15 t/h	Groß- anlagen > 15 t/h		
Anlagengröße				< 0,75 t/h ¹	
Zeitbezug ²	HMW	HMW	HMW	HMW	HMW
Sauerstoffbezug	11 %	11 %	11 %	11 %	3 %
Chlorwasserstoff (HCl)	30	15	10	15	30
Fluorwasserstoff (HF)	0,7	0,7	0,7	0,7	
Schwefeldioxid (SO ₂)		100	50		350 (>50 MW)
Stickoxide (NO ₂)		300	100		
Kohlenmonoxid (CO)	100	50	50	50	65
Organ. Stoffe (Corg)	20	20	20	20	30 (>1 MW)
Zeitbezug ²	min 0,5 St.				HMW
Staub	50	20	15	20	30
Cadmium (Cd)	0,1	0,05	0,05	0,05	0,1
Quecksilber (Hg)	0,1	0,1	0,05	0,1	
weitere Schwermetalle	Pb+Zn+Cr 5	Pb+Zn+Cr 3	Pb+Zn+Cr 2	Pb+Zn+Cr 3	Pb+Zn+Cr 4
	As+Co+Ni 1	As+Co+Ni 0,7	As+Co+Ni 0,5	As+Co+Ni 0,7	
Zeitbezug ²	MW 3-10 St.				
PCDD/F (2,3,7,8-TCDD-Äquivalent)	0,000001			0,000001	0,000001 (>10 MW)

1 die Emissionskonzentrationen im Verbrennungsgas dürfen bei Anlagen mit einem durchschnittlichen Massenstrom an Brennstoff von mehr als 750 kg/h jene Grenzwerte, welche gemäß 18 Abs. 2 für Großanlagen der Müllverbrennung gelten, nicht überschreiten

2 HMW: Halbstundenmittelwert

min 0,5 St.: nach § 3 (3) der LRV-K hat die Meßdauer zur Erlangung eines Meßwertes mindestens eine halbe Stunde zu betragen

MW 3-10 St.: Mittelwert über einen Meßzeitraum von 3 - 10 Stunden

Weitere Regelwerke für die Luftreinhaltung existieren für Anlagen, die nicht primär für die thermische Behandlung von Abfällen konzipiert sind, in denen aber neben konventionellen Brennstoffen auch bestimmte Abfälle eingesetzt werden. In diesen Bereich fallen Zementdrehrohröfen und Brennöfen zur Ziegelerzeugung. Es sind dies nachstehende Verordnungen nach dem Gewerberecht:

- Begrenzung der Emissionen von luftverunreinigenden Stoffen aus Anlagen zur Zementerzeugung (63. Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten vom 29. Jänner 1993)
- Begrenzung der Emissionen von luftverunreinigenden Stoffen aus Brennöfen zur Ziegelerzeugung in gewerblichen Betriebsanlagen und Bergbauanlagen (720. Verordnung des Bundesministers für wirtschaftliche Angelegenheiten vom 20. Oktober 1993)

Die in Österreich vorhandenen Regelwerke für Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen und für Anlagen, in denen als Ersatzbrennstoffe Abfälle eingebracht werden können, ergeben kein kongruentes Bild. So gibt es beispielsweise kein Regelwerk für die Behandlung von Althölzern. Die neben der Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen existierenden übrigen Verordnungen nach dem Gewerberecht enthalten nur eine relativ geringe Anzahl von geregelten Parametern, die zudem nicht gut mit den abfallspezifischen Grenzwerten der LRV - K korrelieren, sodaß die Heranziehung der Emissionsgrenzwerte der gewerberechtlchen Verordnungen bei Mitverbrennung von Abfallstoffen unter dem Aspekt der umweltkonformen Gleichbehandlung nicht geeignet ist. Es ist daher nicht zielführend, für die Berechnung von Emissionsgrenzwerten für Mischfeuerungen die in § 22 Abs. 2 der LRV-K niedergelegte Formel anzuwenden. Zudem ist es mangels von Grenzwerten für einige wesentliche Parameter nicht möglich, Emissionsgrenzwerte zu berechnen.

In Österreich sind keine gesamtumfassenden Regelungen für die thermische Behandlung von Abfällen vorhanden, woraus sich jedenfalls ein legislativer Handlungsbedarf ergibt.

114 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Tab. 12.2.: Gesetzliche Emissionsgrenzwerte für Anlagen gemäß § 82 GewO, in denen bestimmte Abfälle eingebracht werden können ¹
Werte in mg/Nm³ (273 K, 1013 hPa) nach Abzug des Feuchtegehaltes

Parameter	Anlagen zur Zementerzeugung	Brennöfen zur Ziegelerzeugung
Sauerstoffbezug	10 %	18/15 % ²
Chlorwasserstoff (HCl)		30
Fluorwasserstoff (HF)		5
Schwefeldioxid (SO ₂)	200/400 ³	500 ⁴
Schwefelwasserstoff		
Stickoxide (NO ₂)	500/1000 ⁵	200/300 ⁶
Organ. Stoffe (Corg)		100
Staub	50	50
Cadmium (Cd)	0,1 ⁷	
Thallium (Tl)	0,1 ⁷	
Beryllium (Be)	0,1 ⁷	
Arsen (As) + Kobalt (Co) +Nickel (Ni) + Blei (Pb)	1	

- 1 gemäß § 3 der Verordnung für Anlagen zur Zementerzeugung (BGBl Nr. 63/1993): Altreifen und Gummischnitzel
gemäß § 3 der Verordnung über die Begrenzung von Emissionen von luftverunreinigenden Stoffen aus Brennöfen zur Ziegelerzeugung in gewerblichen Betriebsanlagen und Bergbauanlagen (BGBl Nr. 720/1993): Papierfaserschlämme mit Chlorgehalt < 0,1 Masse-% und ohne PVC
- 2 falls der Brennofen zur Ziegelerzeugung mit einer Nachverbrennungsanlage ausgerüstet ist, wird auf einen Sauerstoffgehalt von 15 % bezogen
- 3 eine Überschreitung dieses Grenzwertes, die nachweislich durch sulfidhaltige Einschlüsse (insbesondere Eisensulfid in Form von Pyrit oder Markasit) im Rohmaterial verursacht wird, ist zulässig, wobei jedoch ein Wert von 400 mg/m³ nicht überschritten werden darf
- 4 Schwefeloxide (angegeben als SO₂) bei einem Massenstrom von 5 kg/h und einem Schwefelgehalt im Rohstoff von a) weniger als 0,12 % und b) 0,12 % oder mehr als 0,12 %; die Behörde hat im Einzelfall auf Antrag mit Bescheid eine Überschreitung dieses Grenzwertes zuzulassen, wenn und soweit diese Überschreitung nach dem für die jeweiligen Brennöfen zur Ziegelerzeugung bestehenden Stand der Technik und dem Schwefelgehalt im verwendeten Rohstoff sachlich gerechtfertigt ist
- 5 § 7 (1) Anlagen zur Zementerzeugung, die im Zeitpunkt des Inkrafttretens dieser Verordnung bereits genehmigt sind, müssen, sofern Abs. 2 nicht anderes bestimmt, der Verordnung spätestens fünf Jahre nach dem Inkrafttreten entsprechen.
(2) Für die im Abs. 1 bezeichneten Anlagen gilt § 3 Z 2 lit. b (die in Tab. 12.2. angeführten Emissionsgrenzwerte) nicht; diese Anlagen müssen ab 31. Dezember 1996 so betrieben werden, daß die NO_x-Emissionen 1000 mg/m³ nicht überschreitet.
- 6 ohne Nachverbrennungsanlage: 200 mg/m³
mit Nachverbrennungsanlage: 300 mg/m³
- 7 der Gesamtgehalt an Cadmium, Thallium und Beryllium darf 0,2 mg/m³ nicht überschreiten

12.3 INTERNATIONALER VERGLEICH

Nachstehend ist ein Vergleich der Emissions-Grenz- und Richtwerte von Österreich, von Deutschland, der Schweiz, den Niederlanden und von Schweden angeführt.

Tab. 12.3.: Gesetzliche Emissionsgrenzwerte für neue Abfallverbrennungsanlagen
 Werte in mg/Nm³ (273 K, 1013 hPa) nach Abzug des Feuchtegehaltes bezogen auf 11 % O₂¹

Parameter	Österreich LRV-K (§ 18) 1989/90			BRD 17. BImSchV ² 1990		Schweiz LRV ³ 1992	Niederlande BLA ⁴ 1993	Schweden ... ⁵ 1993	
	Klein- anlagen < 0,75 t/h	Mittel- anlagen 0,75-15 t/h	Groß- anlagen > 15 t/h	HMW	TMW			1-3 t/h	_ 3 t/h
Anlagengröße						> 350 kW			
Zeitbezug ⁶	HMW	HMW	HMW	HMW	TMW	MW ü. m. St.	SMW	k.A.	k.A.
Chlorwasserstoff (HCl)	30	15	10	60	10	20	10	100	50
Fluorwasserstoff (HF)	0,7	0,7	0,7	4	1	2	1	4	2
Schwefeldioxid (SO ₂)		100	50	200	50	50	40		
Stickoxide (NO ₂)		300	100	400	200	80 ⁷	70		
Ammoniak (NH ₃)						5			
Kohlenmonoxid (CO)	100	50	50	100 (SMW)	50	50	50	100	100
Organ. Stoffe (Corg)	20	20	20	20	10	20	10		
Zeitbezug ⁶		min 0,5 St.		HMW	TMW	MW ü. m. St.	MW 1-8 St.	k.A.	k.A.
Staub	50	20	15	30	10	10	5	100	30
Zeitbezug ⁶		min 0,5 St.		MW 0,5-2 St.		MW ü. m. St.	MW 1-8 St.		k.A.
Cadmium (Cd)	0,1	0,05	0,05	0,05 (inkl. TI)		0,1	0,05		Cd+Hg
Quecksilber (Hg)	0,1	0,1	0,05	0,05		0,1	0,05		0,2
weitere Schwermetalle	Pb+Zn+Cr ⁵	Pb+Zn+Cr ³	Pb+Zn+Cr ²	Sb+As+Pb+Cr+Co+ Cu+Mn+Ni+V+Sn		Pb+Zn ¹	Sb+As+Pb+Cr+ Co+Cu+Mn+Ni+		Pb+Cr+Cu+Mn ⁵
	As+Co+Ni ¹	As+Co+Ni ^{0,7}	As+Co+Ni ^{0,5}	0,5		Se+Te+V+Sn ¹			Ni+As ¹
Zeitbezug ⁶		MW 3-10 St.		MW 6-16 St.			k.A.		
PCDD/F (2,3,7,8-TCDD-Äquivalent)		0,0000001		0,0000001			0,0000001		

116 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

1 Ausnahmen von 11 % als Bezugsgröße für Sauerstoff:

BRD:	Altöl	3 % O ₂
Schweiz:	flüssige Abfälle	3 % O ₂
	Abfallgase allein oder mit flüssigen Abfällen	3 % O ₂

2 Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe - 17. BImSchV) vom 23. November 1990

3 Luftreinhalte-Verordnung (LRV) vom 16. Dezember 1985 (Stand vom 1. Januar 1992), verordnet vom Schweizerischen Bundesrat - Anhang 2, Ziffer 71: Emissionsgrenzwerte für Anlagen zum Verbrennen von Siedlungs- und Sonderabfällen

4 36 Besluit van 7 januari 1993, houdende voorschriften ter voorkoming en vermindering van luchtverontreiniging veroorzaakt door inrichtingen voor de verbranding van afvalstoffen (Besluit luchtemissies afvalverbranding)

5 Föreskrifter om utsläpp till luft från anläggningar för förbranning av kommunalt avfall (1993)

6 HMW: Halbstundenmittelwert

TMW: Tagesmittelwert

MW ü. m. St.: Mittelwert über mehrere Stunden (in der Schweizer LRV sind für die Beurteilung der Emissionen die ermittelten Werte über eine Betriebsperiode von mehreren Stunden zu mitteln)

SMW: Stundenmittelwert

min 0,5 St.: nach § 3 (3) der LRV-K hat die Meßdauer zur Erlangung eines Meßwertes mindestens eine halbe Stunde zu betragen

MW 0,5-2 St.: Mittelwert über einen Meßzeitraum von 0,5 - 2 Stunden

MW 1-8 St.: Mittelwert über einen Meßzeitraum von 1 - 8 Stunden (die jeweilige Meßzeit soll so kurz als möglich gehalten werden)

MW 3-10 St.: Mittelwert über einen Meßzeitraum von 3 - 10 Stunden

MW 6-16 St.: Mittelwert über einen Meßzeitraum von 6 - 16 Stunden

k.A.: keine Angaben

7 Emissionsgrenzwert für Stickoxide bei einem Massenstrom von > 2,5 kg/h

Die einzelnen Regelwerke unterscheiden sich sehr weitgehend in ihrem Geltungsbereich. Nicht alle Regelwerke gelten für alle Abfallqualitäten, sodaß die diesbezüglichen Einschränkungen nachstehend angeführt sind.

- In Österreich sind nach § 18 (1) der LRV-K Emissionsgrenzwerte für Dampfkesselanlagen der Müllverbrennung erlassen, in denen Müll gemäß ÖNORM S 2000, Ausgabe Jänner 1986, hausmüllähnliche Abfälle sowie aufbereiteter Müll (BRAM) als Brennstoff verwendet werden. Weiters sind nach LRV-K § 18a (1) Abfälle aus dem medizinischen Bereich gemäß ÖNORM S 2104, nach § 19 (1) Holz, Torf, Hackgut, Rinde oder Holzreste (keine Abfälle), nach § 20 (1) Altöle und nach § 21 Ablaugen aus der Zellstofferzeugung geregelt.
-

- Die 17. BImSchV - Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Verbrennungsanlagen für Abfälle und ähnliche brennbare Stoffe) vom 23. November 1990 - gilt für Anlagen, in denen feste oder flüssige Abfälle verbrannt werden, mit Ausnahme von Verbrennungseinheiten, die ausschließlich für den Einsatz folgender Materialien bestimmt sind:
 - Holz und Holzreste einschließlich Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten oder sonst verleimtes Holz mit Beschichtungen aus halogenorganischen Verbindungen
 - Stroh, Nußschalen oder ähnliche pflanzliche Stoffe-Ablaugen aus der Zellstoffgewinnung-Flüssige brennbare Stoffe, wenn der Massengehalt an polychlorierten aromatischen Kohlenwasserstoffen, wie polychlorierte Biphenyle (PCB) oder Pentachlorphenol (PCP), bis 10 mg je Kilogramm und der untere Heizwert des brennbaren Stoffes mindestens 30 Megajoule je Kilogramm beträgt
 - sonstige flüssige brennbare Stoffe, soweit aufgrund ihrer Zusammensetzung keine anderen oder höheren Emissionen als bei der Verbrennung von Heizöl EL auftreten können
 - Destillations- oder Konversionsrückstände der Erdölverarbeitung oder Rückstände der Spaltung von Naphta im Eigenverbrauch
- Die Schweizer LRV - Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (Stand vom 1. Januar 1992), - Anhang 2 Ziffer 71, gilt für Anlagen zum Verbrennen oder thermischen Zersetzen von Siedlungs- und Sonderabfällen. Ausgenommen sind Anlagen zum Verbrennen von Altholz, Papier- und ähnlichen Abfällen und von Sulfit-Ablauge aus der Zellstoffherstellung, für welche es eigene Emissionsvorschriften in der LRV gibt.
- Das niederländische Regelwerk - 36 Besluit van 7 januari 1993 - gilt für Hausmüllverbrennungsanlagen
- Das schwedische Regelwerk - Föreskrifter om utsläpp till luft från anläggningar för förbränning av kommunalt avfall (1993) - gilt für die Verbrennung von kommunalen Abfällen

In der Schweiz besteht ein Verbot der Abfallverbrennung in Kleinanlagen, wobei Siedlungs- und Sonderabfälle nicht in Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von weniger als 350 kW verbrannt werden dürfen. Das Verbot gilt nicht für Sonderabfälle aus Krankenhäusern, die aufgrund ihrer Zusammensetzung nicht als Siedlungsabfälle entsorgt werden können.

118 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Durch die unterschiedlichen Zeitbezüge für die Emissionsgrenzwerte in den einzelnen Regelwerken ist eine direkte Vergleichbarkeit der Werte nicht sofort gegeben. Die jeweils niedrigsten Grenzwerte liegen für HCl, HF und CO als Halbstundenmittelwerte in Österreich, für SO₂, NO₂ und Corg als Stundenmittelwerte und für Staub als Mittelwert über 1 bis 8 Stunden (kürzestmögliche Probenahmezeit vorgeschrieben) in den Niederlanden und für Schwermetalle einschließlich Cadmium und Quecksilber als Mittelwert über 0,5 bis 2 Stunden in der BRD vor. Die Grenzwerte für PCDD/F sind in Österreich, der BRD und in den Niederlanden trotz etwas abweichender Zeitbezüge gleichrangig einzustufen.

Eine gewisse Abweichung in der Berechnung der Emissionsparameter HCl und HF gegenüber den anderen Vorschriften ergibt sich in Österreich durch die Angabe als Ionen Cl⁻ und F⁻.

Nachstehend sind Richtlinien des Rates über die Verbrennung von Siedlungsmüll und gefährlicher Abfälle angeführt.

Tab. 12.4.: Emissionsgrenzwerte für neue Abfallverbrennungsanlagen in EU-Richtlinien
 Werte in mg/Nm³ (273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas) bezogen auf 11 % O₂

Parameter	EG-Richtlinie Verbrennungsanlagen für Siedlungsmüll ¹ 1989				EU-Richtlinie (Vorschlag) Draft Directive Incineration of Waste ² 1994		EU-Richtlinie (Vorschlag) Verbrennung gefährlicher Abfälle ³ 1994	
	< 1 t/h	1-3 t/h	> 3 t/h		HMW	TMW	HMW	TMW
Anlagengröße								
Zeitbezug ⁴	TMW ⁵	7TD	TMW ⁵	7TD	TMW ⁵	7TD		
Chlorwasserstoff (HCl)	325 ⁵	250	130 ⁵	100	65 ⁵	50	10	60/10
Staub	260 ⁵	200	130 ⁵	100	39 ⁵	30	10	30/10
Zeitbezug ⁴	SMW							
Kohlenmonoxid (CO)	100 ⁶							
Zeitbezug ⁴	kein Zeitbezug festgelegt							
Fluorwasserstoff (HF)			4		2		4/2	1
Schwefeloxide (SO ₂)			300		300		50	200/50
Stickoxide (NO ₂)							160	80
Ammoniak (NH ₃)							20	10
Organische Stoffe (Corg)		20		20		20	10	20/10
Zeitbezug ⁴	MW 0,5-8 St.							
Cadmium (Cd), Thallium (Tl)				Cd+Hg 0,2			Cd+Tl 0,05 (0,1 ⁸)	Cd+Tl 0,05 (0,1 ⁸)
Quecksilber (Hg)							0,05	0,05 (0,1 ⁸)
weitere Schwermetalle				As+Ni 1			Sb+As+Pb+Cr+ Co+Cu+Mn+Ni+	Sb+As+Pb+Cr+ Co+Cu+Mn+Ni+
Zeitbezug ⁴				Pb+Cr+Cu+Mn 5			V+Sn 0,5	V+Sn 0,5 (1 ⁸)
Zeitbezug ⁴	MW 6-16 St.							
PCDD/F 2,3,7,8-TCDD-Äquivalent (I-TEF)	0,0000001							
	MW 6-8 St.							
	0,0000001							

120 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

- 1 Richtlinie des Rates vom 8. Juni 1989 über die Verhütung der Luftverunreinigung durch neue Verbrennungsanlagen für Siedlungsmüll (89/369/EWG)
- 2 Draft Directive Incineration of Waste vom 22. 08. 1994
- 3 Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über die Verbrennung gefährlicher Abfälle - Gemeinsamer Standpunkt vom 19.05.1994 (aufbauend auf "Draft Council Directive on the Incineration of Hazardous Waste" vom 03. August 1993 respektive auf dem Vorschlag für eine "Richtlinie des Rates über die Verbrennung gefährlicher Abfälle" (92/C 130/01) vom 23. März 1992, dem geänderten Vorschlag (93/C 190/05) vom 22. Juni 1993 und den Änderungen des Parlaments vom 09.03.1994)
- 4 HMW: Halbstundenmittelwert
TMW: Tagesmittelwert
7TD: 7-Tage-Durchschnitt
SMW: Stundendurchschnitt
MW 0,5-4 St.: Mittelwert über einen Meßzeitraum von 0,5 - 4 Stunden
MW 0,5-8 St.: Mittelwert über einen Meßzeitraum von 0,5 - 8 Stunden
MW 6-8 St.: Mittelwert über einen Meßzeitraum von 6 - 8 Stunden
MW 6-16 St.: Mittelwert über einen Meßzeitraum von 6 - 16 Stunden
- 5 berechnet gemäß Artikel 5 Abs 3b der Richtlinie: "Keine der im Tagesmittel ermittelten Konzentrationen darf den jeweiligen Grenzwert um mehr als 30 % überschreiten." (in der Tabelle sind die danach berechneten Werte angeführt).
- 6 Zusätzlich zu dem angeführten Grenzwert muß bei Anlagen mit einer Nennkapazität ab 1 t/h bei mindestens 90 % aller innerhalb von 24 Stunden vorgenommenen Messungen der Wert unter 150 mg/m^3 liegen. Bei der Berechnung dieser Durchschnittswerte sind nur die tatsächlichen Betriebsstunden der Anlage heranzuziehen, einschließlich der Anlauf- und Abschaltphasen der Öfen.
- 7 95 % aller in einem beliebigen Zeitraum von 24 Stunden gemessenen Kohlenmonoxid-Zehnminuten-Durchschnittswerte dürfen 150 mg/m^3 Verbrennungsgas nicht überschreiten oder sämtliche im gleichen Zeitraum gemessenen Halbstunden-Durchschnittswerte dürfen 100 mg/m^3 Verbrennungsgas nicht überschreiten
- 8 Grenzwerte für bestehende Anlagen in Klammern

Die gegenwärtigen Vorschläge der EU repräsentieren den gegenständlichen Diskussionsstandpunkt zu den einzelnen Grenzwerten und sind bis zur definitiven Festlegung in Richtlinien voraussichtlich noch weiteren Veränderungen unterworfen.

12.4 VORSCHLAG VON EMISSIONSGRENZWERTEN

12.4.1 Emissionsgrenzwerte für Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen

Der Vorschlag von Emissionsgrenzwerten für thermische Behandlungsanlagen ist auf der Basis der nationalen und internationalen Regelwerke erstellt worden und orientiert sich am Stand der Technik.

Generell wird bei der Festsetzung von Grenzwerten keine Unterscheidung zwischen Klein-, Mittel- und Großanlagen getroffen. Für gewisse Bereiche, wie z.B. der Verbrennung von nachweislich chemisch nicht behandelten Abfallhölzern sollen Ausnahmeregelungen geschaffen werden. Bei einzelnen Parametern wird zusätzlich eine Erniedrigung der Grenzwerte bei größeren Emissionsfrachten vorgeschlagen.

122 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Tab. 12.5.: Technischer Vorschlag von Emissionsgrenzwerten im gereinigten Abgas für Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen
 Werte in mg/Nm³ (273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas) bezogen auf 11 % O₂

Parameter	angegeben als	generelle Emissionsgrenzwerte		Emissionsgrenzwerte bei höheren Emissionsmassenströmen ¹		
		HMW	TMW	Fracht kg/h	HMW	TMW
Zeitbezug ²						
Chlorwasserstoff (HCl)	HCl	15	10	> 2	10	5
Fluorwasserstoff (HF)	HF	0,7	0,5			
Schwefeloxide (SO ₂ + SO ₃)	SO ₂	100	50	> 10	50	25
Stickoxide (NO + NO ₂)	NO ₂	400	200	> 1,5 > 10	300 100	200 70
Ammoniak (NH ₃)	NH ₃	10	5			
Organische Stoffe (Corg)	C	10	5			
Kohlenmonoxid (CO) ⁴	CO	50	25 ⁵			
Staub		10	5			
Zeitbezug ²		MW 0,5-8 St.				
Cadmium (Cd), Thallium (Tl)	Cd+Tl	0,05				
Quecksilber (Hg)	Hg	0,05				
Antimon (Sb), Arsen (As), Blei (Pb), Chrom (Cr), Kobalt (Co), Kupfer (Cu), Mangan (Mn), Nickel (Ni), Vanadium (V), Zinn (Sn)	Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn	0,5				
Zeitbezug ²		MW 6-16 St.				
Polychlorierte Dibenz-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F)	2,3,7,8-TCDD-Äquivalent (I-TEF)	0,0000001				
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	PAK ³	0,01				

- 1 Der Emissionsmassenstrom ist definiert als Produkt aus individuell vorgeschriebenem Grenzwert (TMW) und dem gereinigten Abgasvolumenstrom in Nm³_{tr} bezogen auf 11 % O₂.
- 2 HMW: Halbstundenmittelwert
 TMW: Tagesmittelwert
 MW 0,5 - 8 St.: Mittelwert über einen Meßzeitraum von 0,5 - 8 Stunden
 MW 6 - 16 St.: Mittelwert über einen Meßzeitraum von 6 - 16 Stunden
- 3 Summe der Substanzen: Acenaphthen, Acenaphthylen, Anthracen, Benz(a)anthracen, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(ghi)perylen, Benzo(a)pyren, Chrysen, Dibenz(a,h)anthracen, Fluoranthren, Fluoren, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Phenanthren, Pyren
- 4 CO dient als Leitparameter für die Ausbrandqualität des Rauchgases. Die angegebenen generellen Werte sind bei neuen Abfallverbrennungsanlagen jedenfalls einhaltbar.
- 5 für bereits bestehende Anlagen wird ein Grenzwert von 50 mg/Nm³ vorgeschlagen

Eine Abstufung nach Emissionsmassenströmen wurde eingeführt, da diese Regelung die umweltrelevanten Auswirkungen einer Anlage besser wiedergibt, als eine Klassifizierung nach den durchgesetzten Abfallmengen.

Die vorgeschlagenen Grenzwerte sollen sowohl für Neuanlagen als auch für Altanlagen gelten, wobei für Altanlagen eine Übergangsfrist von etwa 5 Jahren zur Nachrüstung vorgeschlagen wird.

In Abhängigkeit vom Inkrafttreten der geplanten Verordnung sollten jedoch auch für einzelne Parameter kürzere Übergangsfristen möglich sein.

Zu den vorgeschlagenen Emissionsgrenzwerten für anorganische Stoffe im Abgas aus Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen ist festzustellen, daß diese derzeit von den bestehenden Kesselanlagen in der Regel nicht eingehalten werden können, da derartige Anlagen lediglich über eine trockene Rauchgasreinigung mit Einsatz von Additiven zur Bindung von Chlorwasserstoff und Schwefeloxiden betrieben werden. Diese Anlagen sind zumeist für den Einsatz von Kohle (mit wesentlich höheren Emissionsgrenzwerten) bewilligt. In derartigen Anlagen werden in Österreich gegenwärtig etwa eine Million Tonnen Abfälle (z.B. Klärschlamm, Rinde, Papierabfälle, Altholz) einer thermischen Behandlung zugeführt. Auf diese Anlagen kann in der Abfallwirtschaft mittelfristig nicht verzichtet werden. Ausnahmeregelungen werden daher fachlich zu prüfen sein.

In Erweiterung zur LRV-K wurden in den obenstehenden Vorschlag neben den Halbstundenmittelwerten auch Tagesmittelwerte aufgenommen, um eine Akkordierung mit anderen europäischen Regelwerken zu erreichen.

Die frachtabhängige Herabsetzung der Grenzwerte für HCl und SO_x wurde erst für höhere Frachten eingeführt, da für die Einhaltung der niedrigeren Emissionsgrenzwerte nach dem Stand der Technik nasse Rauchgasreinigungsanlagen eingesetzt werden müssen, was bei kleineren Anlagen im Hinblick auf die Minimierung der Gesamtemissionen im Einzelfall ökologisch nicht zielführend ist. Der zusätzliche technische Aufwand kann höhere Emissionen (Energieverbrauch, Chemikalieneinsatz, etc.) verursachen, als das Ausmaß der Verringerung des Emissionsmassenstromes.

Zudem liegen SO_x-Emissionen bei der Verfeuerung von Heizöl extraleicht und Diesel schon im Bereich von 100 mg/Nm³ (bez. auf 11 % O₂), wodurch eine Herabsetzung des Grenzwertes bei Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen mit kleineren Frachten nicht gerechtfertigt erscheint. Ähnliches ist auch für Stickoxide anzuführen.

124 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Die Einführung eines Emissionsgrenzwertes für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) erscheint aus umwelthygienischer Sicht sinnvoll, da es in dieser Substanzklasse einige krebserzeugende Verbindungen gibt. Durch die Überwachung der bisher geregelten verbrennungsspezifischen Parameter CO, Corg und PCDD/F kann nicht mit Sicherheit das Auftreten von nennenswerten Mengen an PAK ausgeschlossen werden. Dies gilt für instabile Betriebszustände von Feuerungsanlagen, welche durch verschiedene Ursachen hervorgerufen werden und zu einer verstärkten Bildung von PAK führen können. Es sei erwähnt, daß diese verbrennungsspezifischen Probleme bei allen Feuerungsanlagen auftreten können und nicht auf die thermische Behandlung von Abfällen beschränkt sind.

Anlagen, welche mit Rauchgasreinigungssystemen auf Aktivkohlebasis ausgerüstet sind, emittieren keine nennenswerten Mengen an PAK, da mittels dieser Technologie diese Substanzgruppe weitgehend abgeschieden werden kann.

Bei der Auswahl der zu untersuchenden Einzelkomponenten wurde aus der "EPA-Liste" der 16 Einzelkomponenten das Naphthalin herausgenommen, da es strenggenommen noch nicht als polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoff angesprochen werden kann und aus toxikologischen Gründen keine herausragende Priorität besitzt. Zudem kann Naphthalin bei einzelnen Verbrennungsprozessen im Vergleich zu den übrigen PAK in überdurchschnittlich hohen Konzentrationen auftreten, was zu einer Verzerrung der Bewertung der Gesamtemissionen der PAK führen kann.

Die Ableitung des Grenzwertes für PAK erfolgte einerseits unter Zugrundelegung von Meßwerten an Anlagen nach dem Stand der Technik, bei welchen der Grenzwert von $0,01 \text{ mg/m}^3$ bei guten Ausbrandverhältnissen auch ohne Ausrüstung mit Aktivkohlefiltern eingehalten wird und andererseits nach Emissions-Immissionsbetrachtungen für PAK unter Zugrundelegung der Immissionsgrenzwerte des LAI (Länderausschuß für Immissionsschutz), welche die toxikologische Relevanz dieser Stoffgruppe unter Heranziehung der üblicherweise auftretenden PAK-Verteilungen einbeziehen. In Analogie zu dem Emissions-/ Immissionsverhalten der PCDD/PCDF, welches für die Substanzgruppe der PAK als gleichartig einzustufen ist, wird ein größenordnungsmäßig gleicher Abstand zwischen Immissions- und Emissionswert wie bei den PCDD/PCDF für die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe postuliert, um einen Emissionsgrenzwert für PAK zu erhalten. Für eine Absicherung dieses Richtwertes sollte eine weitergehende toxikologische Betrachtung angestellt werden.

Der Emissionsgrenzwert für Kohlenmonoxid wurde als Leitparameter in Hinblick auf die Erfordernis eines weitgehend vollständigen Ausbrandes der Rauchgase zur Minimierung von organischen Verbindungen festgelegt. Der Grenzwert für PCDD/F ist ident mit demjenigen in den internationalen Regelwerken.

Die Äquivalenzfaktoren nach dem I-TEF-Modell, welche zur Berechnung der 2,3,7,8-TCDD-Äquivalente (TE-Werte) der PCDD/PCDF heangezogen werden, sind nachstehend angeführt.

Tab. 12.6.: Toxikologische Äquivalenzfaktoren für PCDD/F

Toxikologische Äquivalenzfaktoren für PCDD/F des I-TEF-Modells			
2,3,7,8-TetraCDD	1,0	2,3,7,8-TetraCDF	0,1
1,2,3,7,8-PentaCDD	0,5	1,2,3,7,8-PentaCDF	0,05
		2,3,4,7,8-PentaCDF	0,5
1,2,3,4,7,8-HexaCDD	0,1	1,2,3,4,7,8-HexaCDF	0,1
1,2,3,6,7,8-HexaCDD	0,1	1,2,3,6,7,8-HexaCDF	0,1
1,2,3,7,8,9-HexaCDD	0,1	1,2,3,7,8,9-HexaCDF	0,1
		2,3,4,6,7,8-HexaCDF	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	0,01	1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	0,01
		1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	0,01
1,2,3,4,6,7,8,9-OctaCDD	0,001	1,2,3,4,6,7,8,9-OctaCDF	0,001

12.4.2 Thermische Behandlung von Abfällen in industriellen Produktionsprozessen

Industrielle Anlagen, in denen Abfälle thermisch behandelt werden, sollen dem heutigen Stand der Technik entsprechen. Weiters sind die oben vorgeschlagenen Emissionsgrenzwerte in gleicher Weise heranzuziehen, wobei für einzelne industrielle Anlagen, bei welchen nach dem Stand der Technik nicht vermeidbare prozeßbedingte Emissionen auftreten können, Ausnahmeregelungen für spezielle Parameter vorgeschlagen werden. Nachstehend sind verschiedenen Anlagentypen angeführt:

- Anlagen zur Verbrennung von Alt- oder Abfallholz:

Für die Begrenzung von Emissionen aus der Verbrennung von unbehandeltem Abfallholz, d.h. nachweislich chemisch nicht behandeltem Holz, Alt- oder Abfallholz und Rinde gelten im Hinblick auf Kleinanlagen und den Bereich privater Haushalte die Grenzwerte für die Emissionen aus mit Holzbrennstoffen befeuerten Kesselanlagen aus der Änderung der Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen 1989, BGBl. 785 (1994).

- Anlagen zur Zementerzeugung:

Es sollen die Grenzwerte des Vorschlags von Emissionsgrenzwerten für Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen gelten, wobei folgende Ausnahmeregelungen vorgeschlagen werden:

126 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

- Staub: HMW 20 mg/Nm³
 TMW 10 mg/Nm³
Die bei Anlagen zur Zementerzeugung auftretenden Staubemissionen sind im Einzelfall aufgrund ihrer Zusammensetzung toxikologisch vergleichsweise wenig relevant.

- CO: keine Festlegung
Die Kohlenmonoxidemissionen sind prozeßbedingt und werden nicht durch die primärseitige Einbringung von Abfällen verursacht.

- Corg: Die Messung der organischen Stoffe (Corg) soll nach der Sekundärfeuerung vorgenommen werden, da es prozeßbedingt durch die Trocknung des Rohmaterials zum Auftreten von Emissionen an Kohlenwasserstoffen kommen kann, die nicht durch die Feuerung verursacht werden.

Bei der Bestimmung des Standes der Technik sind insbesondere vergleichbare Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen heranzuziehen (Definition des Standes der Technik laut LRG-K). Die Ausrüstung von Anlagen zur Zementherstellung mit katalytischen Entstickungseinrichtungen ist in Entwicklung. Vergleichbare Referenzanlagen sind beispielsweise im Bereich von kalorischen Kraftwerken und bei verschiedenen Abfallverbrennungsanlagen seit Jahren erfolgreich im Einsatz. Auch in der Glasindustrie sind katalytischen Entstickungsanlagen in Betrieb.

12.5 GELTUNGSBEREICH DER EMISSIONSGRENZWERTE

Die vorgeschlagenen Emissionsgrenzwerte sollen sowohl für Anlagen, in denen ausschließlich Abfälle thermisch behandelt werden, als auch für Anlagen, in denen als Ersatzbrennstoffe Abfälle eingebracht werden, gelten, wobei für industrielle Anlagen einzelne Ausnahmeregelungen infolge prozeßbedingter Emissionen existieren.

Die angeführten Emissionsgrenzwerte sollen sowohl für ortsfeste als auch im Hinblick auf die geplante Schaffung eines eigenen Genehmigungstatbestandes für mobile Anlagen im AWG gelten, wobei die Überwachung der Einhaltung der Grenzwerte ebenfalls gleichwertig erfolgen soll.

Prinzipiell gelten Emissionsgrenzwerte für den stationären Betrieb einer Anlage, wobei Ihre Einhaltung jedoch auch bei instationären Zuständen (z.B. Anfahren, Laständerungen etc.) und während der Dauer von Wartungs- und Reparaturarbeiten durch geeignete Maßnahmen sichergestellt werden soll.

Im Zeitraum der Inbetriebsetzung einer Neuanlage sollen im Monatsmittel die vorgeschlagenen generellen Emissionsgrenzwerte eingehalten werden, die im Normalbetrieb der Anlage als Halbstundenmittelwerte gelten. Es ist zu beachten, daß während der schrittweisen Inbetriebsetzung und der technischen Einstellarbeiten einer Neuanlage die Emissionsgrenzwerte, die für den Normalbetrieb gelten, technisch nicht immer eingehalten werden können.

12.6 FESTLEGUNG VON BEZUGSGRÖßEN FÜR EMISSIONSMESSUNGEN

Zur Normierung der gemessenen Emissionskonzentrationen sollen die unten angeführten Bezugsgrößen angewandt werden. Dabei beziehen sich die Daten auf das Volumen des Abgases im Normzustand nach Abzug des Feuchtegehaltes und auf einen bestimmten Volumengehalt an Sauerstoff.

- Temperatur: 273 K
- Luftdruck: 1013 hPa
- Zustand: trocken
- Sauerstoffgehalt: 11 %

Für die Berechnung der auf den Bezugssauerstoffgehalt bezogenen Emissionswerte soll nachstehende Formel herangezogen werden:

$$\text{Konz}_B = \text{Konz}_M \frac{21 - \text{O}_2_B}{21 - \text{O}_2_M}$$

Konz_B Emissionskonzentration bezogen auf den Bezugssauerstoffgehalt

Konz_M gemessene Emissionskonzentration

O_2_B Bezugssauerstoffgehalt

O_2_M Sauerstoffgehalt bei der Messung

12.7 PRÜFUNGEN BEI INBETRIEBNAHME EINER ANLAGE ZUR THERMISCHEN BEHANDLUNG VON ABFÄLLEN UND SONDERPRÜFUNGEN

Bei der erstmaligen Inbetriebnahme einer Anlage zur thermischen Behandlung von Abfällen sollen die Betriebsparameter in einem Untersuchungsprogramm variiert werden, wobei Verweilzeiten, Temperaturen, Sauerstoff und Kohlenmonoxid in der Nachbrennzone bestimmt werden sollen. Die aussagekräftigsten Ergebnisse liefern Netzmessungen, die nach Möglichkeit zum Einsatz kommen sollen.

Die Versuche sollen mit einer Abfallmischung ausgeführt werden, die schlechte Verbrennungseigenschaften aufweist (z.B. niederer Heizwert, hoher Wassergehalt).

Bei Abfällen, welche erfahrungsgemäß chlororganische Stoffe enthalten können (z.B. PCB-haltige Trafoöle, Hausmüll, Klärschlamm aus der kommunalen Abwasserreinigung, Shredderabfall), soll das Einsatzmaterial mit polychlorierten Biphenylen (Chlorgehalt ca. 60 %) dotiert werden, sodaß der Abfall einen Gesamtgehalt von 100 ppm an PCB aufweist.

Die Dotierung dient der Feststellung des Zerstörungs- und Abscheidegrades (DRE Destruction and Removal Efficiency) einer Anlage zur thermischen Behandlung von Abfällen und gibt Aufschlüsse über die Qualität der Gesamtanlage.

Unter den für den Betrieb der Anlage ungünstigsten Bedingungen soll sodann eine umfangreiche, alle Parameter beinhaltende Emissionsmessung vorgenommen werden, wobei die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte und der vorgeschriebenen Betriebsparameter geprüft werden soll. Darüber hinaus sollen auch weitere relevante Parameter, wie

- Polychlorierte Biphenyle (PCB),
- Polychlorierte Benzole (PCBz),
- Polychlorierte Phenole (PCPh)

in das Meßprogramm aufgenommen werden, da diese Substanzgruppen Aufschlüsse über die Qualität der Verbrennung liefern.

Für polychlorierte Biphenyle wird das nachstehende Bewertungsschema vorgeschlagen, welches die hohe toxische Potenz der coplanaren PCB berücksichtigt. Analog zu den PCDD/F ist ein TE-Wert der PCB zu ermitteln, wobei ein Emissionsgrenzwert von 0,1 ng/Nm³ an PCB-Äquivalenten nicht überschritten werden soll.

Tab. 12.7.: Vorschlag ¹ für toxikologische Äquivalenzfaktoren für PCB

Toxikologische Äquivalenzfaktoren für coplanare und monoortho-coplanare PCB		
3,3',4,4'-Tetrachlorbiphenyl	PCB 77	0,01
3,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl	PCB 126	0,1
3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl	PCB 169	0,05
Monoortho-coplanare PCB ²		0,001

¹ Safe, S. et al.: Development of Toxic Equivalency Factors for Polychlorinated Biphenyls (PCBs). in: Hutzinger, O. and Fiedler, H.: Organohalogen Compounds Vol. 2, Ecoinform Press, 1990

² Monoortho-coplanare PCB: 2,3,3',4,4'-Pentachlorbiphenyl, 2,3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl, 2,3',4,4',5-Pentachlorbiphenyl, 2',3,4,4',5-Pentachlorbiphenyl, 2,3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl, 2',3,3',4,4',5-Hexachlorbiphenyl, 2,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl, 2,3,3',4,4',5,5'-Hexachlorbiphenyl

Bei Nichteinhaltung einzelner Emissionsgrenzwerte (einschließlich des Grenzwertes für PCB) soll die Anlage optimiert bzw. nachgerüstet und danach der Nachweis über die Einhaltung der emissionsrelevanten Vorschriften erbracht werden.

Die oben beschriebene Vorgangsweise soll auch in Sonderprüfungen bei bestehenden Anlagen ausgeführt werden, wobei bei Überschreitung einzelner Emissionsgrenzwerte unter Einhaltung von festzulegenden Fristen Betriebsmaßnahmen und Nachrüstungen zur Anlagenoptimierung vorzunehmen sind.

12.8 PROBENAHMEN UND MEßVERFAHREN

12.8.1 Meßplanung

Für jede Emissionsmessung soll die Aufgabenstellung definiert werden, nach welchem sich der Meßumfang, die Meßverfahren und die Meßbedingungen richten. Meßzeit und Probenahmedauer sollen so eingerichtet werden, daß alle für die Beurteilung einer Anlage erforderlichen Betriebszustände sicher erfaßt werden können.

12.8.2 Festlegung des Meßumfangs

kontinuierliche Messungen:

- ständige Erfassung folgender Betriebskenngrößen:
 - Temperatur des Ofens, der Nachbrennzone und des Abgases
 - Abgasmenge
 - Gasströmungsgeschwindigkeit
 - Wasserkonzentration im Abgas

130 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

- Gasdruck
- Sauerstoff im Rohgas (Anlagenregelung)
- Kohlenmonoxid im Rohgas (Anlagenregelung)

- ständige Messung folgender chemischer Parameter im Abgas
 - Sauerstoff
 - Kohlenmonoxid
 - Kohlenwasserstoffe

 - Schwefeldioxid (unter einem Emissionsmassenstrom von 0,5 kg/h kann die Vornahme einer kontinuierlichen Emissionsmessung entfallen, wenn durch andere Prüfungen, z.B. durch kontinuierliche Funktionsprüfung von Rauchgasreinigungsanlagen, mit hinreichender Sicherheit die Einhaltung des Emissionsgrenzwertes festgestellt werden kann)

 - Chlorwasserstoff (ab einem Emissionsmassenstrom von 1 kg/h)

 - Fluorwasserstoff (ab einem Emissionsmassenstrom von 0,1 kg/h. Die ständige Messung von HF kann entfallen, wenn Behandlungsstufen für HCl angewandt werden, die gewährleisten, daß der Emissionsgrenzwert nicht überschritten wird)

 - Stickoxide (ab einem Emissionsmassenstrom von 1,5 kg/h)

 - Staub (ab einem Emissionsmassenstrom von 0,025 kg/h)

Für die Messung von Gesamt-Quecksilber bzw. dampfförmigen Quecksilber im gereinigten Abgas wurden kontinuierliche Meßverfahren entwickelt, die derzeit in der BRD vom TÜV geprüft werden. Der Einsatz eines geeigneten Meßsystems ist für die Überwachung bestimmter Anlagen, bei denen fallweise relevante Hg-Gehalte im eingesetzten Abfall zu erwarten sind und die nicht über eine Anlagentechnik zur sicheren Abscheidung von Quecksilber verfügen (z.B. A-Koks-Filter), zu empfehlen.

Einzelmessungen:

Bei Einzelmessungen sollen mindestens drei voneinander unabhängige Messungen ausgeführt werden. Dies betrifft alle nicht kontinuierlich erfaßten Parameter.

Die periodische Wiederkehr der Einzelmessungen ist in nachstehender Tabelle angeführt.

Tab. 12.8.: Häufigkeit von Einzelmessungen

Parameter	Anmerkung	Meßhäufigkeit
Chlorwasserstoff	falls nicht kontinuierlich zu erfassen	vierteljährlich
Fluorwasserstoff	falls nicht kontinuierlich zu erfassen	vierteljährlich
Schwefeloxide	falls nicht kontinuierlich zu erfassen	vierteljährlich
Ammoniak		vierteljährlich
Staub	falls nicht kontinuierlich zu erfassen	vierteljährlich
Schwermetalle	1	vierteljährlich
PCDD/PCDF		halbjährlich
PAK		halbjährlich
PCB		Inbetriebnahme, Sonderprüfungen
PCBz		Inbetriebnahme, Sonderprüfungen
PCPh		Inbetriebnahme, Sonderprüfungen

- 1 Sollte aufgrund der Zusammensetzung der Einsatzstoffe oder anderer Erkenntnisse zu erwarten sein, daß die Emissionen 60 % der Emissionsgrenzwerte übersteigen, so ist für diejenigen Elemente, bis zum Vorliegen einer Dokumentation des ständigen Unterschreitens der 60 %-Marke, eine periodische Wiederkehr der Einzelmessungen von 1 Monat vorzuschreiben. Auf die Durchführung der monatlich wiederkehrenden Emissionsmessungen kann verzichtet werden, wenn durch andere Prüfungen, z.B. durch Funktionskontrolle der Abgaseinrichtungen, mit ausreichender Sicherheit festgestellt werden kann, daß die Emissionsbegrenzungen nicht überschritten werden.

12.8.3 Anforderungen an Meßstellen und allgemeine meßtechnische Anforderungen

An Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen sollen für die Durchführung von Messungen Meßstellen eingerichtet werden, an denen die vorgeschriebenen Messungen in repräsentativer Art und Weise ausgeführt werden können.

Die Leitungsquerschnittsfläche soll über die Meßstrecke in Größe und Form gleichbleiben und es dürfen keine die Strömungsverhältnisse ungünstig verändernden Einrichtungen vorhanden sein.

Für Emissionsmessungen soll in der Meßstrecke eine drallfreie Strömung des Gases vorliegen. Weiters soll die Geschwindigkeit des stofftragenden Gases größer als 5 m/s sein.

132 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Innerhalb der Meßstrecke soll eine Meßfläche festgelegt werden, die normal zur Strömungsrichtung des Gases liegt. Die Meßfläche soll so festgelegt werden, daß der Abstand vom Beginn der Meßstrecke mindestens das Vierfache, der Abstand der Meßfläche vom Ende der Meßstrecke mindestens das Zweifache des hydraulischen Durchmessers (Quotient aus der vierfachen Meßfläche und dem Umfang der Meßfläche) der Gasleitung beträgt.

Abweichungen von den oben angeführten Bedingungen sollen im Meßbericht begründet werden.

Weiters sollen die Meßstellen so eingerichtet sein, daß sie ausreichend groß dimensioniert und leicht begehbar sind.

Weitere Anforderungen an die Meßtechnik und Festlegungen für die Durchführung von Messungen sind in der ÖNORM M 9415 Teil 1 - 3 vom Mai 1991 beschrieben.

12.8.4 Normen- und Richtlinien zu Probenahmen und Meßverfahren

Tab. 12.9.: Probenahme- und Analysenverfahren

Parameter	Regelwerk	
Organische Stoffe (Corg)	VDI 3481 Blatt 1	Messung gasförmiger Emissionen; Messen der Kohlenwasserstoff-Konzentration; Flammen-Ionisations-Detektor (FID)
Kohlenmonoxid (CO)	VDI 2459 Blatt 1-5	Messung gasförmiger Emissionen; Messen der Kohlenmonoxid-Konzentration; Infrarot-Absorptionsgeräte
	VDI 2459 Blatt 6	Messung gasförmiger Emissionen; Messen der Kohlenmonoxid-Konzentration; Verfahren der nichtdispersiven Infrarot-Absorption
Chlorwasserstoff (HCl)	VDI 3480 Blatt 1	Messung gasförmiger Emissionen; Messen von Chlorwasserstoff; Messen der Chlorwasserstoff-Konzentration von Abgas mit geringem Gehalt an chloridhaltigen Partikeln (Anmerkung: die analytische Bestimmung mittels Ionenchromatographie ist ebenso zulässig - ÖNORM M 6283: Wasseruntersuchung; Bestimmung von Fluorid, Chlorid, Nitrit, Orthophosphat, Bromid, Nitrat und Sulfat in wenig belasteten Wässern mit der Ionenchromatographie)
	VDI 3480 Blatt 2+3	Messung gasförmiger Emissionen; Messen von Chlorwasserstoff; Kontinuierliches Messen von Chlorwasserstoff
Fluorwasserstoff (HF)	VDI 2470 Blatt 1	Messung gasförmiger Emissionen; Messen gasförmiger Fluor-Verbindungen; Absorptions-Verfahren (Anmerkung: die analytische Bestimmung mittels Ionenchromatographie ist ebenso zulässig - ÖNORM M 6283: Wasseruntersuchung; Bestimmung von Fluorid, Chlorid, Nitrit, Orthophosphat, Bromid, Nitrat und Sulfat in wenig belasteten Wässern mit der Ionenchromatographie)
Schwefeloxide (SO ₂ + SO ₃)	VDI 2462 Blatt 1	Messen gasförmiger Emissionen; Messen der Schwefeldioxid-Konzentration; Jod-Thiosulfat-Verfahren
	VDI 2462 Blatt 2	Messen gasförmiger Emissionen; Messen der Schwefeldioxid-Konzentration; Wasserstoffperoxid-Verfahren; Titrimetrische Bestimmungen (Anmerkung: die analytische Bestimmung mittels Ionenchromatographie ist ebenso zulässig - ÖNORM M 6283: Wasseruntersuchung; Bestimmung von Fluorid, Chlorid, Nitrit, Orthophosphat, Bromid, Nitrat und Sulfat in wenig belasteten Wässern mit der Ionenchromatographie)
	VDI 2462 Blatt 4	Messen gasförmiger Emissionen; Messen der Schwefeldioxid-Konzentration; Infrarot-Absorptionsgeräte
	VDI 2462 Blatt 7	Messen gasförmiger Emissionen; Messen der Schwefeltrioxid-Konzentration; 2-Propanol-Verfahren
	VDI 2462 Blatt 8	Messen gasförmiger Emissionen; Messen der Schwefeldioxid-Konzentration; H ₂ O ₂ -Thorin-Methode

134 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

(Fortsetzung 1 Tab. 12.9.)

Stickoxide (NO + NO ₂)	VDI 2456 Blatt 3	Messen gasförmiger Emissionen; Messen von Stickstoffmonoxid; Infrarotabsorptions-Geräte
	VDI 2456 Blatt 4	Messen gasförmiger Emissionen; Messen von Stickstoffdioxid-Gehalten; Ultraviolettabsorptions-Gerät
	VDI 2456 Blatt 5+7	Messen gasförmiger Emissionen; Messen von Stickstoffmonoxid-Gehalten; Chemiluminiszenz-Analysatoren
	VDI 2456 Blatt 6	Messen gasförmiger Emissionen; Messen der Summe von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid als Stickstoffmonoxid unter Einsatz eines Konverters
	VDI 2456 Blatt 9	Messen gasförmiger Emissionen; Messen von Stickstoffdioxid-Gehalten in Feuerungsabgasen mit dem NDUV-Resonanz-Analysator
Ammoniak (NH ₃)	VDI 2461 Blatt 1 in Analogie	Messung gasförmiger Immissionen; Messen der Ammoniak-Konzentration; Indophenol-Verfahren
	VDI 2461 Blatt 2 in Analogie	Messung gasförmiger Immissionen; Messen der Ammoniak-Konzentration; NESSLER-Verfahren
Staub	ÖNORM M 5861	Bestimmung des Staubgehaltes eines strömenden Gases; gravimetrisches Verfahren
	ÖNORM M 5861 Teil 2	Manuelle Bestimmung von Staubkonzentrationen in strömenden Gasen; Gravimetrisches Verfahren; Besondere meßtechnische Anforderungen
	VDI 2066 Blatt 1	Messen von Partikeln; Staubmessungen in strömenden Gasen; Gravimetrische Bestimmung der Staubbiladung; Übersicht
	VDI 2066 Blatt 2	Messen von Partikeln; Manuelle Staubmessung in strömenden Gasen; Gravimetrische Bestimmung der Staubbiladung; Filterkopfgeräte (4 m ³ /h, 12 m ³ /h)
	VDI 2066 Blatt 3	Messen von Partikeln; Manuelle Staubmessung in strömenden Gasen; Gravimetrische Bestimmung geringer Staubgehalte
	VDI 2066 Blatt 4	Messen von Partikel; Staubmessung in strömenden Gasen; Bestimmung der Staubbiladung durch kontinuierliches Messen der optischen Transmission
Staub	VDI 2066 Blatt 6	Messen von Partikeln; Staubmessung in strömenden Gasen; Bestimmung der Staubbiladung durch kontinuierliches Messen des Streulichtes mit dem Photometer KTN
	VDI 2066 Blatt 7	Messen von Partikeln; Manuelle Staubmessung in strömenden Gasen; Gravimetrische Bestimmung geringer Staubgehalte; Planfilterkopfgeräte
	VDI 2463 Blatt 5	Messen von Partikeln; Messen der Massenkonzentration (Immission); Filterverfahren; Automatisiertes Filtergerät

(Fortsetzung 2 Tab. 12.9.)

Schwermetalle: Antimon (Sb) Arsen (As) Blei (Pb) Cadmium (Cd) Chrom (Cr) Kobalt (Co) Kupfer (Cu) Mangan (Mn) Nickel (Ni) Quecksilber (Hg) Thallium (Tl) Vanadium (V) Zinn (Sn)	VDI 2268 Blatt 1	Stoffbestimmung an Partikeln; Bestimmung der Elemente Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sr, V, Zn in emittierten Stäuben mittels atomspektrometrischer Methoden
	VDI 2268 Blatt 2	Stoffbestimmung an Partikeln; Bestimmung der Elemente Arsen, Antimon und Selen in emittierten Stäuben mittels Atomabsorptionsspektrometrie nach Abtrennung über ihre flüchtigen Hydride
	VDI 2268 Blatt 3	Stoffbestimmung an Partikeln; Bestimmung des Thalliums in emittierten Stäuben mittels Atomabsorptionsspektrometrie
	VDI 2268 Blatt 4	Stoffbestimmung an Partikeln; Bestimmung der Elemente Arsen, Antimon und Selen in emittierten Stäuben mittels Graphitrohr-Atomabsorptionsspektrometrie
	VDI 3868 Blatt 1	Messen von Metallen, Halbmetallen und ihren Verbindungen; Manuelle Messung in strömenden, emittierten Gasen; Probenahmesystem für partikelförmige und filtergängige Stoffe
	VDI 3868 Blatt 2	Bestimmung der Gesamtemission von Metallen und Metalloiden; Messen von Quecksilber; Atomabsorptionsspektrometrie mit Kaltdampftechnik (Anmerkung: die analytische Bestimmung von Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, und Zn mittels ICP, Atomemissionsspektrometrie, ist ebenso zulässig)
Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane (PCDD/F)	VDI 3499 Blatt 1	Messen von Emissionen; Messen von Reststoffen; Messen von polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen im Rein- und Rohgas von Feuerungsanlagen mit der Verdünnungsmethode; Bestimmung in Filterstaub, Kesselasche und in Schlacken
	VDI 3499 Blatt 2	Messen von Emissionen; Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen (PCDD) und Dibenzofuranen (PCDF); Filter-Kühler-Methode
	VDI 3499 Blatt 3	Messen von Emissionen; Messen von polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen und Dibenzofuranen an industriellen Anlagen; Gekühlte Sonde
	VDI 3499 Blatt 4	Messen von Emissionen; Messen von polychlorierten Dibenzodioxinen (PCDD) und polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF) in Emissionen von Verbrennungsanlagen und bei anderen Verbrennungsprozessen; Polyurethanschaum-Adsorptionsmethode
	LAGA-Richtlinie 11 172	Empfehlungen für die Probenahme zur Untersuchung von Rückständen und Abgasen aus Müllverbrennungsanlagen auf den Gehalt von polychlorierten Dibenzodioxinen und Dibenzofuranen
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	VDI 3873 Blatt 1	Messen von Emissionen; Messen von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) an stationären industriellen Anlagen; Verdünnungsmethode; Gaschromatographische Bestimmung
	VDI 3873 Blatt 2	Messen von Emissionen; Messen von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) an stationären Anlagen; Kondensationsmethode

136 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

(Fortsetzung 3 Tab. 12.9.)

Polychlorierte Biphenyle PCB		VDI 3499 Blatt 2 in Analogie (mit Feststoffsorbens) LAGA-Richtlinie 11 172 in Analogie (mit Feststoffsorbens)
Polychlorierte Benzole (PCBz)		VDI 3499 Blatt 2 in Analogie (mit Feststoffsorbens) LAGA-Richtlinie 11 172 in Analogie (mit Feststoffsorbens)
Polychlorierte Phenole (PCPh)		VDI 3499 Blatt 2 in Analogie (mit Feststoffsorbens) LAGA-Richtlinie 11 172 in Analogie (mit Feststoffsorbens)

12.8.5 Festlegung der zu bestimmenden Anlagenkenngrößen und Meßgrößen

Neben den in Punkt 12.8.2. angeführten ständig zu erfassenden Betriebskenngrößen Temperatur des Ofens, der Nachbrennzzone und des Abgases, Abgasmenge, Gasströmungsgeschwindigkeit, Wasserkonzentration im Abgas, Gasdruck und Sauerstoff- und Kohlenmonoxidgehalt im Rohgas sollen nachstehende Betriebsparameter aufgezeichnet werden:

- Art und Menge der beschickten Abfälle
- erzeugte Dampf- bzw. Energiemenge

12.9 MEßBEDINGUNGEN

Die Meßbedingungen legen fest, bei welchen Betriebszuständen der Anlagen Messungen durchzuführen sind. Prinzipiell sollen Emissionsmessungen bei stationärem Betrieb einer Anlage durchgeführt werden, wobei während instationärer Zustände die Messungen weitergeführt werden sollen, da auch bei diesen Episoden die Emissionsgrenzwerte einzuhalten sind.

12.10 AUFBEREITUNG DER MEßERGEBNISSE

Die Datenaufzeichnung für kontinuierliche Emissionsmessungen soll durch automatisch registrierende Meßgeräte erfolgen, wobei Halbstundenmittelwerte und Tagesmittelwerte ausgegeben werden sollen.

Die Aufbereitung der Meßergebnisse bei Einzelmessungen soll nach standardisierten Methoden erfolgen, welche in Normen und Richtlinien festgelegt sind. Nachstehend ist eine Liste der zu Meßergebnissen anzuführenden begleitenden Angaben wiedergegeben:

- Beschreibung der Meßstelle und der Meßfläche
- Temperatur des Abgases an der Meßstelle
- Gasströmungsgeschwindigkeit an der Meßstelle
- gesamte Abgasmenge
- Gasdruck an der Meßstelle
- Luftdruck
- Wasserkonzentration im Abgas an der Meßstelle
- Sauerstoffkonzentration im Abgas an der Meßstelle
- Probenahmezeit
- Probenahmevermögen

12.11 FESTLEGUNG VON BEURTEILUNGSWERTEN FÜR EMISSIONSMESSUNGEN

Bei der Festlegung von Beurteilungswerten sollen die Verfahrenskenngrößen des jeweiligen Meßverfahrens einbezogen werden, wobei die Beurteilungswerte auf vorgegebene Art (Kennzahlen für jede Meßmethode) aus den Meßergebnissen ermittelt werden. Die Beurteilungswerte sollen mit den jeweiligen Emissionsgrenzwerten verglichen werden.

Bei kontinuierlichen Messungen sollen die Halbstundenmittelwerte bzw. Tagesmittelwerte als Basis für die Ermittlung der Beurteilungswerte herangezogen werden.

Bei Einzelmessungen soll der Beurteilungswert aus dem arithmetischen Mittel von mindestens drei Messungen berechnet werden.

Die Beurteilungswerte ergeben sich als Zahlenbereich, der durch die Abschätzung der Fehlerbandbreite der jeweiligen Meßmethode hervorgerufen wird.

12.12 EINHALTUNG UND ÜBERSCHREITUNG VON EMISSIONSGRENZWERTEN

Einhaltung:

Eine Einhaltung eines Emissionsgrenzwertes liegt dann vor, wenn der Beurteilungswert den Emissionsgrenzwert unterschreitet. Der gesamte Bereich der Fehlerbandbreite der jeweiligen Messung liegt unter dem Emissionsgrenzwert.

Überschreitung:

Eine Überschreitung eines Emissionsgrenzwertes liegt dann vor, wenn der Beurteilungswert den Emissionsgrenzwert überschreitet. Der gesamte Bereich der Fehlerbandbreite der jeweiligen Messung liegt über dem Emissionsgrenzwert.

Liegen Überschneidungen des als Wertebereich definierten Beurteilungswertes mit dem Emissionsgrenzwert vor, so sollen Optimierungsmaßnahmen vorgenommen werden, sodaß eine Einhaltung des Emissionsgrenzwertes sichergestellt werden kann.

Bei Betriebsstörungen der Anlage und Störungen oder Ausfällen der Rauchgasreinigungseinrichtungen, die zu einer Überschreitung von Emissionsgrenzwerten führen, soll der Betrieb einer Anlage unter keinen Umständen länger als 2 Stunden ohne Unterbrechung fortgesetzt werden. Die Gesamtzeit des Betriebes unter diesen Bedingungen soll auf ein ganzes Jahr bezogen, 24 Stunden nicht überschreiten.

Im Abfahrbetrieb soll der Halbstundenmittelwert an staubförmigen Emissionen 150 mg/m^3 nicht überschreiten, der HMW für organische Stoffe soll nicht überschritten werden und alle anderen Emissionsgrenzwerte sollen maximal den doppelten Wert der festgelegten Halbstundenmittelwerte erreichen.

12.13 MINDESTANFORDERUNGEN AN DIE REGELUNGSTECHNIK, INKLUSIVE VERRIEGELUNGSMAßNAHMEN

Probenahme und Probenaufbereitung sollen bezüglich Werkstoff und Beheizung so gestaltet werden, daß eine einwandfreie Feststofffilterung erreicht und Umsetzung sowie Verschleppungseffekte durch Adsorptions- und Desorptionserscheinungen so weit wie möglich vermieden werden. Die Dichtheitsprüfung des Meßsystems soll einmal jährlich im Rahmen der Funktionsprüfung gemäß Richtlinie VDI3950, Blatt 1E erfolgen.

Für die Regelung der Gesamtanlage sollen alle Meßwerte und Statussignale der Emissionsmeßanlage unkorrigiert zur Verfügung gestellt werden. Alle Signale sollen auf Drahtbruch und Kurzschluß überwacht und galvanisch getrennt aufbereitet werden.

Als Datenschnittstelle soll eine serielle Schnittstelle V24/RS 232 C- Schnittstelle zur Verfügung stehen.

Als Statussignale sollen

- Gasdurchfluß
- Kalibrierung
- Fehlermeldung
- Mikroprozessorfehler

ausgeführt werden.

Zur Verhinderung einer Überschreitung der gesetzlich geforderten oder im Genehmigungsbescheid festgehaltenen Emissionswerte soll ein Emissionsschutzplan erstellt werden.

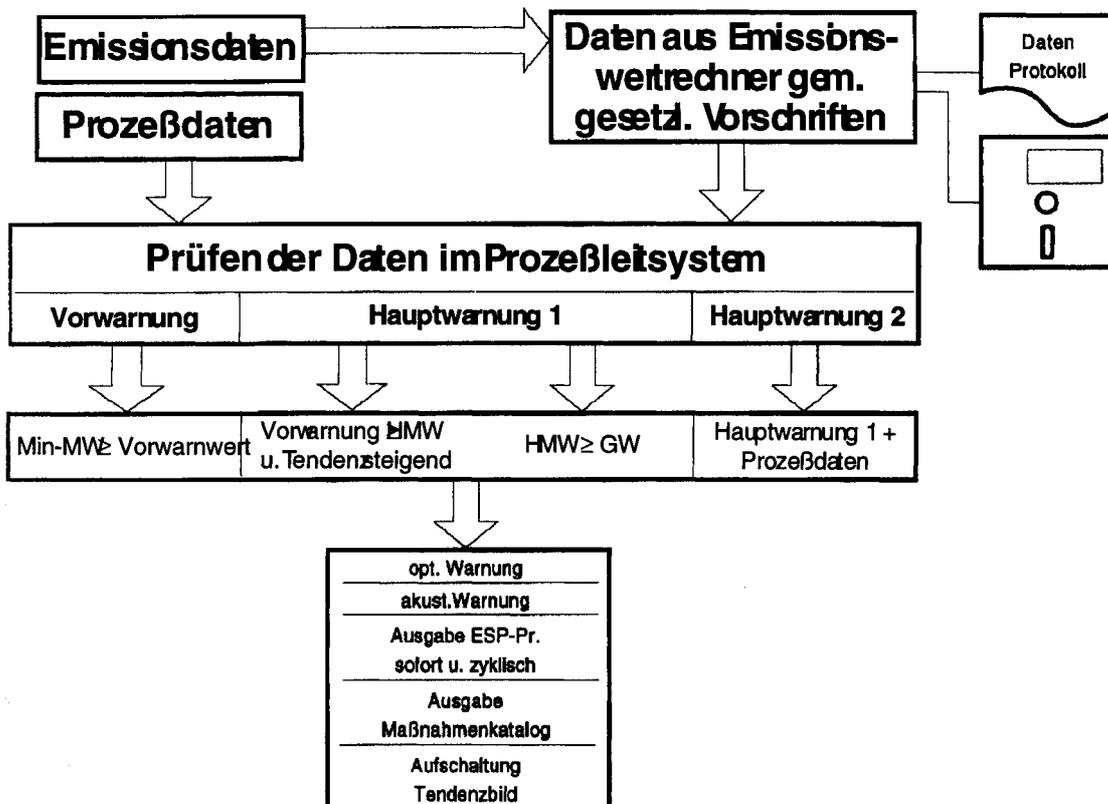


Abbildung 12.1.:

Emissionsschutzplan

140 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Der Emissionsschutzplan soll für alle kontinuierlich gemessenen Parameter gelten.

Er soll in folgende Stufen

- VORWARNUNG
- HAUPTWARNUNG 1
- HAUPTWARNUNG 2
- ENTWARNUNG

unterteilt sein und schrittweise ablaufen.

Die Halbstundenmittelwerte der einzelnen Emissionsmessungen (Emissionsanalyse) sollen in Minutenmittelwerte aufgelöst und der Gradient der Steigung im Minutenzyklus überprüft werden.

Kriterien:

"Vorwarnung"

Die Vorwarnkriterien sind erfüllt, wenn der Gradient ein Überschreiten des Schwellwertes (80 % des Grenzwertes) vermuten läßt.

Bei Vorlage von "Vorwarnung" erfolgt:

- Optische Signalisierung in der Warte
- Ausgabe eines Emissionsschutzplan (ESP) - Protokolls
- Überprüfung der Meßwerte auf Plausibilität
- Ausgabe eines eventuellen Maßnahmenkatalogs

"Hauptwarnung 1"

"Hauptwarnung 1" steht an, wenn die Vorwarnkriterien erfüllt sind und aus der steigenden Tendenz eine Überschreitung des Grenzwertes wahrscheinlich wird.

Bei Vorlage von "Hauptwarnung 1" erfolgt:

- Optische und akustische Signalisierung in der Warte
- Ausgabe eines ESP - Protokolls
- Überprüfung der Meßwerte auf Plausibilität
- Ausgabe eines Maßnahmenkatalogs

"Hauptwarnung 2"

Hauptwarnung 2 liegt vor, wenn der Halbstundenwert den Grenzwert erreicht oder überschreitet.

Bei Vorlage von "Hauptwarnung 2" erfolgt:

- Optische und akustische Signalisierung in der Warte
 - Ausgabe eines ESP - Protokolls
 - Überprüfung der Meßwerte auf Plausibilität
 - Ausgabe eines Maßnahmenkatalogs
 - Abfahr- bzw. Brennstoffübernahmekriterien einleiten
-

Sind die obengenannten Bedingungen erfüllt, so sollen die Emissionen so gesenkt werden, daß ein Unterschreiten der Emissionsgrenzwerte gegeben ist.

Wenn die Plausibilität der betroffenen Meßwerte gegeben ist, sollen sämtliche Abfragen so lange fortgesetzt werden, bis die Entwarnung erfolgt, wenn die Plausibilität der betroffenen Meßwerte nicht gegeben ist, soll das Wartungs- u. Instandhaltungspersonal verständigt werden.

"Entwarnung"

Die "Entwarnung" erfolgt stufenweise.

Die "Hauptwarnung 2" und "Hauptwarnung 1" ist aufgehoben, wenn deren Kriterien nicht mehr vorliegen.

Die "Vorwarnung" wird aufgehoben, wenn deren Kriterien 3- Halbstunden nicht mehr vorliegt.

12.14 ÜBERPRÜFUNGEN DURCH DIE BEHÖRDE

Der Betreiber einer Anlage zur thermischen Behandlung von Abfällen soll der Behörde folgende Nachweise vorlegen und weiters nachstehende Einrichtungen vorsehen:

- Nachweis über die ordnungsgemäße Kalibrierung der kontinuierlich arbeitenden Meßsysteme
 - Verriegelung der kontinuierlich arbeitenden Meßsysteme
 - on-line-Überspielung der Meßdaten an die Behörde ab einer Anlagengröße von 5 MW
 - Nachweis über die periodisch durchgeführten Überprüfungen der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte
-

12.15 IMMISSIONSGRENZ- UND -RICHTWERTE

Eine wesentliche Voraussetzung für ein umweltgerechtes Gesamtkonzept einer Anlage zur thermischen Behandlung von Abfällen ist die Berücksichtigung der Standortgegebenheiten, wobei die meteorologische Situation und die Vorbelastung der Region mit Schadstoffen die bedeutendsten Rahmenbedingungen darstellen.

Als Beurteilungsgrundlage für die Prüfung eines Standortes sollen Immissions-Grenz- und -Richtwerte herangezogen werden. Eine Anlage zur thermischen Behandlung von Abfällen soll nur dann errichtet und betrieben werden, wenn sichergestellt ist, daß es neben der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte infolge der anlagenbedingten Immissionszusatzbelastungen auch zu keiner Überschreitung von Immissionsgrenz- und -richtwerten unter Berücksichtigung der Vorbelastung kommen kann.

Die anlagenbedingte Immissionszusatzbelastung wird vielfach mittels Ausbreitungsrechnung ermittelt und wird mit Beurteilungswerten für die Umwelterheblichkeit verglichen. In jedem Fall sollen für die Beurteilung jene Aufpunkte herangezogen werden, an denen die höchste Immissionszusatzbelastung zu erwarten ist und die Summe aus Immissionsvorbelastung und Immissionszusatzbelastung den höchsten Wert erreicht.

Gelten für Luftschadstoffe Kurzzeitgrenzwerte (z.B. Halbstundenmittelwerte oder Tagesmittelwerte), soll zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit die Immissionszusatzbelastung ebenfalls in Form von Kurzzeitwerten vorliegen. Gelten für einen Luftschadstoff Langzeitgrenzwerte (z.B. Jahresmittelwerte), soll zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit die Immissionszusatzbelastung in Form von Langzeitwerten herangezogen werden.

Nachstehend sind die in Österreich existierenden Immissionsgrenz- und -richtwerte (Kurzzeitgrenzwerte) angeführt.

Tab. 12.10.: Immissions-Grenz- und Richtwerte, Smogalarmgrenzwerte und Forstgrenzwerte für Staub, Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid, Ozon und Kohlenmonoxid
Werte in mg/m³ und ppm (kursiv)

Schadstoff	Immissionsgrenzwerte, Immissionswerte ^{1,2}				Smogalarmgrenzwerte (3MW ⁸) ^{3,4}			Forstgrenzwerte ⁵				
	HMW ⁶	1MW ⁷	8MW ⁹	TMW ¹⁰	VWS ¹²	SAS1 ¹³	SAS2 ¹⁴	HMW	1MW	8MW	TMW	JMW ¹¹
Staub [mg/m ³]				0,2 ¹⁵							0,12 ^{16,18} 0,20 ¹⁷	
Schwefeldioxid (SO ₂) [mg/m ³]	0,2 ¹⁹			0,2	0,4 ²⁰	0,6 ²⁰	0,8 ²⁰	0,07 ^{21,23} 0,15 ^{21,23} 0,15 ²⁴ 0,20 ^{25,26}			0,05 ^{22,23} 0,10 ^{22,23} 0,10 ²⁴ 0,20 ²⁵	
[ppm]	0,075			0,075								
Schwefeldioxid + Staub [mg/m ³]					0,6 ²⁷	0,8 ²⁷	1,0 ²⁷					
Stickstoffdioxid (NO ₂) [mg/m ³] [ppm]	0,2 ²⁸ 0,105			0,1 ²⁹ 0,052	0,35 0,18	0,6 0,3	0,8 0,4	0,2 0,105			0,08 0,042	0,03 ³⁰ 0,016
Stickstoffmonoxid (NO) [mg/m ³] [ppm]	1,0			0,5								
Ozon (O ₃) [mg/m ³] [ppm]	0,12 0,06		0,1 0,05		0,2 0,1	0,3 0,15	0,4 0,2	0,3 0,15	0,15 0,075	0,06 0,03		31
Kohlenmonoxid (CO) [mg/m ³] [ppm]		40 34	10 ³² 9		20 17	30 26	40 34					
Chlorwasserstoff (HCl) [mg/m ³]								0,4 ^{33,23} 0,6 ^{33,23} 0,6 ²⁴			0,1 ^{34,23} 0,15 ^{34,23} 0,2 ²⁴	
Fluorwasserstoff (HF) [µg/m ³]								0,9 ^{35,23} 4,0 ^{35,23} 6,0 ²⁴			0,5 ^{34,23} 3,0 ^{34,23} 3,0 ²⁴	

144 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

- 1 die Immissionsgrenzwerte für Luftschadstoffe sind in verschiedenen Regelwerken niedergelegt:
 - Staub: Vereinbarung über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten für Luftschadstoffe (BGBl. Nr. 443/1987)
 - Schwefeldioxid: Vereinbarung über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten für Luftschadstoffe (BGBl. Nr. 443/1987)
 - Stickstoffdioxid: Vereinbarung über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten für Luftschadstoffe (BGBl. Nr. 443/1987)
Stickstoffoxide in der Atmosphäre - Luftqualitätskriterien Stickstoffdioxid (ÖAW)
 - Stickstoffmonoxid: Maximale Immissions-Werte (VDI 2310)
 - Ozon: Photooxidantien in der Atmosphäre - Luftqualitätskriterien Ozon (ÖAW)
 - Kohlenmonoxid: Vereinbarung über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten für Luftschadstoffe (BGBl. Nr. 443/1987)

eine Überschreitung des Immissionswertes laut Vereinbarung über die Festlegung von Immissionsgrenzwerten für Luftschadstoffe liegt dann vor, wenn auch nur einer der angeführten Werte (Staub, SO₂, NO₂, CO) - unter Berücksichtigung der für den SO₂-Halbstundenmittelwert festgelegten Ausnahme (Punkt 19) - überschritten wird
 - 2 die in der Immissionsgrenzwerte-Vereinbarung festgelegten Konzentrationswerte sind auf 20 °C und 1013 hPa bezogen
 - 3 die Smogalarmgrenzwerte für Schwefeldioxid, Schwefeldioxid + Staub, Stickstoffdioxid und Kohlenmonoxid sind im "Smogalarmgesetz" und die Warnwerte für Ozon im "Ozongesetz" niedergelegt
 - 4 die Smogalarmgrenzwerte für Schwefeldioxid, Schwefeldioxid + Staub, Stickstoffdioxid und Kohlenmonoxid und Warnwerte für Ozon sind als Dreistundenmittelwerte bezogen auf 20 °C und 1013 hPa definiert
 - 5 die Forstgrenzwerte für Luftschadstoffe sind in verschiedenen Regelwerken niedergelegt:
 - Staub: Schwefeloxide in der Atmosphäre - Luftqualitätskriterien Schwefeldioxid (ÖAW)
 - Schwefeldioxid: Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigungen (BGBl. Nr. 199/1984)
Schwefeloxide in der Atmosphäre - Luftqualitätskriterien Schwefeldioxid (ÖAW)
 - Stickstoffdioxid: Stickstoffoxide in der Atmosphäre - Luftqualitätskriterien Stickstoffdioxid (ÖAW)
 - Ozon: Photooxidantien in der Atmosphäre - Luftqualitätskriterien Ozon (ÖAW)
 - 6 HMW Halbstundenmittelwert
 - 7 1MW Einstundenmittelwert
 - 8 3MW Dreistundenmittelwert
 - 9 8MW Achtstundenmittelwert
 - 10 TMW Tagesmittelwert
 - 11 JMW Jahresmittelwert
 - 12 VWS Vorwarnstufe
 - 13 SAS1 Smogalarmstufe 1
 - 14 SAS2 Smogalarmstufe 2
 - 15 dieser Wert bezieht sich auf Staub mit einem Stoke'schen Äquivalentdurchmesser kleiner als 10 µm
 - 16 Immissionsgrenzkonzentration für Zone 1
 - Zone 1: besonders zu schützende Gebiete, wie z.B. Naturschutzgebiete, Kur- und Erholungsräume
 - 17 Immissionsgrenzkonzentration für Zone 2
 - Zone 2: übriges Bundesgebiet
 - 18 die Immissionsgrenzkonzentration darf an sieben Tagen pro Jahr, die jedoch nicht aufeinanderfolgen sollen, überschritten werden
 - 19 drei Halbstundenmittelwerte pro Tag bis zu einer Konzentration von 0,5 mg SO₂/m³ (0,185 ppm) gelten nicht als Überschreitung des Halbstundenmittelwertes
-

- 20 bei Staubwerten kleiner $0,2 \text{ mg/m}^3$; es handelt sich dabei um Staub mit einem Stoke'schen Äquivalentdurchmesser kleiner als $10 \mu\text{m}$
- 21 97,5 Perzentil für den Halbstundenmittelwert (HMW)
- in den Monaten April bis Oktober $0,07 \text{ mg/m}^3$
 - in den Monaten November bis März $0,15 \text{ mg/m}^3$
- die zulässige Überschreitung des Grenzwertes, die sich aus der Perzentilregelung ergibt, darf höchstens 100 % des Grenzwertes betragen
- 22 - in den Monaten April bis Oktober $0,05 \text{ mg/m}^3$
- in den Monaten November bis März $0,10 \text{ mg/m}^3$
- 23 Forstgrenzwerte (zweite Verordnung gegen forstschädliche Verunreinigungen) als Luftimmissionswerte, welche als Höchstanteile im Sinne des § 48 lit. b des Forstgesetzes 1975 festgesetzt sind und nach dem Stande der wissenschaftlichen Erkenntnisse und der Erfahrung noch nicht zu einer der Schadensanfälligkeit des Bewuchses entsprechenden Gefährdung der Waldkultur Führen (wirkungsbezogene Immissionsgrenzwerte, gemessen an der Empfindlichkeit der Fichte)
- die Luftqualitätskriterien für SO_2 der österreichischen Akademie der Wissenschaften beinhalten für die Zone 1 (siehe Punkt 16) die identen Werte
- 24 Forstgrenzwerte (zweite Verordnung gegen forstschädliche Verunreinigungen) für Bestände, in denen der Anteil der Nadelbaumarten insgesamt fünf Prozent nicht erreicht und der Anteil der Baumart Tanne weniger als zwei Prozent beträgt, gemessen an der Empfindlichkeit der Buche, in den Monaten April bis Oktober
- die zulässige Überschreitung des Grenzwertes, die sich aus der Perzentilregelung ergibt, darf höchstens 100 % des Grenzwertes betragen
- 25 Immissionsgrenzkonzentrationen für die Zone 2 der Luftqualitätskriterien für SO_2 der ÖAW (siehe Punkt 17)
- 26 der HMW darf nur dreimal pro Tag und höchstens bis $0,50 \text{ mg SO}_2 / \text{m}^3$ überschritten werden
- 27 bei Staubwerten größer/gleich $0,2 \text{ mg/m}^3$; es handelt sich dabei um Staub mit einem Stoke'schen Äquivalentdurchmesser kleiner als $10 \mu\text{m}$
- 28 die Werte der Immissionsgrenzwerte-Vereinbarung und der Luftqualitätskriterien für NO_2 der ÖAW sind ident
- 29 TMW der Luftqualitätskriterien für NO_2 der ÖAW
- 30 unter Berücksichtigung von Kombinationswirkungen und der erhöhten Empfindlichkeit der Vegetation in der Winterperiode
- 31 als Mittelwert der Siebenstundenmittel während der Vegetationsperiode (9-16 MEZ) ist eine Immissionsgrenzkonzentration von $0,06 \text{ mg/m}^3$ bzw. $0,03 \text{ ppm}$
- 32 als gleitender Achtstundenmittelwert
- 33 - in den Monaten April bis Oktober $0,4 \text{ mg/m}^3$
 - in den Monaten November bis März $0,6 \text{ mg/m}^3$
 - 34 - in den Monaten April bis Oktober $0,1 \text{ mg/m}^3$
 - in den Monaten November bis März $0,15 \text{ mg/m}^3$
 - 35 - in den Monaten April bis Oktober $0,9 \mu\text{g/m}^3$
 - in den Monaten November bis März $4,0 \mu\text{g/m}^3$
 - 36 - in den Monaten April bis Oktober $0,5 \mu\text{g/m}^3$
 - in den Monaten November bis März $3,0 \mu\text{g/m}^3$

Finden sich in Österreichischen Regelwerken keine Immissionsgrenz- und -richtwerte für Metalle oder organische Stoffe, soll auf ausländische Daten zurückgegriffen werden (z.B. WHO).

146 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Zur Beurteilung der Umwelterheblichkeit von Zusatzbelastungen der Luft, die aus den auftretenden oder erwarteten Emissionen einer bestehenden oder geplanten Anlage resultieren, kann das "Schwellenwertkonzept" (SWK) herangezogen werden. Die Beurteilung beruht hierbei auf dem Vergleich der anlagenbedingten Immissionszusatzbelastung mit Beurteilungswerten für die Umwelterheblichkeit, die sich aus wissenschaftlich anerkannten Schwellenwerten für das Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen ableiten.

Diese in der BRD vom Länderausschuß für Immissionsschutz (LAI) erstellten Bewertungskriterien ergeben Wirkungsschwellenwerte (WSW) und Risikoschwellenwerte (RSW), wobei der WSW für nicht kanzerogene Schadstoffe, der RSW für kanzerogene Schadstoffe gilt. Lagen für nicht - kanzerogene Metalle keine anerkannten Wirkungsschwellenwerte vor, wurde für einzelne Stoffe aus pragmatischen Gründen hilfsweise 1/100 des entsprechenden MAK-Wertes als Schwellenwert herangezogen. Im Einzelfall ist für die Beurteilung der Umwelterheblichkeit einer Anlage ein hygienisches Gutachten einzuholen.

Nachstehend sind Immissionsgrenzwerte, Schwellenwerte und Beurteilungswerte auf der Basis von österreichischen, WHO- und sonstigen internationalen Regelwerken angeführt.

Tab. 12.11.: Immissionsgrenzwerte, Schwellenwerte und Beurteilungswerte für Immissionsbelastungen, die angeführten Werte stellen bis auf die anders bezeichneten, Jahresmittelwerte (JMW) dar.

Schadstoff	Quelle	Schutzziel	Art	Einheit	Schwellenwert	Beurteilungswert
Chlorwasserstoff	WHO(a)	menschliche Gesundheit	WSW	mg/m ³	0,1 ¹	0,003 ¹
Fluorwasserstoff	2. FVO	Vegetation	FGW	µg/m ³ µg/m ³	0,9 ¹ 0,5 ²	0,027 ¹ 0,015 ²
Schwefeldioxid	IG-L	menschliche Gesundheit	IGW	mg/m ³	0,2 ¹	0,006 ¹
			IGW	mg/m ³	0,12 ²	0,0036 ²
		Vegetation	IGW	mg/m ³	0,05 ¹	0,0015 ¹
			IGW	mg/m ³ mg/m ³	0,03 ² 0,015 ³	0,0009 ² 0,00015 ³
Stickstoffdioxid	IG-L	menschliche Gesundheit	IGW	mg/m ³	0,2 ¹	0,006 ¹
			IGW	mg/m ³	0,1 ²	0,003 ²
		Vegetation	IGW	mg/m ³	0,08 ¹	0,0024 ¹
			IGW	mg/m ³ mg/m ³	0,04 ² 0,015 ³	0,0012 ² 0,00015 ³
Schwebstaub	IG-L	menschliche Gesundheit	IGW	mg/m ³	0,12 ²	0,0036 ²
Cadmium	LAI	menschliche Gesundheit	RSW	ng/m ³	1,7	0,017
Thallium	MAK	menschliche Gesundheit	WSW	µg/m ³	1,0	0,01
Quecksilber	WHO(b)	menschliche Gesundheit	WSW	µg/m ³	1,0	0,01
Antimon	MAK	menschliche Gesundheit	WSW	µg/m ³	5,0	0,05
Arsen	LAI	menschliche Gesundheit	RSW	ng/m ³	5,0	0,05
Blei	IG-L	menschliche Gesundheit	IGW	µg/m ³	0,5	0,005
Kupfer	MAK	menschliche Gesundheit	WSW	µg/m ³	10,0	0,1
Mangan	WHO(b)	menschliche Gesundheit	WSW	µg/m ³	1,0	0,01
Vanadium	MAK	menschliche Gesundheit	WSW	µg/m ³	0,5	0,005
Zinn	MAK	menschliche Gesundheit	WSW	µg/m ³	1,0	0,01
Dioxine/Furane	LAI	menschliche Gesundheit	WSW	pgTE/m ³	0,15	0,0015
2,3,7,8-TCDD	LAI	menschliche Gesundheit	RSW	pg/m ³	0,016	0,00016
Benzo[a]pyren	LAI	menschliche Gesundheit	RSW	ng/m ³	1,3	0,013
Benzol	LAI	menschliche Gesundheit	RSW	µg/m ³	2,5	0,025

2.FVO Zweite Verordnung gegen forstschädliche Luftverunreinigung (BGBl. Nr. 199/1984)

IG-L Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe (Immissionsschutzgesetz-Luft) Entwurf

LAI Länderausschuß für Immissionsschutz (LAI): Krebsrisiko durch Luftverunreinigungen. Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, 161/92. Düsseldorf

148 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

- MAK Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte 1990. Mitteilung XXVI der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe. Weinheim: VCH-Verlagsgesellschaft
- WHO^(a) World Health Organisation (WHO): IPCS, Environmental Health Criteria Nr. 21 (1982)
- WHO^(b) World Health Organisation (WHO): Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Publications, European Series Nr. 23, Regional Office for Europe, Kopenhagen 1987
- IGW Immissionsgrenzwert
- FGW Forstgrenzwert
- WSW Wirkungsschwellenwert
- RSW Risikoschwellenwert
- 1 Halbstundenmittelwert (HMW)
- 2 Tagesmittelwert (TMW)
- 3 Mittelwert über die Vegetationsperiode (Zeitraum: 1. April bis 31. Oktober) (VMW)

Wenn die Zusatzbelastung auf der Beurteilungsfläche (Untersuchungsgebiet), erfaßt als *Kurzzeitwert* (HMW, TMW), 3 % des Immissionsgrenzwertes, Forstgrenzwertes oder Schwellenwertes (Immissionswert zum Schutz vor Gesundheitsgefahren) nicht überschreitet, ist die Umwelteinwirkung durch die Emissionen der bestehenden oder geplanten Anlage als unerheblich einzustufen; wenn die Zusatzbelastung auf der Beurteilungsfläche (Untersuchungsgebiet), erfaßt als *Langzeitwert* (VMW, JMW), 1 % des Immissionsgrenzwertes, Forstgrenzwertes oder Schwellenwertes (Immissionswert zum Schutz vor Gesundheitsgefahren) nicht überschreitet, ist die Umwelteinwirkung durch die Emissionen der bestehenden oder geplanten Anlage als unerheblich einzustufen ("Irrelevanzkriterium"). In jedem Fall können detaillierte Immissionsuntersuchungen entfallen.

Bei reaktiven Luftschadstoffen (z.B. Stickoxide, flüchtige organische Verbindungen) sind auch die sogenannten sekundär gebildeten Luftschadstoffe, wie beispielsweise Ozon, bei der Beurteilung zu berücksichtigen.

Werden von der zu betrachtenden Anlage auch Geruchsstoffe emittiert, sollen in Hinblick auf die Beurteilung der Geruchsbelästigung auch entsprechende olfaktometrische Messungen unter Bedachtnahme auf die Geruchsschwellenwerte durchgeführt werden.

Die Beschreibung der Vorbelastung einer Region ist nicht nur auf die Feststellung der auftretenden Immissionskonzentrationen beschränkt, sondern kann auch die Deposition umfassen. Weiters können unter geeigneten Voraussetzungen auch wirkungsbezogene Untersuchungen an der Vegetation (z.B. Schwefel- und Fluorgehalt in Nadeln) in die Erhebung einbezogen werden.

In vielen Fällen erscheint es sinnvoll zu sein, vor der Errichtung einer Anlage zur thermischen Behandlung von Abfällen ein umfangreiches Beweissicherungsprogramm zur Erhebung der Vorbelastung durchzuführen.

13 EMISSIONSMESSUNGEN UND EMISSIONSGRENZWERTE FÜR PROZEßBEDINGTE ABWÄSSER

13.1 ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Derzeit existieren in Österreich keine speziellen Regelungen für Abwasseremissionen aus Rauchgasreinigungsanlagen der Abfallverbrennung. In der Praxis wird auf die Allgemeine Abwasseremissions-Verordnung (AAEV) zurückgegriffen, obwohl hier Rauchgasreinigungsanlagen von Verbrennungsanlagen ausgenommen sind. Derzeit wird ein Verordnungsentwurf für die Begrenzung von Emissionen aus Rauchgasreinigungsanlagen von thermischen Behandlungsanlagen vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft ausgearbeitet.

Die Festlegung der Emissionsgrenzwerte soll unter Bedachtnahme auf die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse, auf den Stand der Abwasserreinigungstechnik und auf die Möglichkeit zur Verringerung des Abwasseranfalles erfolgen.

Die Emissionsgrenzwerte für gefährliche Inhaltstoffe sollen sehr restriktiv angesetzt werden, um eine Gefährdung der natürlichen Ressourcen möglichst auszuschließen. Dieser wichtigen Forderung wurde durch Befristung des Wasserrechtsbescheides für gefährliche Wasserinhaltsstoffe auf max. 5 Jahre (AAEV BGBl.1991/179, Anlage B) durch den Gesetzgeber bereits entsprochen. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß einerseits laufend weiterentwickelte Technologien zur Behandlung von Abwasser entsprechend rasch umgesetzt werden und andererseits neue Erkenntnisse über die Gefährlichkeit bestimmter Stoffe berücksichtigt werden können.

Bei der Festsetzung von Emissionsgrenzwerten sollen auf jeden Fall Vergleichswerte aus ähnlichen, nach dem Stand der Technik errichteten bzw. betriebenen Anlagen herangezogen werden.

13.1.1 Begriffsbestimmungen

Eigenüberwachung

Kontrolle der Beschaffenheit des Abwassers, die durch den Wasserberechtigten selbst oder einen von ihm Beauftragten vor der Einleitung des Abwassers in ein Gewässer oder eine Kanalisation durchgeführt wird (siehe AAEV, § 1 Abs.3).

150 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Fremdüberwachung

Kontrolle der Beschaffenheit des Abwassers auf Kosten des Wasserberechtigten durch Sachverständige oder geeignete Anstalten und Unternehmen oder im Einzelfall durch die Gewässeraufsicht oder die Behörde (siehe §134 WRG 1959).

Mengenproportionale Probenahme

Diskontinuierliche Probenahme, bei der an einem definierten Probenahmeort

- a) nach Durchfluß eines stets konstanten Wasservolumens gleich große Probenvolumina oder
- b) in stets konstanten Zeitabständen variable, dem jeweiligen Durchfluß proportionale Probenvolumina

gezogen und zu einer Mischprobe vereinigt werden.

Zeitproportionale Probenahme

Diskontinuierliche Probenahme, bei der an einem definierten Probenahmeort in gleichen Zeitabständen gleich große Probenvolumina gezogen und zu einer Mischprobe vereinigt werden.

Stichprobe

Einzelentnahme aus einem Abwasser zu einem vorgegebenen Probenahmezeitpunkt an einem definierten Probenahmeort.

Mischprobe

Mischung mehrerer Stichproben, die an einem definierten Probenahmeort über einen vorgegebenen Probenahmezeitraum verteilt gezogen werden. Die Mischung kann händisch oder in automatischen Probenahmegeräten erfolgen.

Tagesmischprobe

Über die tatsächliche Abwasserablaufzeit innerhalb eines Zeitraumes von 24 Stunden gezogene Mischprobe.

Zwei-Stunden-Mischprobe

Über den Zeitraum von 2 Stunden gezogene Mischprobe.

Qualifizierte Stichprobe

Mischung aus mindestens 5 gleichvolumigen Stichproben, die über einen Zeitraum von höchstens 2 Stunden im Abstand von jeweils nicht weniger als 2 Minuten entnommen werden

13.1.2 Parameter, die durch Emissionsmessung zu erfassen sind

Grundsätzlich ist nach kontinuierlichen und diskontinuierlichen Messungen zu unterscheiden.

Eine kontinuierliche Messung im Ablauf der Abwasserbehandlungsanlage soll für folgende Parameter¹⁶ gefordert werden:

- pH-Wert
- Temperatur
- Durchflußmenge
- Leitfähigkeit

Die Durchflußmenge ist für die Ermittlung der abgeleiteten Emissionsfrachten unbedingt erforderlich. Die Leitfähigkeit bietet die Möglichkeit, Rückschlüsse auf die abgeleiteten Salzfrachten zu ziehen.

Die anderen in der AAEV in Anlage A angeführten Parameter sollen zumindest auszugsweise im Rahmen der Eigenüberwachung und komplett im Rahmen der behördlich vorgeschriebenen Fremdüberwachung analysiert werden. Obwohl lt. § 4 Absatz 2 Pkt. 4.2 die Abwässer aus Anlagen zur Abluft- und Abgasreinigung explizit ausgenommen sind, wird hier von der AAEV ausgegangen, da sämtliche in dieser Verordnung angeführten Parameter für Abwässer aus Anlagen der thermischen Abfallbehandlung zutreffen können. Die Parameterliste soll um Dioxine/Furane (PCDD/F) erweitert werden, da nicht ausgeschlossen werden kann, daß diese Verbindungen über den Staub in das Abwasser gelangen.

Eine besondere Beachtung sollen die im Anhang B der AAEV angeführten gefährlichen Abwasserinhaltsstoffe finden.

Eine Beurteilung der Abwassereinleitung in ein Gewässer oder in eine öffentliche Kanalisation soll grundsätzlich an Hand der eingeleiteten Tagesfrachten der Abwasserinhaltsstoffe erfolgen (AAEV § 6). Die Ermittlung der Frachten erfolgt über die Analyse von mengenproportional gezogenen Tagesmischproben und der zugehörigen Durchflußmengen.

¹⁶ Die kontinuierliche Messung für die Parameter pH-Wert, Temperatur und Durchflußmenge wird üblicherweise in den Bescheiden der Wasserrechtsbehörde vorgeschrieben.

152 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Tab. 13.1.: "Gefährliche" Wasserinhaltsstoffe gemäß Anlage B der Allgemeinen Abwasseremissions-Verordnung

Arsen	As ^{3+/5+}
Barium	Ba ²⁺
Blei	Pb ²⁺
Cadmium	Cd ²⁺
Chrom-gesamt	Cr ^{3+/6+}
Chrom-VI	Cr ⁶⁺
Kupfer	Cu ²⁺
Nickel	Ni ²⁺
Quecksilber	Hg ^{+/2+}
Silber	Ag ⁺
Zink	Zn ²⁺
Zinn	Sn ²⁺
Freies Chlor	Cl ₂
Gesamt-Chlor	Cl ₂
Ammonium	NH ₄ ⁺
Freies Cyanid	CN ⁻
Nitrit	NO ₂ ⁻
Adsorbierbare organ. gebundene Halogene	AOX
Summe Kohlenwasserstoffe	
Ausblasbare organ. gebundene Halogene	POX
Phenolindex	
Flüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe	BTX

13.1.3 Anforderungen und Aufgabenstellung an Emissionsmessungen

Die Emissionsmessungen sollen gemäß folgender Kriterien durchgeführt werden:

- Repräsentativität
- Vergleichbarkeit/Reproduzierbarkeit
- einheitliche Auswertung

Die Repräsentativität hängt bei diskontinuierlichen Messungen im wesentlichen von der Probennahme bzw. Probenvorbereitung/Konservierung ab. Es ist aus diesem Grund die Einhaltung entsprechender Normen unbedingt erforderlich (DIN 38402-A11, Probennahme von Abwasser; ÖNORM M 6259 Probenkonservierung; DIN 38402 A30 Homogenisieren von Wasserproben für jene Parameter, deren Gesamtgehalt bestimmt wird; DIN 38402 A21 Konservierung von Proben; ÖNORM M 5881 Anforderungen an Dauerproben-entnahmegeräte für die Entnahme von Wasserproben)

Die Reproduzierbarkeit eines Meßergebnisses hängt in hohem Maße von zufälligen Fehlern, mit denen jedes Analyseverfahren behaftet ist (z.B. Schätzen der letzten Stelle bei Bürettenablesung, Ablesen von Analoggeräten bzw. schwankende Digitalanzeigen) ab. In besonderem Maße trifft das auf nicht standardisierte Analyseverfahren zu. Durch die Anwendung von standardisierten Analysenverfahren können einerseits verfahrensbedingte Fehler abgeschätzt und berücksichtigt werden (Angabe der Meßgenauigkeit), andererseits kann die Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse verbessert werden.

Eine weitere wichtige Forderung ist die einheitliche Auswertung und Darstellung der Ergebnisse. Dafür sollen die entsprechenden Normen herangezogen werden (DIN 38402 A1 Angabe von Analyseergebnissen; DIN 32625 Grundlagen für Konzentrationsangaben).

Die Emissionsmessungen dienen primär zur Überwachung der Einhaltung von Emissionsgrenzwerten. In weiterer Folge sollen die Werte zur Beurteilung der Funktionsfähigkeit der Abwasserbehandlungsanlage herangezogen werden.

13.2 MINDESTANFORDERUNGEN AN DIE REGELUNGSTECHNIK, INKLUSIVE VERRIEGELUNGSMAßNAHMEN

13.2.1 Übersicht der Meßgeräte für die Steuerung und Überwachung der Abwasseranlage

Meßgerät	mögliche Funktion
pH-Wert-Messung	Regelung der Neutralisationsmittelzugabe, Überwachung der Prozeßparameter in den verschiedenen Behandlungsstufen, Überwachung der Emissionswerte
Temperaturmessung	Regelung/Steuerung der Abwasserkühlung, Überwachung der Prozeßparameter (z.B. bei der Kalkmilchaufbereitung), Überwachung der Emissionswerte
Leitfähigkeitsmessung	Regelung der Abwasserausschleusmenge, Überwachung von Emissionswerten
Durchflußmengenmessung	Regelung/Steuerung der Abwasserausschleusung bei verschiedenen Prozeßschritten, Überwachung der Emissionswerte
Druckmessung	Regelung/Steuerung von Pumpen für verschiedene Prozeßschritte (z.B. Filter), Überwachung von verschiedenen Aggregaten
Niveaumessung	Regelung/Steuerung von Förderaggregaten, Überwachung von Füllständen in verschiedenen Behältern

Die Meßgeräte bzw. Meßsonden sollen so eingebaut werden, daß den verfahrenstechnischen und sicherheitstechnischen Anforderungen entsprochen werden kann (z.B. pH-Messungen nur in gut durchströmten Bereichen).

13.2.2 Anforderungen an die eingesetzten Meßgeräte

Da die Meßgeräte zur Steuerung und Überwachung der Abwasserbehandlungsanlage eingesetzt werden, soll sichergestellt werden, daß die Anlage beim Ausfall wichtiger Meßgeräte bzw. bei einem Ausfall der gesamten elektrischen Versorgung, in einen Betriebszustand gefahren wird, bei dem Gefährdungen von Menschen und Umwelt ausgeschlossen werden können.

Bei der Auswahl der eingesetzten Meßgeräte soll auf die in Anlagen zur thermischen Abfallbehandlung auftretenden außergewöhnliche Beanspruchung durch teilweise sehr aggressive Medien Rücksicht genommen werden. Aus diesem Grund sollen im besonderen die Meßfühler ausschließlich in entsprechend robuster Ausführung eingesetzt werden. Es sollen möglichst

nur solche Meßgeräte eingesetzt werden, deren Funktionsfähigkeit durch Betriebserfahrungen unter entsprechenden Einsatzbedingungen weitgehend sichergestellt werden kann.

Meßgeräte für die die Verfahren bestimmenden Parameter sollen unter Umständen doppelt ausgeführt werden, um eine gegenseitige Überwachung der Meßgeräte zu erreichen und um die Kalibrierintervalle zu optimieren.

Die Einstellung der prozeßrelevanten Parameter am Meßgerät soll nur durch dazu Befugte erfolgen. Ein Eingreifen durch Unbefugte soll durch geeignete Vorrichtungen verhindert werden.

Beim Ausfall der übergeordneten Steuerung sollen die Meßgeräte automatisch in "Handbetrieb" umschalten. Dabei soll sichergestellt werden, daß die entsprechenden Prozeßparameter übernommen werden.

Die Meßgenauigkeit soll bei Meßumformern mindestens 0,5%, bei Meßinstrumenten mindestens 1,5% und bei Schreibern mindestens 0,5% zu betragen.

13.2.3 Anforderungen an Kalibrierung

Meßgeräte, die durch eine regelmäßige Kalibrierung gewartet werden müssen, sollen so eingebaut bzw. ausgeführt werden, daß die Kalibrierung rasch, einfach und möglichst chemikaliensparend möglich ist. Die Kalibrierung soll während des Anlagenbetriebes möglich sein und soll von entsprechend geschultem Personal durchgeführt werden. Die Kalibriervorgänge sollen in geeigneter Form protokolliert werden.

Die Kalibrierintervalle sollen so gewählt werden, daß eine Grenzwertüberschreitung durch die Ungenauigkeit der Meßgeräte verhindert wird (Diese Intervalle werden in der Regel vom Hersteller der Meßgeräte bzw. vom Anlagenlieferanten festgelegt und im Betriebshandbuch niedergeschrieben.).

Die Meßgeräte bzw. Meßfühler sollen durch geeignete Maßnahmen vor übermäßiger Verschmutzung geschützt werden, um daraus resultierende Meßfehler weitgehend zu verhindern. Kann eine Verschmutzung der Meßgeräte bzw. -fühler nicht ausgeschlossen werden, soll durch entsprechende automatische Einrichtungen eine regelmäßige Reinigung vorgenommen werden. Wo dies nicht möglich ist, soll eine regelmäßige (gemäß Betriebshandbuch - Anlagendokumentation) manuelle Reinigung durchgeführt werden.

13.2.4 Verriegelungsmaßnahmen

Es soll durch geeignete Verriegelungsmaßnahmen (z.B. automatische Umschaltungen und Rückführung) sichergestellt sein, daß bei einer Grenzwertüberschreitung von kontinuierlich gemessenen Werten eine Ableitung des Abwassers zuverlässig verhindert wird. Diese Verriegelung soll auch bei Meßgeräteausfall zuverlässig funktionieren.

Ist durch Über- bzw. Unterschreitung von wichtigen Prozeßparametern innerhalb der Anlage die Möglichkeit gegeben, daß in weiterer Folge Grenzwertüberschreitungen bei der Ableitung des Abwassers zu befürchten sind, sollen entsprechende Verriegelungsmaßnahmen innerhalb der Anlage und entsprechende Auffangvorrichtungen vorgesehen werden. Der Anlagenbetreiber soll diese Verriegelungsmaßnahmen in entsprechender Form beschreiben und schlüssig darstellen, daß eine Grenzwertüberschreitung weitgehend ausgeschlossen werden kann.

13.3 *INTERNATIONALER VERGLEICH*

13.3.1 Emissionsgrenzwerte

In der folgenden Tabelle ist ein Vergleich von Grenzwerten für Abwasser für Österreich, die BRD und die Schweiz angegeben.

In Österreich und der Schweiz sind keine speziellen Verordnungen für Abwasseremissionen aus Anlagen für die thermische Abfallbehandlung vorhanden, sodaß hier auf allgemeine Abwasseremissionsgrenzwerte zurückgegriffen wurde.

Da in der BRD die Ableitung von Abwässern aus Hausmüllverbrennungsanlagen gemäß Rahmen-Abwasserverwaltungsverordnung 1989, 47. Anhang (Abwässer aus Wäschen von Abgasen aus Feuerungsanlagen) untersagt ist, wurde auf die in dieser Verordnung zitierten Grenzwerte zurückgegriffen. Ferner wurde für den Vergleich mit der BRD der 40. Anhang der Rahmen-Abwasserverwaltungsverordnung herangezogen, da in diesem Anhang die für Abwässer aus Rauchgasreinigungsanlagen wesentlichen Parameter, die nicht im 47. Anhang begrenzt werden, enthalten sind.

Tab. 13.2.: Internationaler Vergleich von Emissionsgrenzwerten für Abwasser

Parameter		ÖSTERREICH		BRD	SCHWEIZ
		AllgAbwasserVO - BGBl 1991/179		Rahmen-AbwVwV 40. u. 47. Anhang qualifizierte Misch- probe oder Zwei- Stunden-Mischprobe	Verordnung über Abwasserein- leitung
		Fließ- gewässer	öffentliche Kanalisation	Gewässer	Stand 1.7.90 Gewässer
Temperatur	°C	30	35		30
Toxizität (Fischgiftigkeit)	GF	2	1)	2	-
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	30	1)	30	-
Absetzbare Stoffe	ml/l	0,3	10	-	0,3
pH-Wert		6,5 - 8,5	6,5 - 9,5	-	6,5 - 8,5
Aluminium ber. als Al	mg/l	2	2)	3	10
Arsen ber. als As	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1
Barium ber. als Ba	mg/l	5	5	2	5
Blei ber. als Pb	mg/l	0,5	0,5	0,1	0,5
Cadmium ber. als Cd	mg/l	0,1	0,1	0,05	0,1
Chrom-ges. ber. als Cr	mg/l	0,5	0,5	0,5	2
Chrom-VI ber. als Cr	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1
Eisen ber. als Fe	mg/l	2	2)	3	2
Cobalt ber. als Co	mg/l	1	1	1	0,5
Kupfer ber. als Cu	mg/l	0,5	0,5	0,5	0,5
Nickel ber. als Ni	mg/l	0,5	0,5	0,5	2
Quecksilber ber. als Hg	mg/l	0,01	0,01	0,05	0,01
Silber ber. als Ag	mg/l	0,1	0,1	0,1	0,1
Zink ber. als Zn	mg/l	2	2	1	2
Zinn ber. als Sn	mg/l	2	2	2	2
Freies Chlor ber. als Cl ₂	mg/l	0,2	0,2	0,5	0,05
gesamt Chlor ber. als Cl ₂	mg/l	0,4	0,4	-	-
Ammonium ber. als N	mg/l	10	im Einzelfall festzulegen	20	4)
Chlorid ber. als Cl	mg/l	3)	-	-	-
Cyanid leicht freisetzbar ber. als CN	mg/l	0,1	0,1	0,2	0,1
Fluorid ber. als F	mg/l	10	20	30	10
Nitrat ber. als N	mg/l	im Bedarfsfall festzulegen	-	-	-
Nitrit ber. als N	mg/l	1	10	5	1
Gesamt-Phosphor ber. als P	mg/l	2	-	-	-

158 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Sulfat ber. als SO ₄	mg/l	im Bedarfsfall festlegen	200 bzw. u.U. höhere Werte zulässig	2000	4)
Sulfid ber. als S	mg/l	0,1	1	0,2	0,1
Sulfit ber. als SO ₃	mg/l	1	10	20	1
TOC ber. als C	mg/l	25	-	-	-
CSB ber. als O ₂	mg/l	75	-	5)	-
Adsorb. org. geb. Halogene, AOX ber. als Cl	mg/l	0,5	0,5	1	0,1
Schwerflüchtige lipophile Stoffe	mg/l	20	100	-	-
Summe der Kohlenwasserstoffe	mg/l	10	20	10	10
Ausblasbare org. geb. Halogene, POX ber. als Cl	mg/l	0,1	0,1	-	-
Phenolindex ber. als Phenol	mg/l	0,1	10	-	0,05
Summe anion. und nichtion. Tenside	mg/l	1	1)	-	-
Flüchtige aromat. Kohlenwasserstoffe (BTX)	mg/l	0,1	0,1	-	-

1) keine Beeinträchtigung des Kläranlagen- und Kanalbetriebes

2) begrenzt durch absetzbare Stoffe

3) begrenzt durch Toxizität

4) kantonsabhängig

5) nach Abzug der mit dem Rauchgaswaschwasser zugeführten CSB-Vorbelastung; 80 mg/l bei Einsatz von Branntkalk, 150 mg/l bei Einsatz von Kalkstein

13.3.2 Emissionsmessungen

Die Konzentrationen und Frachten von Abwasserinhaltsstoffen gemäß obiger Grenzwerttabelle (Österreich) werden entsprechend der derzeit geltenden gesetzlichen Bestimmungen an Hand einer mengenproportionalen, nicht abgesetzten, homogenisierten Tagesmischprobe bestimmt. Ausgenommen davon sind die Parameter Temperatur, abfiltrierbare und absetzbare Stoffe, pH-Wert, Cr(VI), freies Chlor, Cyanid, Sulfid, POX und BTX; bei diesen Parametern sollen Stichproben gezogen werden (AAEV Anlage C Pkt.1 und 2).

Zur Fremdüberwachung sollten künftig auch qualifizierte Stichproben bzw. 2-Stunden-Mischproben herangezogen werden. Die Probenahme soll während eines Betriebszustandes mit möglichst hoher Schadstofffracht in der thermischen Behandlungsanlage, der Rauchgasreinigungs- und Abwasserbehandlungsanlage durchgeführt werden.

Die Analysenmethoden, die in unten stehender Tabelle angeführt sind, entsprechen den in der AAEV Anlage C festgelegten Methoden.

Tab. 13.3.: Übersicht der Analysenmethoden und entsprechende Normen

Regelwerk	Bezeichnung
ÖNORM ISO 5664	Wasseruntersuchung; Bestimmung von Ammonium; Methode mittels Destillation und Titration
ÖNORM ISO 5666 T 1	Wasseruntersuchung; Bestimmung des Gesamt-Quecksilbers mittels flammenloser Atomabsorptions-Spektrometrie, Bestimmung nach Aufschluß mit Permanganat-Peroxidisulfat
ÖNORM ISO 5666 T 2	Wasseruntersuchung; Bestimmung des Gesamt-Quecksilbers mittels flammenloser Atomabsorptions-Spektrometrie, Bestimmung nach Vorbehandlung mit UV-Strahlen
ÖNORM ISO 5815	Wasseruntersuchung; Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfes nach n Tagen (BSB _n); Verdünnungsmethode
ÖNORM ISO 7150 T 1	Wasseruntersuchung; Bestimmung von Ammonium; manuelle spektrophotometrische Methode
ÖNORM ISO 7980	Wasseruntersuchung; Bestimmung von Calcium und Magnesium; Methode mittels Atomabsorptions-Spektrometrie
ÖNORM ISO 8288	Wasseruntersuchung; Bestimmung von Cobalt, Nickel, Kupfer, Zink, Cadmium und Blei; Methoden der Flammen-Atomabsorptions-Spektrometrie
ÖNORM M 6236	Wasseruntersuchung; Bestimmung von leichtflüchtigen homogenisierten Kohlenwasserstoffen; head space gaschromatographische Methode
ÖNORM M 6237	Wasseruntersuchung; Bestimmung von Phosphorverbindungen; spektrophotometrische Methode mit Ammoniummolybdat
ÖNORM M 6238 T 1	Wasseruntersuchung; Bestimmung von Nitrat; spektrophotometrische Methode mit 2,6-Dimethylphenol
ÖNORM M 6240	Wasseruntersuchung; Untersuchung und Bestimmung der Färbung
ÖNORM M 6241	Wasseruntersuchung; Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit

160 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

ÖNORM M 6242	Wasseruntersuchung; Bestimmung von Ammonium; potentiometrische Methode
ÖNORM M 6243	Wasseruntersuchung; Bestimmung von leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen nach dem Extraktionsverfahren
ÖNORM M 6245	Wasseruntersuchung; Übersicht über Wasseranalyseverfahren; Nachweisgrenzen, Einsatzbereiche, statistische Angaben
ÖNORM M 6253 T 1	Wasseruntersuchung; Bestimmung von anionischen oberflächenaktiven Substanzen mit der spektrophotometrischen Methode mittels Methylenblau
ÖNORM M 6253 T 2	Wasseruntersuchung; Bestimmung von nichtionischen oberflächenaktiven Substanzen mit dem Dragendorff-Reagens
ÖNORM M 6256	Wasseruntersuchung; Bestimmung von freiem Chlor und Gesamchlor; colorimetrische Methode mit N,N-diethyl-1,4-phenylendiamin für die Routineüberwachung
ÖNORM M 6259	Wasseruntersuchung; Konservierung und Behandlung von Wasserproben
ÖNORM M 6260	Wasseruntersuchung; Bestimmung von Eisen; spektrophotometrische Methode mit 1,10-Phenanthrolin
ÖNORM M 6261	Wasseruntersuchung; Bestimmung von Calcium; titrimetrisches Verfahren
ÖNORM M 6262	Wasseruntersuchung; Bestimmung von Arsen; spektralphotometrische Methode
ÖNORM M 6263 T 1	Testverfahren mit Wasserorganismen; Bestimmung der akuten Toxizität von Wasserinhaltsstoffen gegenüber <i>Salmo gairdneri</i> Richardson (Regenbogenforelle); statischer Test
ÖNORM M 6264	Testverfahren mit Wasserorganismen; Bestimmung der akuten Toxizität von Wasserinhaltsstoffen gegenüber <i>Daphnia magna</i> Straus (Cladocera, Crustacea)
ÖNORM M 6265	Wasseruntersuchung; Bestimmung des chemischen Sauerstoffbedarfes
ÖNORM M 6266	Wasseruntersuchung; Bestimmung von gelöstem Sauerstoff; elektrochemische Methode
ÖNORM M 6267	Wasseruntersuchung; Bestimmung von gelöstem Sauerstoff; jodometrische Methode
ÖNORM M 6268	Wasseruntersuchung; Bestimmung der Summe von Calcium und Magnesium in Wasser; titrimetrische Methode
ÖNORM M 6271	Wasseruntersuchung; Bestimmung des Volumenanteils der absetzbaren Stoffe in Wasser und Abwasser
ÖNORM M 6274	Wasseruntersuchung; Bestimmung der Massenkonzentration an abfiltrierbaren Stoffen und ihres Glührückstandes
ÖNORM M 6275	Wasseruntersuchung; Bestimmung der adsorbierbaren organisch gebundenen Halogene (AOX)
ÖNORM M 6277	Wasseruntersuchung - Bestimmung des biochemischen Sauerstoffbedarfes nach 5 Tagen (BSB5) - Verdünnungsmethode
ÖNORM M 6280	Wasseruntersuchung; Bestimmung von Mangan; spektrophotometrische Methode mit Formaldoxim
ÖNORM M 6282	Wasseruntersuchung; Bestimmung von Nitrit; spektrometrische Methode mit 4-Aminobenzolsulfonamid und N-(1-Naphtyl)-1,2diaminoethan-Dihydrochlorid
ÖNORM M 6283	Wasseruntersuchung; Bestimmung von Fluorid, Chlorid, Nitrit, Orthophosphat, Bromid, Nitrat und Sulfat in wenig belasteten Wässern mit der Ionenchromatographie
ÖNORM M 6284	Wasseruntersuchung; Bestimmung des gesamten organisch gebundenen Kohlenstoffs (TOC)

ÖNORM M 6285	Wasseruntersuchung; Bestimmung von Gesamtcyanid und leicht freisetzbarem Cyanid
ÖNORM M 6286	Wasseruntersuchung; Bestimmung des Phenolindex; spektrophotometrische Methoden mit 4-Aminoantipyrin nach Destillation
ÖNORM S 2101	Überwachungsbedürftige Sonderabfälle
ÖNORM Z 1008	Sicherheitsdatenblatt für chemische Stoffe und Zubereitungen; Hinweise zum Ausfüllen des Formblattes
DIN 38402 T 11	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Allgemeine Angaben (Gruppe A); Probenahme von Abwasser (A 11)
DIN 38402 T 13	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Allgemeine Angaben (Gruppe A); Probenahme aus Grundwasserleitern
DIN 38402 T 15	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Allgemeine Angaben (Gruppe A); Probenahme aus Fließgewässern
DIN 38404 T 1	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C); Bestimmung der Färbung (C1)
DIN 38404 T 4	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C); Bestimmung der Temperatur (C4)
DIN 38404 T 5	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C); Bestimmung des pH-Wertes (C5)
DIN 38404 T 8	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C); Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit
DIN 38405 T 1	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Bestimmung der Chlorid-Ionen (D1)
DIN 38405 T 4	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Bestimmung von Fluorid (D4)
DIN 38405 T 5	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Bestimmung der Sulfat-Ionen (D5)
DIN 38405 T 9	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Bestimmung des Nitrat-Ions (D9)
DIN 38405 T 10	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Bestimmung des Nitrit-Ions (D10)
DIN 38405 T 11	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Bestimmung von Phosphorverbindungen (D11)
DIN 38405 T 13	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Bestimmung von Cyaniden (D13)
DIN 38405 T 17	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Bestimmung von Borat-Ionen (D17)
DIN 38405 T 18	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Bestimmung von Arsen mittels Atomabsorptionsspektrometrie (D18)

162 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

DIN 38405 T 20	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Bestimmung der gelösten Anionen Bromid, Chlorid, Nitrat, Nitrit, Phosphat (ortho-) und Sulfat in Abwasser mit der Ionenchromatographie (D 20)
DIN 38405 T 24	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Photometrische Bestimmung von Chrom (VI) mittels 1,5-Diphenylcarbazid (D24)
DIN 38405 T 26	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Photometrische Bestimmung des gelösten Sulfids (D26)
DIN 38406 T 1	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung von Eisen (E1)
DIN 38406 T 2	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung von Mangan (E2)
DIN 38406 T 3	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung von Calcium und Magnesium (E3)
DIN 38406 T 5	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung des Ammonium-Stickstoffs (E5)
DIN 38406 T 6	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung von Blei (E6)
DIN 38406 T 8	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung von Zink (E8)
DIN 38406 T 9	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Photometrische Bestimmung von Aluminium (E9)
DIN 38406 T 10	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung von Chrom (E10)
DIN 38406 T 12	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung des Quecksilbers (E12)
DIN 38406 T 19	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung von Cadmium (E19)
DIN 38406 T 21	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung von neun Schwermetallen (Ag, Bi, Cd, Co, Cu, Ni, Pb, Tl, Zn) nach Anreich *)
DIN 38406 T 22	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung der 33 Elemente Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, *)
DIN 38407 T 4	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Gemeinsam erfaßbare Stoffgruppen (Gruppe F); Bestimmung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen
DIN 38407 T 9	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Gemeinsam erfaßbare Stoffgruppen (Gruppe F); Bestimmung von Benzol und Homologen mittels Gaschromatograph
DIN 38408 T 4	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Gasförmige Bestandteile (Gruppe G); Bestimmung von freiem Chlor und Gesamtchlor (G4)
DIN 38408 T 23	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Gasförmige Bestandteile (Gruppe G); Bestimmung des Sauerstoffsättigungsindex (G23)

DIN 38409 T 2	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngößen (Gruppe H); Bestimmung der abfiltrierbaren Stoffe und des Glührückstandes (H2)
DIN 38409 T 3	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngößen (Gruppe H); Bestimmung des gesamten organisch gebundenen Kohlenstoffes (TOC) (H3)
DIN 38409 T 6	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngößen (Gruppe H); Härte eines Wassers (H6)
DIN 38409 T 7	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngößen (Gruppe H); Bestimmung der Säure und Basekapazität (H7)
DIN 38409 T 8	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngößen (Gruppe H); Bestimmung der extrahierbaren organisch gebundenen Halogene (EOX) (H8)
DIN 38409 T 9	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngößen (Gruppe H); Bestimmung des Volumenanteils der absetzbaren Stoffe in Wasser und Abwasser (H9)
DIN 38409 T 13	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngößen (Gruppe H); Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Trinkwasser (H13-1 bis 3)
DIN 38409 T 14	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngößen (Gruppe H); Bestimmung der adsorbierbaren organisch gebundenen Halogene (AOX) (H14)
DIN 38409 T 16	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngößen (Gruppe H); Bestimmung des Phenol-Index (H16)
DIN 38409 T 17	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngößen (Gruppe H); Bestimmung von schwerflüchtigen, lipophilen Stoffen (Siedepunkte > 250 °C) (H17)
DIN 38409 T 18	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngößen (Gruppe H); Bestimmung von Kohlenwasserstoffen (H18)
DIN 38409 T 23	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngößen (Gruppe H); Bestimmung der methylenblauaktiven und der bismutaktiven Substanzen (H23)
DIN 38409 T 43	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngößen (Gruppe H); Bestimmung Chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB); Kurzzeitverfahren (H43)
DIN 38409 T 51	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngößen (Gruppe H); Bestimmung des Biochemischen Sauerstoffbedarfs in n Tagen nach dem Verdünnungsprinzip (RSB) (H51)
DIN 38412 T 25	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Testverfahren mit Wasserorganismen (Gruppe L); Bestimmung der biologischen Abbaubarkeit; Statischer Test

164 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

DIN 38414 T 3	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Schlamm und Sedimente (Gruppe S); Bestimmung des Glührückstandes und des Glühverlustes der Trockenmasse
DIN 38414 T 11	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Schlamm und Sedimente (Gruppe S); Probenahme von Sedimenten (S11)
DIN 38414 T 17	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser und Schlammuntersuchung; Schlamm und Sedimente (Gruppe S); Bestimmung von ausblasbaren und extrahierbaren, organisch gebundenen Halogenen (S17)
ÖNORM M 5800	Temperaturmessung; allgemeine Begriffsbestimmung
ÖNORM M 5830	Betriebsmanometer; Begriffe, Anbringung, Behandlung, Bedienung
ÖNORM M 6270	Bestimmung des Wassergehaltes und des Trockenrückstandes bzw. der Trockensubstanz von Schlamm und Sedimenten
ÖNORM B 2500	Abwassertechnik; Fachausdrücke und Formelzeichen
ÖNORM B 2501	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke; Bestimmungen für Planung und Ausführung
ÖNORM B 5101	Mineralöl-Abscheider
ÖNORM M 5881	Anforderungen an Dauerprobenentnahmegerate für die Entnahme für Wasserproben
ÖNORM M 5885	pH-Messung; Anforderungen an den pH-Meßzusatz
ÖNORM M 6050	Kennzeichnung von Rohrleitungen und Behältern nach dem Inhalt
ÖNORM M 6204	Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Wasseraufbereitungsanlagen
ÖNORM M 6221	Anforderungen an die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer aus Werkstätten für Fahrzeuge, Maschinen und Geräte

Gemäß AAEV Anlage C Pkt.5 sind auch gleichwertige Analysenmethoden zulässig. Eine Analysenmethode gilt dann als gleichwertig, wenn ihre Nachweisgrenze unter dem Emissionsgrenzwert liegt.

13.4 VORSCHLAG VON EMISSIONSGRENZWERTEN

Der Vorschlag von Emissionsgrenzwerten für Abwässer aus Anlagen zur thermischen Abfallbehandlung orientiert sich an den Grenzwerten der BRD und der Schweiz (Tab. 13.2) sowie an dem Verordnungsentwurf des BMLF "Verordnung über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Anlagen zur Abgasreinigung (Stand 7.12.1993)

Bei der Erstellung des Vorschlages von Emissionsgrenzwerten für Abwässer aus Anlagen zur thermischen Abfallbehandlung wurden die jeweils niedrigsten Grenzwerte der Tabelle 13.2 herangezogen.

Die in der Tabelle 13.4 angeführten Parameter können mit einer Abwasserbehandlungsanlage nach dem Stand der Technik (beispielsweise mehrstufige Neutralisation, Fällung,

Flockung und Sedimentation sowie einer Filtration über Aktivkohlefilter) sicher eingehalten werden.

In nachstehender Tabelle sind jene Parameter angeführt, die in Abwässern aus Anlagen für die thermische Abfallbehandlung einer besonderen Beachtung bedürfen. Für die Parameter die in dieser Liste nicht angeführt sind, sollen die Werte aus der AAEV herangezogen werden.

Der Grenzwert für Fluorid wurde mit 20 mg/l angesetzt, weil dieser Wert mit Abwasserbehandlungsanlagen nach dem Stand der Technik eingehalten werden kann.

Die Grenzwerte für Sulfat und Sulfit wurden ebenfalls höher als die vergleichbaren Werte in der Tabelle 13.2 angesetzt. Durch die etwas höheren Freiheitsgrade bei diesen Grenzwerten können Verfahrenskombinationen eingesetzt werden, die in hohem Maße Gips als wiederverwertbaren Rückstand erzeugen und dadurch der zu deponierende Schlamm aus der Schwermetallfällung in wesentlich geringerem Umfang anfällt.

Die Grenzwerte für die Parameter TOC und CSB wurden in Anlehnung an den Entwurf für eine "Verordnung über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Anlagen zur Abgasreinigung" (Stand 7.12.1993) festgelegt, der dem Einsatz unterschiedlicher Hilfsmittel zur Abwasserreinigung und ihrer unterschiedlichen Wirkungsweise Rechnung trägt.

Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen, in denen der durchschnittliche Chlorgehalt der eingesetzten Abfälle 2 Massen% übersteigt, sollten mit einer Chloridrückgewinnung ausgestattet sein.

166 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von AbfällenTab. 13.4.: *Technischer Vorschlag von Emissionsgrenzwerten für Abwasser aus Abgasreinigungsanlagen von thermischen Abfallbehandlungsanlagen*

Parameter		Gewässer	Kanal
Abfiltrierbare Stoffe	mg/l	30	35
pH-Wert		6,5 - 8,5	6,5 - 9,5
Arsen ber. als As	mg/l	0,1	0,1
Blei ber. als Pb	mg/l	0,1	0,1
Cadmium ber. als Cd	mg/l	0,05	0,05
Chrom-ges. ber. als Cr	mg/l	0,5	0,5
Chrom-VI ber. als Cr	mg/l	0,1	0,1
Cobalt ber. als Co	mg/l	0,5	0,5
Kupfer ber. als Cu	mg/l	0,5	0,5
Nickel ber. als Ni	mg/l	0,5	0,5
Quecksilber ber. als Hg	mg/l	0,01	0,01
Zink ber. als Zn	mg/l	1	1
Ammonium ber. als N	mg/l	10	- 3)
Cyanid leicht freisetzbar ber. als CN	mg/l	0,1	0,1
Fluorid ber. als F	mg/l	20	20
Sulfat ber. als SO ₄	mg/l	2500	1)
Sulfid ber. als S	mg/l	0,1	0,1
Sulfit ber. als SO ₃	mg/l	10	10
TOC ber. als C	mg/l	50	- 3)
CSB ber. als O ₂	mg/l	150 ²⁾	- 3)
Adsorb. org. geb. Halogene, AOX ber. als Cl	mg/l	0,1	0,1
Ausblasbare org. geb. Halogene, POX ber. als Cl	mg/l	0,1	0,1
Flüchtige aromat. Kohlenwasserstoffe (BTX)	mg/l	0,1	0,1
PCDD/F als 2,3,7,8-TCDD-Äquivalent ⁴⁾	ng/l	0,1 ⁴⁾	0,1 ⁴⁾

- 1) Im Einzelfall bei Korrosionsgefahr für zementgebundene Werkstoffe im Kanalisations- oder Kläranlagenbereich (ÖNORM B 2502, Sept. 1992) festlegen.
- 2) CSB-Wert ist für die Betrachtung der biologischen Abbaubarkeit nur gemeinsam mit dem BSB₅ sinnvoll, für organische Belastung ist der TOC ausreichend.
- 3) Keine Begrenzung bzw. im Einzelfall in Abhängigkeit der Leistungsfähigkeit der biologischen Abwasserreinigungsanlage festzulegen.
- 4) Bei Abnahmemessungen und in begründeten Einzelfällen bei periodisch wiederkehrenden Messungen können PCDD und PCDF in den Untersuchungsrahmen aufgenommen werden.

Spezifische Standortgegebenheiten, wie Kanalisation, Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit der Kläranlage, Belastungsfähigkeit und Vorbelastung des Gewässers, eingeschränkter Emissionsspielraum durch andere Emittenten etc. sollen bei einer flexiblen Festsetzung von Emissionsgrenzwerten unbedingt berücksichtigt werden. Gegebenenfalls ist eine strikte Verschärfung der Grenzwerte zu fordern. Die zu erwartenden Immissionswerte im Gewässer sollen gutachterlich beurteilt und bei der Vorschreibung von Emissionsgrenzwerten einbezogen werden (es liegt ein Entwurf einer Verordnung über die Immissionsbeschränkung für Fließgewässer vom BMfLuF vor).

Insbesondere bei der Emissionsbegrenzung für Chlorid ist darauf zu achten, daß die Immissionswerte des Entwurf der Verordnung betreffend Immissionsbeschränkung für Fließgewässer eingehalten werden.

Werden mehrere Abwasserströme in einer Abwasserbehandlungsanlage behandelt, sollen die Emissionsgrenzwerte der einzelnen Parameter für den Gesamtstrom mit Hilfe einer auf die Frachten der jeweiligen Parameter bezogenen Mischungsrechnung festgelegt werden. Dabei soll der Grundsatz gelten, daß die Gesamtfracht eines Parameters in der Mischung nicht höher sein darf als jene Fracht, die sich aus der Summe der zulässigen Frachten der einzelnen Teilströme errechnet.

Bei der Emissionsbegrenzung für Teilströme von Abwassermischungen ist für die im Teilstrom enthaltenen Abwasserinhaltsstoffe sicherzustellen, daß die jeweiligen Emissionsgrenzwerte für den Teilstrom eingehalten werden.

13.5 *FESTLEGUNG VON BEZUGSGRÖßEN*

Die gemessenen Stoffgehalte im Abwasser sollen als Konzentration in mg/l bzw. ng/l angegeben werden.

13.6 *FESTLEGUNG VON MEßAUSRÜSTUNGEN*

13.6.1 *Meßausrüstung für die Probenahme*

Für die Probennahme soll vor der Einleitung des Abwassers in das Gewässer bzw. den Kanal ein automatisches Probenahmegerät stationär installiert werden. Das Probenahmegerät soll auf jeden Fall für das Entnehmen von mengenproportionalen Tagesmischproben ausgerüstet sein. Zusätzlich zu dem Probenahmegerät soll die Möglichkeit bestehen, jederzeit manuell

168 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

entsprechende Abwasserproben zu entnehmen. Es sind dafür geeignete Vorrichtungen vorzusehen.

Grundsätzlich sollen auch im Bereich der Abwasserzuläufe zur Abwasserbehandlungsanlage entsprechende Vorrichtungen vorgesehen werden, die einerseits die Installation eines transportablen Probennahmegerätes erlauben und andererseits manuelle Probennahmen ermöglichen.

Zur Überprüfung der Reinigungsleistung und der Funktion verschiedener Behandlungsstufen sollen entsprechende Probennahmestellen installiert werden.

Die Probennahmestellen sollen grundsätzlich leicht zugänglich und ohne zusätzliches Werkzeug zu bedienen sein.

13.6.2 Meßausrüstung für die Emissionsgrenzwertüberwachung - kontinuierliche Messungen

Als Meßgeräte für die kontinuierliche Messung von Grenzwerten sollen zumindest solche für den pH-Wert, die Temperatur und die Abwassermenge fix installiert werden. Zusätzlich soll ein Meßgerät für die Überwachung der Leitfähigkeit installiert werden, um einen groben Richtwert für die abgeleitete Salzfracht zu erhalten, da die Leitfähigkeit als Maßzahl für den Salzgehalt verwendet werden kann. Die Meßwerte dieser Instrumente sollen auf einem, von anderen Meßgeräten unabhängigen Schreiber kontinuierlich aufgezeichnet werden.

Die Meßgeräte und im speziellen die entsprechenden Meßfühler sollen in entsprechend robuster und gegenüber aggressiven Medien beständiger Ausführung installiert werden.

Die Ausführung der Meßgeräte soll den in entsprechenden ÖNORMEN, DIN-Normen, VDI-Richtlinien oder ähnlichen Regelwerken festgelegten Kriterien entsprechen.

Die kontinuierliche Überwachung anderer Abwasserinhaltsstoffe in Abwässern aus Anlagen für die thermische Abfallbehandlung ist, bedingt durch die einerseits sehr komplexe Probenmatrix und die andererseits sehr niedrigen Grenzwerte, nicht als Stand der Technik anzusehen. Es soll vielmehr durch den Einsatz geeigneter Technologien gewährleistet werden, daß die Schadstoffreduktion im erforderlichen Ausmaß sichergestellt ist.

13.6.3 Meßausrüstung für die Prozeßüberwachung - kontinuierliche Messungen

Als wichtigste Ausrüstung für das einwandfreie Funktionieren der Abwasserbehandlungsanlagen sind die pH-Meß- und Regelungseinrichtungen anzuführen.

Wo für die einwandfreie Funktion zusätzliche Sicherheiten erforderlich sind, soll eine Doppelmessung installiert werden. Durch die Doppelmessung lassen sich Betriebsunsicherheiten, bedingt durch den Ausfall eines Meßsystems oder der Veränderung der Meßwerte eines Systems weitgehend ausschalten.

Andere Meßeinrichtungen für Druck, Leitfähigkeit, Temperatur, Füllstände, Einzelmessungen für bestimmte Inhaltsstoffe (z.B. Kalzium) sollen auf die entsprechenden Einsatzbedingungen abgestimmt und in entsprechend robuster, korrosionsbeständiger Ausführung installiert werden.

Meßwerte, deren Abweichung von den Sollwerten die Emissionsgrenzwerte beeinflussen können (zB. pH-Wert in der Schwermetallfällung), sollen über entsprechende Sicherheitschaltungen als Alarmmeldungen ausgegeben werden. Bei Über- bzw. Unterschreitung dieser Werte sollen automatisch Maßnahmen gesetzt werden, die Grenzwertüberschreitungen im Anlagenablauf zuverlässig verhindern. Die Meßwertverläufe von Betriebsparametern wichtiger Verfahrensschritte sollen entsprechend aufgezeichnet und aufbewahrt werden.

13.6.4 Meßausrüstung für Einzelmessungen - Laborausrüstung

Die Ausrüstung eines Labors für die Eigenüberwachung von ausgewählten Parametern (Leitparametern) ist abhängig von den eingesetzten Reinigungsverfahren und soll mit dem entsprechenden Anlagenbauer abgestimmt werden. Es sollen dabei vor allem jene Abwasserinhaltsstoffe untersucht werden, die eine möglichst zuverlässige Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Anlage ermöglichen bzw. jene, von denen aufgrund der Einsatzstoffe die größte Gefährdung ausgehen kann. Diese Untersuchungen sollen möglichst rasch und einfach durchzuführen sein, um gegebenenfalls in den Anlagenbetrieb lenkend eingreifen zu können. Werden dafür keine Normmethoden sondern sogenannte "Schnelltests" eingesetzt, so sind diese "Schnelltests" gegenüber der Normmethode zu kalibrieren, indem entsprechende Vergleichsmessungen mit Originalproben vorgenommen werden. Die Messungen sowie die durchgeführten Kalibrierungen, speziell für die Emissionsüberwachung, sollen in entsprechenden Protokollen aufgezeichnet werden.

170 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Die Ausrüstung soll ferner die nötigen Chemikalien, Standardlösungen, Pufferlösungen, etc. für die Kalibrierung von Prozeßmeßgeräten enthalten. Zusätzlich sollen Handmeßgeräte für eine Kontrolle von Prozeßmeßgeräten verfügbar sein (pH-Meßgeräte, Temperatur- und Leitfähigkeitsmeßgeräte).

Die Überwachung bestimmter Prozeßparameter wie Feststoffgehalt, Schlammvolumen, Trockensubstanzgehalt des Filterkuchens etc. soll durch entsprechende Einrichtungen (beispielsweise Waagen, Trockenschränke) ermöglicht werden.

13.7 FESTLEGUNG VON BEURTEILUNGSWERTEN

Bei der Festlegung von Beurteilungswerten sollen die Meßwerte unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Aussage über die jeweiligen Messungen gewichtet werden. Das soll für jede Meßkomponente in Abhängigkeit von der Probennahme, des Meßverfahrens und anderer die Ergebnisse der Messung beeinflussenden Faktoren geschehen.

Bei Einzelmessungen ergibt sich der Beurteilungswert aus dem arithmetischen Mittel von mindestens drei Messungen.

Zudem liegt nur dann eine sichere Emissionsgrenzwertüberschreitung vor, wenn der Meßwert abzüglich der Verfahrensunsicherheit der Meßmethode den Grenzwert überschreitet.

Bei Tagesmischproben sollen bei fünf aufeinanderfolgenden Messungen vier Meßwerte nicht größer als der Emissionsgrenzwert sein und lediglich ein Meßwert den Emissionsgrenzwert um maximal 20 % überschreiten (sogenannte "4 von 5" - Regel).

13.8 PROBENAHMEN UND MEßVERFAHREN

13.8.1 Meßplanung und Festlegung des Meßumfanges

Bei der Meßplanung soll sichergestellt werden, daß durch die Analysenwerte in weiterer Folge eine komplette Stoffbilanz der Abwasserbehandlungsanlage erstellt werden kann. In den Meßumfang sollen zu den Emissionswerten auch die entsprechenden Zulaufwerte im Abwasserzulauf, wie auch die eingesetzten Betriebsmittel aufgenommen werden. Für die Bilanzierung sind zusätzlich Analysen der entsprechenden Rückstände aus der Abwasserreinigung notwendig.

Der Meßumfang in der Anfahrphase (Probetrieb, Leistungstest) soll entsprechend umfangreich gestaltet werden, um ein möglichst genaues Bild über die Leistungsfähigkeit der Anlage zu erhalten. Die Anlage soll unbedingt über das gesamte Leistungsspektrum des Verbrennungsteils getestet werden, um sicherzustellen, daß die entsprechende Sicherheit für die zuverlässige Einhaltung der Emissionsgrenzwerte gegeben ist. Dabei sollen Untersuchungen über die Emissionswerte aller gemäß Bescheid zu messenden Parameter vorgenommen werden.

In der Anfahrphase sollen daher sämtliche Parameter der vorgeschlagenen Emissionsgrenzwert-Tabelle gemessen und beurteilt werden. Bei jenen Parametern, die während dieser Phase in jedem Fall weit unterhalb des Grenzwertes liegen (< 20 % des Grenzwertes) und deren Einhaltung durch die Anlagenkonfiguration sichergestellt ist, sollen die weiteren Messungen eingeschränkt werden. Diese Parameter sollen jedoch zumindestens einmal jährlich überprüft werden. Die restlichen Parameter sollen zumindest vierteljährlich gemessen werden.

13.8.2 Probennahme

Die Anforderungen an die Probennahme sollen den entsprechenden Normen entnommen werden (siehe Tab. 13.3).

Die Probenahme soll nach abgeschlossener Behandlung und vor der Einleitung in ein Gewässer bzw. in eine andere Abwasserbehandlungsanlage sowie vor der Beimischung von anderen Abwasserströmen erfolgen.

13.8.3 Meßverfahren

Emissionsmessung

Für die Eigen- und Fremdüberwachung sollen die Analysenmethoden für die einzelnen Parameter gemäß AAEV (BGBl 1991/179 - Anlage C; siehe Auch Kap. 13.3.2) bzw. gleichwertige Methoden angewendet werden (eine gleichwertige Methode ist dann gegeben, wenn die Nachweisgrenze der Methode unter dem Emissionsgrenzwert liegt).

Die Analysen sollen mit dem original aus der Anlage entnommenen Abwasser durchgeführt werden (d.h. beispielsweise keine Membranfiltration vor der Analyse).

172 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Anlagenkenngrößen/Betriebsparameter

Die Betriebsparameter und Anlagenkenngrößen sollen in Abhängigkeit von den eingesetzten Verfahren zur Abwasserreinigung festgelegt werden.

Für die Messung dieser Kenngrößen, die in den entsprechenden Betriebshandbüchern angeführt werden, sollen möglichst auch genormte, standardisierte Verfahren bzw. Meßgeräte angewendet bzw. eingesetzt werden. Siehe dazu auch Kap. 13.3.2. Als mögliche Betriebsparameter seien hier angeführt: pH-Wert, Feststoffgehalt, Durchflußmenge, Druck, Leitfähigkeit, etc.

13.9 MEßBEDINGUNGEN

Grundsätzlich ist davon auszugehen, daß die Abwasseranlage unabhängig vom Lastfall des Verbrennungsteiles die geforderten Emissionsgrenzwerte einhalten muß. Aus diesem Grund ist eine Messung bzw. Probennahme zu jedem Zeitpunkt des kontinuierlichen Betriebes möglich.

Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit der Anlagen sollen die Messungen bei höchster Schadstoffbelastung (Verbrennung, Rauchgasreinigung) erfolgen.

Bei Messungen im Rahmen des Leistungstests, der offiziellen Abnahmemessung und anderen, die Reinigungsleistung betreffenden Untersuchungen soll sichergestellt werden, daß die Gesamtanlage innerhalb der definierten Grenzen betrieben wird.

Bei Messungen und Probennahmen sollen die entsprechenden Bedingungen wie Datum, Ort, Zeitpunkt, Durchsatzleistung und besondere Betriebsbedingungen (zB. Störungen) im entsprechenden Protokoll vermerkt werden. Gegebenenfalls auftretende Grenzwertüber- bzw. -unterschreitungen können dann möglicherweise durch Gegenüberstellung mit den Betriebsaufzeichnungen anderer Anlagen (Verbrennungsteil, Rauchgasreinigung etc.) verifiziert werden.

Die Häufigkeit der Messungen im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung soll auf die Komplexität der eingesetzten Verfahrenstechnik abgestimmt werden. Bei einfachen, bereits vielfach bewährten Anlagenschaltungen kann die Häufigkeit auf ein Minimum reduziert werden, da das Anlagenverhalten in einem sehr weiten Bereich abschätzbar ist.

Fremdüberwachung:

Unabhängig von den eingesetzten Verfahren sollen zur Absicherung der Leistungsfähigkeit der Anlage speziell im ersten Betriebsjahr innerhalb relativ kurzer Intervalle Analysen über die wichtigsten Emissionsgrenzwerte (Schwermetalle, Salzgehalt etc.) durchgeführt werden.

Der Abstand zwischen den Einzelmessungen soll nicht mehr als zwei bis drei Wochen betragen. In den folgenden Jahren können die Meßintervalle auf bis zu zwei Monate ausgedehnt werden. Jedoch sollen zumindest viermal pro Jahr Messungen über die gesamten, gemäß Bescheid festgelegten Grenzwerte gemacht werden.

Für die Beurteilung sollen grundsätzlich Tagesmischproben, die mittels eines automatischen Probennahmegerätes gezogen wurden, genommen werden.

Aus Gründen der Beweissicherung sollen die regelmäßig aus dem Probennahmegerät gezogenen Proben über eine Woche aufbewahrt werden, um bei Bedarf den Beweis antreten zu können, daß die Grenzwerte jederzeit eingehalten wurden.

Eigenüberwachung:

Bei der Eigenüberwachung sollen grundsätzlich die in den vom Anlagenlieferanten erstellten Betriebshandbüchern für die verschiedenen Teilanlagen festgelegten Intervalle bzw. Bedingungen eingehalten werden.

13.10 AUFBEREITUNG DER MEßERGEBNISSE**13.10.1 Dokumentationsformen**

Meßergebnisse können in den verschiedensten Formen dokumentiert werden:

Meß- und Analyseprotokolle, Labortagebücher

Kalibrierprotokolle

EDV-Ausdrucke

Schreiberstreifen.

13.10.2 Anforderungen an die Dokumentation der Meßergebnisse.

Als grundsätzliche Forderung gilt, daß eine eindeutige Identifizierung der Meßergebnisse möglich sein soll. Das bedeutet, daß folgende Parameter auf dem Dokument ersichtlich sein sollen:

Ort der Messung/Probennahme

Meßzeitpunkt /-zeitraum (Datum und Uhrzeit)

Bearbeiter (Vollständiger Name)

Anforderungen an die Meßwertdokumentation, um die Nachvollziehbarkeit sicherzustellen:

Meß- und Analyseprotokolle (Gutachten, Analysenberichte im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung):

Dabei sollen zusätzlich Daten über die Art der Probe (Misch-, Stichprobe, qualifizierte Stichprobe etc.), den Probenahmezeitraum, Probennahmemenge, Konservierungsmaßnahmen, Probenbehältnis, Datum der Probennahme und der Analyse, angewandtes Meßverfahren, Nachweisgrenze vermerkt werden.

Kalibrierprotokolle

Diese sollen bei jeder manuellen Kalibrierung eines Meßgerätes für die Überwachung der Emissionsgrenzwerte und wichtiger Prozeßparameter verfaßt werden. Es ist darin zu vermerken: Meßgerätenummer, Ort, Datum/Uhrzeit, zuletzt angezeigter Meßwert, verwendete Eichlösungen, Dauer der Kalibrierung, Meßwert bei Reaktivierung des Meßgerätes.

Im Betriebstagebuch soll auf die entsprechenden Protokolle/Aufzeichnungen verwiesen werden.

EDV-Ausdrucke

Ist auf dem Ausdruck nicht unmittelbar klar und eindeutig ersichtlich was, wann, wo, zu welchem Zeitpunkt, wie gemessen wurde, so sollen die oben angeführten Parameter gegebenenfalls sofort handschriftlich angeführt und paraphiert werden, sodaß eine eindeutige Identifikation möglich ist.

Schreiberstreifen

Hier gelten die selben Anforderungen wie für EDV-Ausdrucke. Es soll sichergestellt werden, daß bei einem Papierwechsel des Schreibers sofort die erforderlichen Daten nachgetragen werden, um eine eindeutige Zuordnung des Streifens zu ermöglichen.

Über die Ablage der verschiedenen Meß- bzw. Analysendokumente soll eine entsprechende Regelung im Betriebshandbuch festgeschrieben werden.

Den in den Meßwertdokumenten angeführten Einheiten sollen gültige SI-Einheiten zugrunde gelegt werden.

13.11 ÜBERPRÜFUNG DURCH DIE BEHÖRDE

Der Wasseraufsichtsbehörde sollen jene Dokumente auf Anforderung vorgelegt werden, die im entsprechenden wasserrechtlichen Bescheid angeführt sind.

Es soll durch entsprechende Einrichtungen sichergestellt werden, daß durch befugte Vertreter der Behörde jederzeit die Möglichkeit gegeben wird Proben zur Feststellung der Einhaltung von Emissionsgrenzwerten zu ziehen.

Über die Kalibrierung der Probenahme- und Meßsysteme sollen der Behörde auf Verlangen die entsprechenden Protokolle vorgelegt werden.

Bei der Abnahme durch die Behörde soll die Funktionsfähigkeit der Verriegelung der kontinuierlichen Probenahme- und Meßsysteme durch geeignete Maßnahmen (z.B. durch Simulation falscher Meßwerte in der Steuerung) überprüft werden.

14 MESSUNGEN UND GRENZWERTE FÜR FESTE RÜCKSTÄNDE

14.1 ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Der Sinn und Zweck von Grenzwertfestlegungen für feste Rückstände ergibt sich aus der Anforderung, Emissionsströme aus Einrichtungen zur thermischen Behandlung von Abfällen in möglichst umweltverträglicher Form zu entlassen. Dies gilt insbesondere für die Qualitätsanforderungen an feste Rückstände in Hinblick auf eine Deponierung. Als Beurteilungskriterien für feste Rückstände sind das Eluatverhalten und die Gesamtgehalte heranzuziehen.

14.1.1 Begriffsbestimmungen

Feste Rückstände:

Feste Rückstände sind Stoffe, die nach einer thermischen Behandlung von Abfällen als Reststoffe zurückbleiben, wobei je nach Anfallsort in der Anlage in Schlacken, Kessel- und Filterstäube sowie Reaktionsprodukte und sonstige Reststoffe aus der Abgasbehandlungsanlage unterteilt wird.

14.1.2 Auflistung der durch Messungen zu erfassenden Parameter

- pH-Wert
 - Leitfähigkeit
 - Abdampfrückstand
 - CSB
 - TOC
 - Kohlenwasserstoffe ges.
 - EOX
 - PAK
 - PCDD/F
 - Metalle: Aluminium, Antimon, Arsen, Barium, Blei, Cadmium, Chrom (gesamt), Chrom VI, Kobalt, Kupfer, Mangan, Nickel, Quecksilber, Thallium, Vanadium, Zink, Zinn
 - Fluorid
-

14.1.3 Anforderungen und Aufgabenstellung an Messungen

Vergleichbarkeit:

Die Vergleichbarkeit von Messungen ist dann gegeben, wenn die aus den Messungen abgeleitete Beurteilung nicht vom angewandten Meßverfahren, sondern nur von der Qualität des jeweiligen festen Rückstandes abhängt.

Repräsentativität:

Messungen sollen so ausgeführt werden, daß sie die physikalischen und chemischen Eigenschaften des jeweils untersuchten festen Rückstandes in eindeutiger Art und Weise wiedergeben.

einheitliche Auswertung:

Die Auswertung von Untersuchungen von festen Rückständen soll nach einer genormten Vorgangsweise erfolgen, um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten.

Überwachung der Einhaltung von Grenzwerten:

Untersuchungen von festen Rückständen sollen so durchgeführt werden, daß die Überwachung der Einhaltung von Grenzwerten eindeutig und zweifelsfrei vorgenommen werden kann.

14.2 ÖSTERREICHISCHE RICHTWERTE UND INTERNATIONALER VERGLEICH

In Österreich liegt eine Norm, nämlich die ÖNORM S 2072 - Eluatklassen, (Gefährdungspotential) von Abfällen - vom 1. Dezember 1990, für die Bewertung von festen Rückständen aus Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen vor (siehe Tab. 14.1.). Weiters existiert die Richtlinie für die Ablagerung von Abfällen des Bundesministeriums für Umwelt vom September 1990 (siehe Tab. 14.2.). Darüberhinaus liegt ein Entwurf einer Verordnung des Bundesministers für Umwelt über die obertägige Ablagerung von Abfällen (Deponieverordnung) nach dem AWG vor (siehe Tab. 14.3.).

178 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Tab. 14.1.: Zulässige Konzentrationen in Eluaten verschiedener Eluatklassen und Ausschlußkriterien für die obertägige Ablagerung von Abfällen (Eluatklassen {Gefährdungspotential} von Abfällen, ÖNORM S 2072)

Parameter	Eluatklassen von Abfällen - ÖNORM S 2072							
	la ¹	lb ²	lc	Ila	Ilb ³	IIla	IIlb ³	Ausschlußkriterium [mg/kg TS]
pH-Wert	5,5-10	5,5-11	6,5-8,5	5,5-12	5,5-13	5,5-13	5,5-13	
Leitfähigkeit [mS/m]	100	150	40	300	300			
Geruch	keiner	keiner	keiner	. ⁴	. ⁴			
Biotest	. ⁵	. ⁵	. ⁵	. ⁵	. ⁵			
Filtrattrockenrückstand [mg/l]						10.000	20.000	
PAK ⁶ [mg/l]	0,002	0,002	0,0002	0,003	0,003	0,005	0,005	100
Phenole ⁷ [mg/l]	0,01	0,1	0,005	0,1	1	20	100	10.000
CSB ⁸ (O ₂) [mg/l]	20	40	8 ⁹	50	80	100	. ¹⁰	
Kohlenwasserstoffe ges. [mg/l]	0,1	0,2	0,1	1	5	50 ¹¹	100 ¹²	50.000
POX ¹³ (Cl) [mg/l]	0,03	0,03	0,03	0,1	0,1	1	5	
EOX ¹⁴ [mg/l]						1	10	500
TBS ¹⁵ [mg/l]	0,1	0,2	0,1	2	2	. ¹⁰	. ¹⁰	
BTX ¹⁶ [mg/l]	0,03	0,05	0,03					5.000
Calcium [mg/l]	. ¹⁷	. ¹⁷	200	. ¹⁷	. ¹⁷	. ¹⁸	. ¹⁸	
Magnesium [mg/l]	. ¹⁷	. ¹⁷	120	. ¹⁷	. ¹⁷	. ¹⁸	. ¹⁸	
Aluminium [mg/l]	0,2	2	0,2	10	10	. ¹⁸	. ¹⁸	
Antimon [mg/l]	0,05	0,1	0,01	0,1	0,1	1	5	
Arsen [mg/l]	0,05	0,1	0,05	0,1	0,1	1	5	5.000
Barium [mg/l]	1	1	0,5	1	10	10	50	
Beryllium [mg/l]	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,05	0,5	
Bor [mg/l]	0,5	1	0,5	1	3	10	100	
Blei [mg/l]	0,05	0,1	0,05	0,5	0,5	2	10	10.000
Cadmium [mg/l]	0,005	0,005	0,005	0,05	0,05	0,5	0,5	5.000
Chrom (gesamt) [mg/l]	0,05	0,1	0,05	1	1	10	50	

180 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

- 1 außerhalb von Wasserschongebieten
 - 2 für Deponien der Deponiebauklasse 1, wenn der Standort der Standortklasse 4 oder 5 entspricht oder für Deponien der Deponiebauklasse 2
 - 3 maximal 3 Parameter dürfen auf die nachfolgenden Werte angehoben werden
 - 4 ist im Prüfbericht festzuhalten
 - 5 derzeit allgemein nicht festgelegt, in speziellen Fällen zu vereinbaren
 - 6 Summe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe
 - 7 wasserdampfflüchtige Phenole (Phenolindex)
 - 8 Chemischer Sauerstoffbedarf
 - 9 Oxidierbarkeit (KMnO_4 -Verbrauch als KMnO_4)
 - 10 Parameter für diese Eluatklasse nicht relevant
 - 11 Kohlenwasserstoffe gesamt (z.B. Hexanextrakt) zusätzlich begrenzt mit 0,5 % der Masse (TS)
 - 12 Kohlenwasserstoffe gesamt (z.B. Hexanextrakt) zusätzlich begrenzt mit 3 % der Masse (TS)
 - 13 austreibbare organische Halogenverbindungen
 - 14 extrahierbare organische Halogenverbindungen
 - 15 anionenaktive Tenside, berechnet als Tetrapropylbenzolsulfonat (TBS)
 - 16 Benzol, Toluol, Xylol
 - 17 begrenzt durch die Leitfähigkeit
 - 18 begrenzt durch den löslichen Anteil
 - 19 begrenzt durch Chrom gesamt
 - 20 Summe der polychlorierten Biphenyle
 - 21 bei 20 °C, bestimmt als Filtrattrockenrückstand aus dem Eluat, bezogen auf Trockensubstanz
 - 22 kein Grenzwert, wenn der Abfall in verglaster bzw. teilverglaster Form (z.B. Email) vorliegt
-

Tab. 14.2.: Richtwerte zur Begrenzung der Schadstoffgehalte für Inertstoff-, Reststoff- und Kompartimentdeponien (Richtlinie für die Ablagerung von Abfällen, BMU und BMLF, 1990)

Parameter	Richtlinie für die Ablagerung von Abfällen					
	Inertstoffdeponie		Reststoffdeponie		Kompartimentdeponie	
	Totalgehalt [mg/kg TS]	Gehalt im Eluat [mg/l]	Totalgehalt [mg/kg TS]	Gehalt im Eluat [mg/l]	Totalgehalt [mg/kg TS]	Gehalt im Eluat [mg/l]
pH-Wert		6,5-11		6-12		6-13 ¹
elektrische Leitfähigkeit [mS/m]		< 150		< 300		. ²
Abdampfdruckstand		< 800		< 3.000		< 20.000
Chlorid		< 200		. ³		. ²
Sulfat		. ³		. ³		< 2.500
Aluminium, metallisch	i.E.f. ⁴		i.E.f. ⁴		< 4 % ⁵	
Magnesium, metallisch	i.E.f. ⁴		i.E.f. ⁴		< 4 % ⁵	
Arsen	< 50 (150)	< 0,05	< 0,5 %	< 0,1	< 500	. ⁶
Aluminium		< 0,5		< 10		. ⁶
Barium	i.E.f. ⁴	< 1	. ⁷	< 10	< 10.000	. ⁶
Blei	<150 (500)	< 0,1	. ⁷	< 1	< 3.000	. ⁶
Cadmium	< 2	< 0,005	< 0,5 %	< 0,1	< 30	. ⁶
Chrom gesamt	< 300	< 0,1	. ⁷	< 2	< 5.000	. ⁶
Chrom sechswertig		< 0,02		< 0,1		< 2
Eisen		< 0,2		< 2	. ⁷	. ⁶
Kobalt	< 50	< 0,05	. ⁷	< 0,5	< 500	. ⁶
Kupfer	<100 (500)	< 0,2	. ⁷	< 1	< 5.000	. ⁶
Nickel	<100 (200)	< 0,1	. ⁷	< 1	< 2.000	. ⁶
Quecksilber	< 1	< 0,001	< 20	< 0,01	< 20	. ⁶
Silber		< 0,02		< 0,1	< 50	. ⁶
Zink	<200 (500)	< 1	. ⁷	< 3	< 5.000	. ⁶
Zinn		< 0,2		< 2	i.E.f. ⁴	. ⁶
Ammonium-N (NH ₄ ⁺ -N)		< 0,8		< 10		< 1.000
Nitrat-N (NO ₃ ⁻ -N)		< 10		i.E.f. ⁴		i.E.f. ⁴

182 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Nitrit-N (NO ₂ -N)		< 0,03		< 1,5		< 100
freies Cyanid (CN ⁻)		< 0,02		< 0,1		< 10
Fluorid (F ⁻)		< 2		< 10		< 500
Phosphat-P (PO ₄ ³⁻ -P)		< 0,5		< 5		i.E.f. ⁴
TOC ⁸	< 2 %	i.E.f. ⁴	< 3 % ⁹	< 25	< 5 %	i.E.f. ⁴
CSB ¹⁰		< 20		< 75		i.E.f. ⁴
Kohlenwasserstoffe gesamt ¹¹	. ¹²	< 0,1	< 0,5 %	< 10	< 2 %	. ⁶
AOX ¹³		. ¹⁴		i.E.f. ⁴		< 3
POX ¹⁵		< 0,03		< 0,1	< 0,1 %	i.E.f. ⁴
PAK ¹⁶	< 0,5	< 0,0002	i.E.f. ⁴	< 0,003	i.E.f. ⁴	i.E.f. ⁴
anionenaktive Tenside (TBS)		< 0,1		< 2		i.E.f. ⁴

- 1 die Ablagerung von Abfällen mit pH-Werten des Eluates zwischen pH = 3 und pH = 6 ist zulässig, wenn diese pH-Werte nachweislich vorwiegend durch biologisch gut abbaubare organische Säuren verursacht werden
- 2 durch Abdampfdruckstand begrenzt
- 3 durch elektrische Leitfähigkeit und Abdampfdruckstand begrenzt
- 4 i.E.f. = im Einzelfall festzulegen
- 5 Summe der gasbildenden Metalle hinsichtlich des freisetzbaren Gasvolumens maximal äquivalent 4 Masse-% metallisches Aluminium
- 6 durch Gesamtgehalt im Abfall begrenzt
- 7 für die Ablagerung in diesem Deponietyp nicht begrenzend
- 8 gesamter organisch gebundener Kohlenstoff
- 9 für Reststoffdeponien ist dieser Richtwert nicht maßgeblich, wenn es sich um nicht biologisch abbaubare Kohlenstoffverbindungen bzw. um elementaren Kohlenstoff handelt; im Einzelfall dürfen als Übergangslösung Verbrennungsrückstände mit einem TOC-Gehalt bis maximal 10 Gew.-% in Kompartimentdeponien abgelagert werden
- 10 Chemischer Sauerstoffbedarf
- 11 IR-KW
- 12 Ablagerung in diesem Deponietyp unzulässig bzw. durch Richtwerte im Eluat begrenzt
- 13 adsorbierbare organische Halogenverbindungen
- 14 Ablagerung in diesem Deponietyp unzulässig, flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe durch POX-Wert begrenzt
- 15 Strippbare organische Halogenverbindungen
- 16 polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

Tab. 14.3.: Grenzwerte für die Zuordnung von Abfällen zu Deponietypen (Entwurf einer Verordnung des Bundesministers für Umwelt über die obertägige Ablagerung von Abfällen {Deponieverordnung}, Stand Jänner 1994)

Parameter	Entwurf Deponieverordnung					
	Abfälle mit sehr geringen Schadstoffgehalten		Abfälle mit geringen Gesamtgehalten		Abfälle mit erhöhten, aber immobilisierbaren Schadstoffgehalten	
	Gesamt-gehalt [mg/kg TS]	Gehalt im Eluat [mg/l]	Gesamt-gehalt [mg/kg TS]	Gehalt im Eluat [mg/l]	Gesamt-gehalt [mg/kg TS]	Gehalt im Eluat [mg/l]
pH-Wert		6,5-11 ¹		6-13		6-12 ²
elektrische Leitfähigkeit [mS/m]		150		300 ^{3,4}		300 ³
Abdampfrückstand		800		2.500		3.000
Chlorid (Cl)		200		500		
Sulfat (SO ₄ ²⁻)				500 ⁵		
Arsen (As)	50 ⁶	0,05	200	0,075	5.000	0,1
Aluminium (Al)		0,5		2,0		10
Barium (Ba)	i.E.f. ⁷	1,0		2,0		10
Blei (Pb)	150 ⁶	0,1	500 ⁸	0,2		1,0
Bor (B)				3,0		
Cadmium (Cd)	2	0,005	10	0,05	5.000	0,1
Chrom gesamt (Cr)	300 ⁶	0,1	500 ⁸	0,2		2,0
Chrom sechswertig (Cr)		0,05		0,05		0,1
Eisen (Fe)						2,0
Kobalt (Co)	50	0,1	100 ⁸	0,2		0,5
Kupfer (Cu)	100 ⁶	0,2	500 ⁸	1,0		1,0
Nickel (Ni)	100 ⁶	0,1	500 ⁸	0,2		1,0
Quecksilber (Hg)	1	0,001	3	0,005	20 ⁹	0,01
Silber (Ag)		0,02		0,1		0,1
Zink (Zn)	500 ⁶	1,0	1.500 ⁸	2,0		10
Zinn (Sn)		0,2		1,0		2,0
Ammonium-N (NH ₄ ⁺ -N)		0,8		4,0		10

184 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Nitrat-N (NO ₃ ⁻ -N)		10		50		i.E.f. ⁷
Nitrit-N (NO ₂ ⁻ -N)		0,1		1,0		1,5
leicht freisetzbares Cyanid (CN)		0,02		0,5		0,5
Fluorid (F)		2		5,0		10
Phosphat-P (PO ₄ ³⁻ -P)		0,5		5,0		5
TOC (C) ¹⁰	20,000	20	30,000	25	30,000	50
Summe der Kohlenwasserstoffe		0,5	20	2,0	5.000	10
EOX (Cl) ¹⁴		0,03		0,3		i.E.f. ⁷
PAK ¹⁵	0,5		2,0		i.E.f. ⁷	
anionenaktive Tenside (TBS) ¹⁶		0,1		0,5		2,0

- 1 pH bis 12 zulässig, wenn die Gesamtgehalte eingehalten werden (ohne Ausnahme 6)
- 2 für mit hydraulischen Bindemitteln verfestigte Abfälle ist ein pH-Wert von 13 zulässig
- 3 bei mit hydraulischen Bindemitteln verfestigten Abfällen ist der Grenzwert von 300 mS/m nach 28 Tagen Aushärtezeit einzuhalten
- 4 Grenzwert bei Frischbetonabbruch, Betonierungsrückständen und Bentonit-Schlämmen: 800 mS/m
- 5 Überschreitung bis zu 1.400 mg/l Sulfat für gipshaltigen Bauschutt unter der Bedingung zulässig, daß die Ca-Konzentration im Eluat mindestens die 0,43-fache Sulfatkonzentration erreicht
- 6 wenn die Metallgehalte geogen bedingt sind, gelten nachstehende Grenzwerte:

As	200	mg/kg TS
Pb	500	mg/kg TS
Cr gesamt	500	mg/kg TS
Cu	500	mg/kg TS
Ni	500	mg/kg TS
Zn	1000	mg/kg TS
- 7 i.E.f. = im Einzelfall festzulegen
- 8 gilt nicht für die Ablagerung verglaste mineralischer Schmelzen
- 9 wenn Quecksilber in Form schwerlöslicher anorganischer Verbindungen vorliegt und durch Verfestigung immobilisiert wurde, ist ein Quecksilbergehalt bis maximal 3.000 mg/kg TS zulässig
- 10 gesamter organisch gebundener Kohlenstoff
- 11 bei einem Glühverlust < 2 Massenprozent gilt der TOC-Grenzwert auch dann als eingehalten, wenn der TOC-Grenzwert um 50 % überschritten wird
- 12 bei einem Glühverlust < 3 Massenprozent gilt der TOC-Grenzwert auch dann als eingehalten, wenn der TOC-Grenzwert um 50 % überschritten wird

- 13 nicht maßgeblich, wenn es sich um nicht biologisch abbaubare Kohlenstoffverbindungen (z.B. Bitumen, Asphalt, Straßenaufbruch, Altreifen und Altreifenschnitzel, ausgehärtete Kunststoffabfälle) bzw. um elementaren Kohlenstoff handelt
- 14 extrahierbare organische Halogenverbindungen; die Analysenmethode für die EOX-Bestimmung soll die organischen Halogen-Verbindungen erfassen; eine selektive Bestimmung nur der chlorierten Kohlenwasserstoffe ist im allgemeinen nicht ausreichend; der Meßwert ist auf mg Cl/l umzurechnen
- 15 Summe der Gehalte des Abfalls an polyzyklischen aromatischen, nicht halogenierten Verbindungen, zumindest aber die Summe jener von folgenden sechs Verbindungen: Fluoranthen ($C_{16}H_{10}$), Benzo(a)pyren ($C_{20}H_{12}$), Benzo(b)fluoranthen ($C_{20}H_{12}$), Benzo(k)fluoranthen ($C_{20}H_{12}$), Benzo(g,h,i)perylene ($C_{122}H_{12}$), Indeno(1,2,3-c,d)pyren ($C_{22}H_{12}$),
- 16 berechnet als Tetrapropylbenzolsulfonat (TBS)

14.3 VORSCHLAG VON GRENZWERTEN

Nach den Grundsätzen der "Leitlinien zur Abfallwirtschaft" des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie aus dem Jahr 1988 sind Abfallbehandlungsanlagen so zu konzipieren, daß unvermeidbare umweltgefährdende Stoffe in möglichst konzentrierter Form und umweltverträgliche Stoffe möglichst in erdkrusten- oder bodenähnlicher Form anfallen.

Demnach sind feste Rückstände, falls erforderlich, vor einer Deponierung mit geeigneten technischen Verfahren so zu behandeln, daß gefährliche Stoffe (z.B. Schwermetalle, PCDD/F) aus dem Material weitgehend entfernt werden und im Falle der aufkonzentrierten Schwermetalle entweder einer Verwertung zugeführt, in einem Zwischenlager bis zu einer Verwertungsmöglichkeit gelagert oder untertage deponiert werden.

Bei Anlagen zur ausschließlich thermischen Behandlung von Abfällen ist die thermische Rückstandsbehandlung Stand der Technik. Derartige Anlagen sind so auszulegen, daß im Betrieb ein Wert von 100 ng / kg TS PCDD/F (2,3,7,8-TCDD-Äquivalent I-TEF) unterschritten wird.

Die Schwermetalle sind bei entsprechender Konzentration technisch verwertbar. Daher ist in der Planung und im Betrieb von thermischen Abfallbehandlungsanlagen die Verwertungsmöglichkeit zu berücksichtigen. In diesem Sinne soll ein Grenzwert für die Summe der technisch verwertbaren Metalle Kupfer, Blei, Zink, Nickel und Zinn von maximal 5 Masse % eingehalten werden.

14.4 FESTLEGUNG VON BEZUGSGRÖßEN

Zur Normierung der als Konzentrationen angegebenen Meßergebnisse (Ausnahme Leitfähigkeit) sollen die unten angeführten Bezugsgrößen angewandt werden.

- die Stoffgehalte in Eluaten sind als Konzentration in mg/l und die elektrische Leitfähigkeit als mS/m anzugeben
- die Gesamtgehalte an Stoffen in festen Rückständen sind als Konzentrationen in mg/kg TS anzugeben

14.5 PROBENAHMEN UND MEßVERFAHREN

Probenahme:

Die Probenahme soll repräsentativ und regelmäßig erfolgen, sodaß eine nachvollziehbare Überwachung der Rückstandsqualität möglich ist.

Festlegung des Meßumfangs:

Der Meßumfang ist durch die Summe der behördlich festgelegten Grenzwerte für die Rückstände aus dem Betrieb der thermischen Abfallbehandlung und der nachfolgenden weiteren Behandlung oder Deponierung unter Beachtung der in Tabelle 14.4. festgelegten Analyseverfahren vorgegeben.

Untersuchungen an repräsentativen Stichproben der einzelnen festen Rückständen aus Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen sollen halbjährlich durchgeführt werden.

*Analysenverfahren:**Tab. 14.4.: Analysenverfahren zur Untersuchung fester Rückstände*

Parameter	Regelwerk	
Eluatherstellung	DIN 38.414 S4 ÖNORM S 2072	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Schlamm und Sedimente (Gruppe S), Bestimmung der Eluierbarkeit mit Wasser (S4) Eluatklassen (Gefährdungspotential) von Abfällen
pH-Wert	DIN 38.404 C5	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C); Bestimmung des pH-Wertes (C5)
Leitfähigkeit	DIN 38.404 C8 ÖNORM M 6241	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Physikalische und physikalisch-chemische Kenngrößen (Gruppe C); Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit (C8) Wasseruntersuchung; Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit
Abdampfrückstand	DIN 38 409 H1	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H); Bestimmung des Gesamttrockenrückstandes und des Glührückstandes (H1)
CSB	ÖNORM M 6265	Wasseruntersuchung; Bestimmung des chemischen Sauerstoffbedarfs
TOC	DIN 38.409 H3 ÖNORM M 6284	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H); Bestimmung des gesamten organisch gebundenen Kohlenstoffs (TOC) (H3) Wasseruntersuchung; Bestimmung des gesamten organisch gebundenen Kohlenstoffs (TOC)
Kohlenwasserstoffe	DIN 38.409 H18 ÖNORM M 6243	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H); Bestimmung von Kohlenwasserstoffen (H18) Wasseruntersuchung; Bestimmung von leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen nach dem Extraktionsverfahren
EOX	DIN 38.409 H8	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H); Bestimmung der extrahierbaren organisch gebundenen Halogene (EOX) (H8)
PAK	DIN 38.409 H13	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Summarische Wirkungs- und Stoffkenngrößen (Gruppe H); Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Trinkwasser (H13)
PCDD/F	VDI 3499 Blatt 1	Messen von Emissionen; Messen von Reststoffen; Messen von polychlorierten Dibenzodioxinen und -furanen im Rein- und Rohgas von Feuerungsanlagen mit der Verdünnungsmethode; Bestimmung in Filterstaub, Kesselasche und in Schlacken

188 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Metalle: Al, Sb, As, Ba, Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Hg, Tl, V, Zn, Sn	DIN 38.406 E22	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung von 33 Elementen (E22)
	DIN 38.405 D18	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Bestimmung von Arsen mittels Atomabsorptionsspektrometrie (D18)
	DIN 38.406 E6	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung von Blei (E6)
	DIN 38.406 E19	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung von Cadmium (E19)
	DIN 38.406 E12	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Kationen (Gruppe E); Bestimmung des Quecksilbers (E12)
Fluorid	DIN 38.405 D4	Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Anionen (Gruppe D); Bestimmung von Fluorid (D4)
	ÖNORM M 6283	Wasseruntersuchung; Bestimmung von Fluorid, Chlorid, Nitrit, Orthophosphat, Bromid, Nitrat und Sulfat in wenig belasteten Wässern mit der Ionenchromatographie

Festlegung der zu bestimmenden Anlagenkenngrößen und Meßgrößen:

- Herkunft, Menge und Art des pro Zeiteinheit anfallenden Rückstandes

14.6 AUFBEREITUNG DER MEßERGEBNISSE

Die Aufbereitung der Meßergebnisse soll nach standardisierten Methoden erfolgen, wobei begleitende Angaben zu den einzelnen Messungen angeführt werden sollen.

14.7 FESTLEGUNG VON BEURTEILUNGSWERTEN

Bei der Festlegung von Beurteilungswerten sollen die Meßwerte unter Berücksichtigung der Unsicherheit der Aussage über die jeweilige Meßmethode gewichtet werden.

Bei der Festlegung von Beurteilungswerten sollen die Verfahrenskenngrößen des jeweiligen Meßverfahrens einbezogen werden, wobei die Beurteilungswerte auf vorgegebene Art (Kennzahlen für jede Meßmethode) aus den Meßergebnissen ermittelt werden. Die Beurteilungswerte sollen mit den jeweiligen Grenzwerten für Schadstoffgehalte im Eluat und für Gesamtgehalte verglichen werden.

Die Beurteilungswerte ergeben sich als Zahlenbereich, der durch die Abschätzung der Fehlerbandbreite der jeweiligen Meßmethode hervorgerufen wird.

14.8 EINHALTUNG UND ÜBERSCHREITUNG VON GRENZWERTEN

Einhaltung:

Eine Einhaltung eines Grenzwertes liegt dann vor, wenn der Beurteilungswert den Grenzwert unterschreitet. Der gesamte Bereich der Fehlerbandbreite der jeweiligen Messung liegt unter dem Grenzwert.

Überschreitung:

Eine Überschreitung eines Grenzwertes liegt dann vor, wenn der Beurteilungswert den Grenzwert überschreitet. Der gesamte Bereich der Fehlerbandbreite der jeweiligen Messung liegt über dem Grenzwert.

Liegen Überschneidungen des als Wertebereich definierten Beurteilungswertes mit dem Grenzwert vor, so sollen Optimierungsmaßnahmen vorgenommen werden, sodaß eine Einhaltung des Grenzwertes sichergestellt werden kann.

14.9 ÜBERPRÜFUNGEN DURCH DIE BEHÖRDE

Der Behörde sollen die Ergebnisse der regelmäßig durchzuführenden Untersuchungen von festen Rückständen in übersichtlicher Form unter Angabe der Mittel-, Maximal- und Minimalwerte jährlich vorgelegt werden.

Zur Beweissicherung sollen die regelmäßig gezogenen Rückstellproben über einen Zeitraum von 3 Jahren aufgehoben und bei Bedarf für weitere Untersuchungen der Behörde übergeben werden.

Die Probennahme sowie der Verbleib der Rückstände soll nachvollziehbar dokumentiert und auf Verlangen der Behörde vorgelegt werden.

15 ANLAGEN ZUR THERMISCHEN BEHANDLUNG VON ABFÄLLEN

15.1 GESAMTKONZEPTE

Das Gesamtkonzept für eine Anlage zur thermischen Behandlung von Abfällen orientiert sich an den zu behandelnden Abfällen, an der Möglichkeit der Energieverwertung, an den Möglichkeiten der Rückstandsverwertung und an Emissions- und Immissionsgrenzwerten sowie Anforderungen an die Deponierung. Die thermische Behandlung von Abfällen in Produktionsanlagen ist unter Beachtung der im Einzelfall geltenden technischen Einschränkungen möglich, wobei die vorgeschlagenen Emissionsgrenzwerte für Abgas, Abwasser und feste Rückstände einzuhalten sind.

Für Anlagen, die vorwiegend oder ausschließlich zur thermischen Behandlung von Abfällen geplant werden, sind folgende Anlagenabschnitte zu unterscheiden:

- Abfallübernahme und Aufbereitung
- Abfallbeschickung
- Feuerung
- Abhitzeverwertung
- Rauchgasreinigung
- Rückstandsbehandlung für feste und flüssige Rückstände aus der Feuerung, der Abhitzeverwertung und der Rauchgasreinigung.

In Österreich gelten für Hausmüll, hausmüllähnliche Abfälle und gefährliche Abfälle zumeist folgende Randbedingungen:

- Die energetische Verwertung erfolgt in Form von Übernahme von Hochdruckdampf in eine Kraft-Wärme-Kopplung.
 - Die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte (siehe Kap. 12) bedingt die in Kapitel 10.9. angeführten Konzepte zur Rauchgasreinigung.
 - Die Chloridfracht kann unter Berücksichtigung von Immissionsgrenzwerten mit dem gereinigten Abwasser über ein Fließgewässer abgeleitet werden.
-

Die Größe von Anlagen zur thermischen Behandlung von Abfällen wird durch technische und wirtschaftliche Kriterien bestimmt. Technische Einschränkungen bestehen nur bei den Feuerungssystemen. Kessel und Rauchgasreinigungsanlagen werden in vergleichbarer Bauweise (REA, DENO_x, A-Koksanlagen) bei Kraftwerken mit wesentlich größeren Rauchgasmengen betrieben.

Die wirtschaftlich optimalen Größen für die thermische Abfallbehandlung liegen derzeit je Linie bei etwa

- Rostfeuerung: ca. 50 MW Brennstoffwärmeleistung
- Drehrohr: ca. 25 MW Brennstoffwärmeleistung
- Wirbelschicht: ca. 100 MW Brennstoffwärmeleistung.

Bei kleineren Anlagen müssen wirtschaftliche Nachteile durch erhöhte spezifische Investitions- und Personalkosten in Kauf genommen werden.

Anlagenkonzepte für die thermische Behandlung von Hausmüll oder vergleichbaren Abfällen können sich an der Müllverbrennungsanlage Wien-Spittelau orientieren. An dieser Anlage werden nachweislich alle in Österreich geltenden gesetzlichen Grenzwerte deutlich unterschritten und der Anfall an zu deponierenden Rückständen wird minimiert. Brennstoffaufbereitung und Feuerung sind typisch für die Verbrennung von Hausmüll. Im Abhitzekeessel wird Dampf erzeugt, der über eine Kraft-Wärme-Kopplung energetisch genutzt wird. Dem Abhitzekeessel ist ein effizienter Elektrofilter nachgeschaltet. Die entstaubten Rauchgase werden in einer mehrstufigen Rauchgasreinigungsanlage behandelt. Dabei sind die Waschkreise der Rauchgasreinigungsanlage so konzipiert, daß einerseits der aus der SO₂-Abscheidung anfallende Gips direkt mit der Schlacke vermischt und anschließend deponiert wird und die im Wäscher abgeschiedenen Schwermetalle und Fluoride gemeinsam mit den Verunreinigungen aus den Betriebsmitteln und einer Restmenge an Gips als Filterkuchen anfallen. Die abgeschiedene Chloridfracht wird im gereinigten Abwasser an den Donaukanal abgegeben. Die Abscheidung für NO_x und PCDD/F erfolgt katalytisch, d.h. rückstandsfrei. Mit Gips angereicherte Schlacke und Flugasche werden gemeinsam verfestigt und als Baumaterial in eine Deponie eingebracht. Als zu deponierender Rückstand verbleibt ca. 1 kg Filterkuchen pro Tonne Hausmüll, der gegenwärtig zur Ablagerung in eine Untertagedeponie exportiert wird. Eine weitere Behandlung dieser Rückstände ist beispielsweise die Rückgewinnung von Quecksilber. Diese ist technisch zwar möglich, wurde jedoch bisher angesichts der Möglichkeit zur Lagerung von quecksilberhaltigen Rückständen in untertägigen Deponien nicht realisiert.

15.2 TENDENZEN IN DER ENTWICKLUNG WEITERER VERFAHRENS-SCHRITTE ZUR THERMISCHEN BEHANDLUNG VON ABFÄLLEN

Das in der Anlage Spittelau verwirklichte Konzept der mehrstufigen Rauchgasreinigung und Rückstandsminimierung repräsentiert die Mindestanforderungen gemäß Stand der Technik.

Eine künftige Verbesserungsmöglichkeit ist die thermische Behandlung von Flugasche, um den Gehalt von PCDD/F sowie Quecksilber zu verringern. Weiters könnte anstelle des Elektrofilters ein Gewebefilter eingesetzt werden, der die Möglichkeit bietet, Dioxine und Quecksilber bereits vor Eintritt in die Naßwäsche abzuscheiden.

Zur Verbesserung der Abscheideeffizienz kann ein Gewebefilter auf einen Flugstromadsorber erweitert werden. Neben der Rezirkulation von Flugasche kann die Abscheideeffizienz durch Zugabe von Aktivkoks weiter verbessert werden.

Nachgeschaltete Adsorptionsstufen, wie beispielsweise Flugstrom- oder Festbettreaktoren, sind nur dann notwendig, wenn aufgrund des Einsatzmaterials mit erhöhten Konzentrationen an Quecksilber und PCDD/F gerechnet werden muß, die in zweistufigen Naßwäschen und katalytischen Anlagen nicht mehr ausreichend abgeschieden werden können.

Die Effizienz der Minderung der Konzentrationen von Dioxinen, Furanen und Quecksilber an der Flugasche durch thermische Behandlung wurde in mehreren Versuchsanlagen unter Beweis gestellt. Obwohl die derzeit geltenden gesetzlichen Anforderungen an übertage zu deponierende Rückstände dies bisher nicht ausdrücklich verlangen, werden derzeit im Planungsstadium befindliche Anlagen meist mit einer thermischen Nachbehandlung der im niedrigen Temperaturbereich abgeschiedenen Stäube ausgestattet.

Weitere Entwicklungsmöglichkeiten eröffnen sich durch Behandlung der Schlacke und Flugasche in der Form, daß die in diesen Feststoffen enthaltenen Schwermetalle aufkonzentriert werden, die anschließend einer Verwertung in metallurgischen Prozessen zugeführt werden können. Es ist prinzipiell denkbar, eine Verfahrensführung zu finden, bei der eine Verglasung durch Eigenwärme der Rückstände realisiert wird und eine geringe Menge an schwermetallbeladenen Stäuben anfällt. Beispielsweise wurden Versuche durchgeführt, wo Schlacke und Asche in einem Drehrohr, das einer Rostfeuerung nachgeschaltet wurde, verglast wurden, wobei der Rost so betrieben wurde, daß die vom Rost abgeworfene Schlacke noch genügend Heizwert hatte, um in einer nachgeschalteten Anlage auf Schmelztemperatur gebracht zu werden.

Die Entsorgung der Chloridfracht ist abhängig vom Standort. Beispielsweise wird in den großen Anlagen Hollands, aber auch Österreichs, die Chloridfracht als Neutralsalz in ein Fließgewässer oder direkt ins Meer abgeleitet. In Deutschland werden derzeit ausschließlich Anlagen geplant, die eine mögliche Verwertung der Chloride beinhalten. Obwohl die Vermarktung von technisch reinem Natriumchlorid oder Salzsäure aus der Rauchgasreinigungsanlage ein betriebswirtschaftliches Problem darstellt, wird die Verwertung der Chloridfracht als technisch möglich angesehen.

Für bestimmte Abfälle mit einem höheren Metall- und Halogengehalt ist die metallurgische Verwertung der stückigen sowie feinkörnigen metallhaltigen Fraktion sowie der eingedampften Chloride und Fluoride zielführend.

Besondere Bedeutung haben im Einzelfall kombinierte Verfahren, wo die Abluft aus einem industriellen Prozeß in der nachgeschalteten Verbrennung weiterverwendet wird.

Dabei kann der Wärmeinhalt und eventuell der Heizwert, sowie gegebenenfalls auch die anorganischen Rückstände einer Verwertung zugeführt werden. Die Restemissionen aus einem kombinierten Verfahren sind niedriger als die Summe der getrennten Prozesse.

15.3 *BESCHREIBUNG DES STANDES DER ENTWICKLUNG UND DES STANDES DER WISSENSCHAFT*

Die in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Anlagen stellen den fortschrittlichen, derzeit in Europa angebotenen Standard dar. Die Verfahren beschränken sich zumeist darauf, den organischen Gehalt durch Verbrennung in Wärme umzusetzen und die anorganischen Rückstände in einer geordneten Form einer Verwertung zuzuführen. Vor allem die Verwertung der Rückstände aus der Chloridabscheidung kann als Grenzfall zwischen dem gültigen Stand der Technik und Stand der Entwicklung angesehen werden. Diese Aussage gilt ebenfalls für die nachgeschaltete Vergasung. Die Verfahrensentwicklung auf dem Gebiet der Rückstände geht vor allem in zwei Richtungen.

Einerseits wird versucht, die Verfahrensführung so zu wählen, daß die Vergasung durch Eigenwärme der Abfallbrennstoffe realisiert wird. Andererseits wird in Sonderfällen vom bisher üblichen Weg, Abfallbrennstoffe einer möglichst raschen Oxidation zuzuführen, abgegangen und versucht, aus dem Abfall durch Entgasung und Vergasung gasförmige und flüssige Produkte zu erzeugen, die entweder als Brennstoff oder als Rohstoff zur Weiterbehandlung verwendet werden können.

194 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Einzelne Verfahrensschritte dazu wurden bereits mit Erfolg erprobt. Eine zusammenhängende Pilotanlage, bei der Abfallbrennstoffe mit den in der Verbrennung üblichen Schadstoffspektrum in ähnlicher Form aufgearbeitet werden können, wie dies bei den beschriebenen Anlagen der Fall ist, ist derzeit noch nicht bekannt.

An Raffinerieprozesse angelehnte Verfahren sind derzeit im Pilotmaßstab geplant. Inwiefern sie eine günstigere Emissionsbilanz aufweisen und wirtschaftlich konkurrenzfähig gegen die derzeit klassischen Verfahren sind, kann noch nicht abgeschätzt werden. Grundsätzlich sind derartige Prozesse vor allem dann wirtschaftlich interessant, wenn eine energetische Nutzung über eine Kraft-Wärme-Kopplung nicht möglich ist, allerdings ein Verbraucher für gasförmige oder flüssige Brennstoffe zur Verfügung steht.

Jedenfalls ist aber ein vielfältiges Angebot von Verfahren für die weitere Entwicklung und Verbesserung von Technologien von Vorteil.

16 VORSCHLÄGE ZUR WEITEREN ENTWICKLUNG IM BEREICH DER VERMEIDUNG/VERMINDERUNG, VERWERTUNG UND BEHANDLUNG VON ABFÄLLEN

16.1 ZIELVORGABEN UND LEITLINIEN ZUR ABFALLWIRTSCHAFT

Wesentliche Zielvorgaben - Vermeidung, Verminderung, Verwertung und Behandlung von Abfällen - sind bereits in den Leitlinien zur Abfallwirtschaft 1988 im Auftrag des BMU durch einen Fachbeirat mit Experten aus Wissenschaft, Verwaltung und Wirtschaft erarbeitet worden. Der zur Erreichung dieser Ziele erforderliche Strukturwandel muß durch Vorgabe von gesetzlichen Rahmenbedingungen begleitet werden. Dabei sollen Zielvorgaben und Mindestanforderungen definiert, der verfahrens- und anlagentechnische Weg jedoch möglichst nicht eingeschränkt werden.

Besondere Bedeutung für die Abfallwirtschaft und damit auch für die thermische Behandlung haben die Anforderungen an die Endlagerung von Rückständen bzw. die Deponierung. Dazu ist auf die gegenwärtige im Entwurf vorliegende Deponieverordnung hinzuweisen. Die Anforderungen gemäß den Leitlinien zur Abfallwirtschaft an künftige Deponierung erfordern vor allem auch die Begrenzung des Gehaltes an organisch gebundenem Kohlenstoff. Weiters sind verbindliche Anforderungen für die Zuordnung bestimmter Abfälle zu Behandlungsmaßnahmen erforderlich.

16.2 TECHNISCHE ENTWICKLUNG

Die thermische Behandlung von Abfällen im Sinne der Leitlinien zur Abfallwirtschaft erfordert die konsequente Anwendung von Technologien gemäß Stand der Technik, aber auch weitere Entwicklung und Forschung. Eine Optimierung hinsichtlich einzelner Parameter muß nicht zwingend zu einem Gesamtoptimum führen. Beispielsweise kann eine extreme Minimierung bzw. ein Verbot von "Dioxinmissionen" im Rauchgas die Anwendung der thermischen Behandlung verhindern und letztlich zu einer weiteren Zunahme von "Reaktordeponien" und künftigen Altlasten mit insgesamt wesentlich höheren Emissionen (über Deponiebrände und Deponiegasentwicklung kommt es ebenfalls zu beachtlichen Dioxinmissionen) führen. Neben der Begrenzung von einzelnen Emissionsparametern ist die Optimierung des Gesamtsystems gleichermaßen erforderlich.

196 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

Der Schwerpunkt der technischen Entwicklung wird in nächster Zeit daher vor allem bei der Verwertung und weitergehenden Inertisierung der Rückstände aus der thermischen Abfallbehandlung liegen (siehe beispielhaft Lahl 1993 und Lahl 1994).

Weiters ist auf den Einsatz und Verbrauch von Hilfsstoffen und Chemikalien zu achten, indem die Emissionen aus der Bereitstellung dieser Stoffe zumindestens ansatzweise in ihrer Größenordnung in der Bilanzierung eines Prozesses berücksichtigt werden. Der Verbrauch von frischer Natronlauge kann beispielsweise durch die Verwertung von Sodarückstand aus der Verbrennung von Bleichereiabläugen in Kombination mit der geeigneten Verfahrenstechnik ersetzt werden.

Für die kontinuierliche Überwachung relevanter Emissionsgrenzwerte ist die technische Entwicklung und Erprobung verbesserter Meßsysteme zu erwarten. Das betrifft vor allem die kontinuierliche Überwachung von Gesamt-Quecksilber im gereinigten Abgas.

16.3 WIRTSCHAFTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

Die Umsetzung der Leitlinien zur Abfallwirtschaft erfordert auch im Bereich der thermischen Behandlung wirtschaftliche Rahmenbedingungen, die eine Realisierung von Projekten betriebswirtschaftlich ermöglichen. Die gegenwärtig beobachtbaren Rückgänge bei den Deponiepreisen im Bereich der Reaktordeponien führen zwangsläufig zum Verzicht bzw. zur Verzögerung von notwendigen Maßnahmen in der Vermeidung und Verminderung, aber auch in der Verwertung und Behandlung von Abfällen. Betriebswirtschaftlich werden Entscheidungen getroffen, die kurzfristig zwar zu einer Kostenminimierung und betriebswirtschaftlichen Vorteilen führen, letztlich für die Volkswirtschaft, die Umwelt und insbesondere für künftige Generationen erhebliche Nachteile bringen.

Im Hinblick auf wirtschaftliche Rahmenbedingungen kommt daher der Ökologisierung des Steuersystems entscheidende Bedeutung zu. Ergänzend dazu sind finanzielle Förderungen zu sehen. Förderungsrichtlinien einzelner Fonds zielen darauf ab, den Stand der Technik voranzutreiben und Risiken in der technischen Entwicklung finanziell teilweise abzusichern. Es ist bekannt, daß zahlreiche technische Entwicklungen ohne Förderungen nicht oder erst viel später gekommen wären.

Literaturhinweise

- ABB, 1994: Firmeninformation zu SCR-DeNOx-Anlagen, ABB Umwelttechnik GmbH, D-35510 Butzbach
- AMTSBLATT DER EG, 1984: Richtlinie zur Bekämpfung der Luftverunreinigung durch Industrieanlagen, 84/360/EWG
- AMTSBLATT DER EG, 1989: Richtlinie über die Verhütung der Luftverunreinigung durch neue Verbrennungsanlagen für Siedlungsmüll, 89/369/EWG
- AMTSBLATT DER EG, 1989: Richtlinie über die Verringerung der Luftverunreinigung durch bestehende Verbrennungsanlagen für Siedlungsmüll, 89/429/EWG
- AMTSBLATT DER EG, 1991: Richtlinie über gefährliche Abfälle, 91/689/EWG
- AMTSBLATT DER EG, 1991: Richtlinie zur Vereinheitlichung und zweckmäßigen Gestaltung der Berichte über die Durchführung bestimmter Umweltschutzrichtlinien, 91/692/EWG
- AMTSBLATT DER EG, 1992: Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über die Verbrennung gefährlicher Abfälle, 92/C 130/01
- AMTSBLATT DER EG, 1992: Stellungnahme zu dem Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über die Verbrennung gefährlicher Abfälle, 92/C 332/16
- AMTSBLATT DER EG, 1993: Geänderter Vorschlag für eine Richtlinie des Rates über die Verbrennung gefährlicher Abfälle, 93/C 190/05
- BAKER, L.E., 1993: Incineration Directives, The Challenge of Waste Proceedings, Int. Sym. 1993, 143-152
- BERGHOFF, R., 1994: Müllverbrennung-Schwelbrennverfahren-Thermoselectverfahren, Vergleich der Emissionen unter besonderer Berücksichtigung der Brennstoffsubstitution, in VDI-GVC Jahrbuch 1994, VDI-Verlag, Düsseldorf 1994
- BIRKNER, C. et al, 1993: Arbeitsschutz in einer Müllverbrennungsanlage unter dem Aspekt Umgang mit Gefahrstoffen, Müll und Abfall 3/93.
-

198 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

BMLF und BMU, 1990: Richtlinie für die Ablagerung von Abfällen, Wien 1990.

BMU, 1988: Leitlinien zur Abfallwirtschaft, Wien 1988.

BMUNR, 1990: Stellenwert der Hausmüllverbrennung in der Abfallentsorgung, Bericht des Umweltbundesamtes, Bonn 1990

BMwA, 1993: Verordnung des BM für wirtschaftliche Angelegenheiten, mit der die Luftreinhalteverordnung für Kesselanlagen 1989 geändert wird, Entwurf Juni 1993

BREMER, H., 1986: Druckfarben-wirklich eine Schwermetallquelle im Altpapier?, Das Papier, 40:10A (1986), V46-V52

BRUNNER, P. H., 1993: Limits of Recycling, The Challenge of Waste Proceedings, Int. Sym. 1993, 121-124

BUWAL, 1994: Regelungen für die Abfallentsorgung in Zementwerken; Thesenpapier zuhanden der Kantone Teilbericht 1: Brennstoffe, Studie Dr. Graf AG im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern 1994.

CEN, 1993: Energy recovery from used packaging, Technical Report, 1993

CICHON, W., 1992: Entwicklungspotential der Wirbelschichtfeuerung für die Emissionsminderung bei der thermischen Abfallbehandlung, Berichte aus Wassergüte und Abfallwirtschaft der TU München Nr. 111, 1992

ENVIRONMENTAL TOXICOLOGY INTERNATIONAL, 1992: All Fired Up - Burning Hazardous Waste in Cement Kilns, ETI Inc. 1992

FAHRNI, H.P., 1993: Landfill-the idea of final storage, The Challenge of Waste Proceedings, Int. Sym. 1993, 177-186

FGU BERLIN, 1994: Moderne Techniken einer umweltfreundlichen Zementindustrie, 32. Seminar im Rahmen der UTECH Berlin '94.

GVC-VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, 1992: Verbrennung von Sonderabfällen, Gemeinschaftstagung, Lyon, 1992

-
- HACKL, A., 1990: Moderne Methoden der Rauchgasreinigung nach der Abfallverbrennung, Müllverbrennung und Umwelt Bd. 4, EF-Verlag, Berlin 1990
- HACKL, A. et al, 1990: Stellenwert der Abfallverbrennung im Entsorgungskonzept einer hoch-industrialisierten marktwirtschaftlich orientierten Gesellschaft, Studie im Auftrag des BMU, Wien 1990
- HACKL, A., 1994: Das Abfallwirtschaftsgesetz und thermische Behandlung, ÖAF-Seminar 18.1.1994, Baden
- HACKL, A.E., 1993: Energy Aspects in Environment Protection, The Challenge of Waste Proceedings, Int. Sym. 1993, 125-129
- HAHN, J., 1992: Umweltfreundliche Abfallwirtschaft mit vollständiger Abfallverwertung, Sonderheft und Sonderdruck des Bundesgesundheitsblattes, 35. Jahrgang, Mai 1992
- HARTMANN, J., 1944: Projekt zur Restmüllentsorgung im Landkreis Ludwigsburg nach dem Restmüll-Splitting-Verfahren, Vortrag bei den Verwertungs- und Entsorgungstagen, Wien 15./16.6.1994
- KERSLETTER, J.D et al, 1991: Mixed Waste Paper as a Fuel, Waste Age 1991, 41-43
- LAHL, U., 1993: Schlackeverwertung - ein bedingtes Ja. Abfallwirtschaftsjournal 5 Nr. 6, 511-516, 1993
- LAHL, U., 1994: Der Generationswechsel steht bevor - Erfahrungen mit dem Betrieb einer konventionellen Altanlage, Schriftenreihe "Praxis-Forum" Umwelttechnik 10/94, Technik + Kommunikation Verlags GmbH, Berlin
- LANDESUMWELTANWALTSCHAFT BUNDESLAND SALZBURG, 1989: Müllheizkraftwerk BL Salzburg, Überprüfung der MAB-Lentjes-Projektstudie von GR&P GesmbH
- LIEBL P., GERGER W., 1993: Nutzen und Grenzen beim Einsatz von Sekundärstoffen in ZKG Zement-Kalk-Gips, 46. Jg., Heft 10, S. 632-638, 1993.
- LÖFFLER, H., 1988: Anforderungen an eine umweltverträgliche Entsorgung von MVA-Reststoffen, in Beiträge zum Umweltschutz 17, MA für Umwelt, Freizeit, Sport
-

200 Grundlagen für eine Technische Anleitung zur thermischen Behandlung von Abfällen

LÖFFLER, H., 1993: Umweltverbesserung durch die thermische Abfallbehandlung in Wien: was noch zu tun ist, Handbuch der Umwelttechnik '94, UTEC-Absorga, Wien 1993

LUKAS, W., et al, 1993: Immobilisation schadstoffhaltiger Materialien, Berichtsband internationaler Fachtagung, Institut für Baustofflehre und Materialprüfung, Innsbruck 9./10.12.1993

MARK, F.E., 1994: Energie-Rückgewinnung aus Kunststoffen, in VDI-GVC Jahrbuch 1994, VDI-Verlag, Düsseldorf 1994

MUSCHELKNAUTZ, S., et al, 1993: Notabschott-, Entspannungs- und Entleerungssysteme und Blowdowneinrichtungen in Chemieanlagen, VDI Jahrbuch 1993, Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen

NEUBACHER, F., ALFONS, G., 1992: Minimierung von Emissionen durch gesamtheitliche Konzeption am Beispiel des "Alu-Recycling Kombi-Projektes", Vortrag im Rahmen der Tagung "Ganzheitlicher Umweltschutz" der Veranstaltungsreihe Strategien der Kreislaufwirtschaft, Technische Universität Graz, September 1992.

NEUBACHER, F., 1994: Thermische Behandlung und Verwertung von Abfällen in Industrieanlagen, in "Von der Entsorgung zur integrierten Abfallwirtschaft - Österreichische Abfallwirtschaftstagung 1994", herausgegeben vom Österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, April 1994.

RAT, 1989: "Grundsatzstudie über die Emission von Luftschadstoffen in der österreichischen Ziegelindustrie" durchgeführt von RAT Rieger Anlagentechnik GmbH im Auftrag des Umwelt- und Wasserwirtschaftsfonds, Wien, 1989.

REIMANN, D.O., 1993: Zeitgemäße Restabfallverbrennung Stand der Technik - Möglichkeiten - Grenzen, Schriftenreihe Umweltschutz, Bamberg 1993.

RHEINBRAUN AG, 1991: Empfehlungen zum Umgang mit Braunkohlenkoks; herausgegeben von Reinbraun AG, Köln 1991.

SEH, 1990: HTV-Projekt Linz, Unterlagen für das Gespräch im Rahmen des HTV-Beirates am 8.Nov. 1990, Sonderabfall-Entsorgung Holdingges mbH

THOME-KOZMIENSKY, K.J., 1985: Pyrolyse von Abfällen, EF-Verlag, Berlin 1985

THOME-KOZMIENSKY, K.J., 1985: Verbrennung von Abfällen, EF-Verlag, Berlin 1985

THOME-KOZMIENSKY, K.J., 1993: Reaktoren zur thermischen Abfallbehandlung, EF-Verlag, 1993

TIEBEL-PAHLKE, C. et al, 1992: UVP-orientierte Standortsuche für Abfallentsorgungsanlagen, Müll und Abfall 11/92

UBA Berlin, 1990: Bericht zum Stellenwert der Verbrennung von Siedlungsabfällen in der Abfallentsorgung

UMWELTBUNDESAMT, 1994: UVE-Leitfaden - Eine Information zur Umweltverträglichkeitsanalyse, UBA Wien, Juni 1994

UNIDO REPORT, 1993: Seminar on Cleaner Production in the Cement Industry, Ägypten im März 1993

VDI 2114, 1992: Emissionsminderung - Thermische Abfallbehandlung, Verbrennung von Hausmüll und hausmüllähnlichen Abfällen

VDI 1093, 1993: Kumulierte Energie- und Stoffbilanzen - Ihre Bedeutung für Ökobilanzen, Handbuch zur Tagung vom 30.11. und 1.12.1993, München.

VDI 2301, 1993: Emissionsminderung - Verbrennen von Abfällen aus Krankenhäusern und sonstigen Einrichtungen des Gesundheitswesens

VDI 3460, 1991: Emissionsminderung - Thermische Abfallbehandlung, Verbrennung von Sonderabfällen

VDI, 1993: Thermische Abfallbehandlung mit Kombinationsverfahren, Handbuch zum Seminar vom 18./19.11.1993, Mannheim.

WOSCHITZ, D., 1983: Das dänische zentralgeleitete Abfallentsorgungskonzept für gefährliche chemische Abfälle, Swiss Chem 5 (5), 1983, 35 ff.

ALLGEMEINE UNFALLVERSICHERUNGSANSTALT, 1993: Sicherheitswegweiser, Unfallverhütung und Berufskrankheitenbekämpfung, Handbuch der AUVA
