

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Emissionsminderung
Thermische Abfallbehandlung
Grundlagen
Emission control
Thermal waste treatment
Fundamentals

VDI 3460

Blatt 1 / Part 1

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeiger einem öffentlichen Einspruchsverfahren unterworfen.
Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The draft of this standard has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.



Inhalt	Seite
Vorbemerkung	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Begriffe	8
3 Technologie	14
3.1 Allgemeine Ziele der thermischen Abfallbehandlung	14
3.2 Abfallarten	14
3.2.1 Siedlungsabfälle	14
3.2.2 Gefährliche Abfälle	18
3.2.3 Ersatzbrennstoffe	19
3.2.4 Klärschlämme	23
3.2.5 Altholz	25
3.2.6 Krankenhausspezifische Abfälle	25
3.3 Aufbau und Betrieb von thermischen Abfallbehandlungsanlagen	28
3.3.1 Prinzipieller Aufbau der Anlagen	28
3.3.2 Anlieferung der Abfälle	30
3.3.3 Lagerung	33
3.3.4 Aufbereitungs- und Vorschaltanlagen	37
3.3.5 Beschickungseinrichtungen	37
3.3.6 Thermische Behandlungssysteme	41
3.3.7 Entascher/Entschlacker	65
3.3.8 Abgaskühlung und Wärmenutzung	66
3.3.9 Abgasreinigung	68
3.3.10 Ableitung der Abgase	68
3.3.11 Mess- und Regeleinrichtungen	69
3.4 Thermische Abfallbehandlung durch Mitverbrennung in Produktionsanlagen	69
3.4.1 Kraftwerke	70
3.4.2 Zementwerke	72
3.4.3 Kalkwerke	75
3.4.4 Hüttenwerke	76

Contents	Page
Preliminary note	4
1 Scope	4
2 Terms and definitions	8
3 Technology	14
3.1 General objectives of thermal waste treatment	14
3.2 Waste categories	14
3.2.1 Municipal solid waste	14
3.2.2 Hazardous waste	18
3.2.3 Refuse-derived fuels	19
3.2.4 Sewage sludge	23
3.2.5 Waste wood	25
3.2.6 Clinical waste	25
3.3 Configuration and operation of thermal waste treatment plants	28
3.3.1 Basic plant configuration	28
3.3.2 Waste delivery	30
3.3.3 Storage	33
3.3.4 Pretreatment and front-end processing systems	37
3.3.5 Feed systems	37
3.3.6 Thermal treatment systems	41
3.3.7 Bottom ash/slag discharger	65
3.3.8 Flue gas cooling and heat recovery	66
3.3.9 Flue gas cleaning	68
3.3.10 Discharge of flue gases	68
3.3.11 Instrumentation	69
3.4 Thermal waste treatment by co-incineration in production plants	69
3.4.1 Power plants	70
3.4.2 Cement plants	72
3.4.3 Lime industry	75
3.4.4 Iron and steel plants	76

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltschutztechnik

	Seite		Page
4 Maßnahmen zur Emissionsminderung . . .	77	4 Emission control measures	77
4.1 Allgemeine Hinweise	77	4.1 General notes	77
4.2 Emissionsminderung bei der Annahme und Lagerung von Abfällen	78	4.2 Emission control in the waste reception and storage areas	78
4.2.1 Annahme- und Übernahmestation	78	4.2.1 Receiving and transfer stations	78
4.2.2 Lager für Feststoffe	78	4.2.2 Solids storage area	78
4.2.3 Lager für pastöse Abfälle	79	4.2.3 Storage of pasty waste	79
4.2.4 Lager für flüssige Abfälle	80	4.2.4 Storage of liquid waste	80
4.2.5 Tanklager für gefährliche Abfälle	80	4.2.5 Tank farms for hazardous waste	80
4.2.6 Tankcontainer-Entleerstation für gefährliche Abfälle	80	4.2.6 Tank container emptying station for hazardous waste	80
4.2.7 Gebindelager und Gebindebehand- lung für gefährliche Abfälle	81	4.2.7 Drummed hazardous waste storage and drum treatment	81
4.3 Emissionsminderung im Bereich der Aufbereitungs- und Vorschaltanlagen	81	4.3 Emission control in the pretreatment and front-end processing area	81
4.4 Emissionsminderung im Bereich von Feuerung und Dampferzeuger	82	4.4 Emission control in the area of the incineration system and steam generator	82
4.4.1 Beschickung	82	4.4.1 Feed system	82
4.4.2 Feuerung	83	4.4.2 Incineration system	83
4.4.3 Dampferzeuger	90	4.4.3 Steam generator	90
4.5 Emissionsminderung durch Abgasreinigung	91	4.5 Secondary emission control measures	91
4.5.1 Technische Einrichtungen und Verfahren zur Emissionsminderung	91	4.5.1 Emission control equipment and processes	91
4.5.2 Verbreitete Schaltungsvarianten der einzelnen Reinigungsstufen	112	4.5.2 Common configurations of the individual flue gas cleaning stages	112
4.5.3 Hinweise zur Auswahl von Abgasreinigungsverfahren	119	4.5.3 Information on the selection of flue gas cleaning technologies	119
4.6 Emissionsminderung durch Mess-, Steuer- und Regeltechnik zur gesicherten Betriebsführung	132	4.6 Emission control through instrumentation and control systems for reliable process control	132
4.6.1 Vorbemerkung	132	4.6.1 Preliminary note	132
4.6.2 Hauptregelkreise	134	4.6.2 Main control loops	134
4.6.3 Messungen zur Feuerungs- leistungsregelung	136	4.6.3 Measurements for combustion control	136
4.6.4 Messungen im Bereich des Kessels und des Wasser-Dampf-Kreislaufs	138	4.6.4 Measurements in the area of the boiler and the water-steam circuit	138
4.6.5 Abgasmessungen am Kesselende	141	4.6.5 Flue gas measurements at the boiler outlet	141
4.6.6 Messungen im Bereich der Abgasreinigung	142	4.6.6 Measurements in the area of the flue gas cleaning system	142
4.6.7 Emissionsmessungen im Reingas vor Schornstein	145	4.6.7 Clean gas emission measure- ments at the stack inlet	145
4.6.8 Hilfs- und Nebenanlagen	145	4.6.8 Auxiliary systems	145
4.6.9 Messungen zur energetischen Bewertung	146	4.6.9 Measurements for energy efficiency assessments	146
4.6.10 Einzelmessungen und manuelle Messungen	146	4.6.10 Individual measurements and manual measurements	146
4.6.11 Ausblicke, Entwicklungen	147	4.6.11 Outlooks, trends	147
5 Rechtliche Rahmenbedingungen der emissionsbegrenzenden Maßnahmen	153	5 Legal framework for emission control measures	153
5.1 Abgase	153	5.1 Flue gases	153
5.2 Abwässer	159	5.2 Wastewater	159
5.3 Abfälle	163	5.3 Residues	163

	Seite		Page
6 Anleitung für Emissionsmessungen	164	6 Emission measurement instructions	164
6.1 Aufgabenstellung	164	6.1 Objective	164
6.2 Wiederkehrende Einzelmessungen	165	6.2 Recurrent individual measurements	165
6.2.1 Messplanung	165	6.2.1 Measurement planning	165
6.2.2 Durchführung der Messungen	170	6.2.2 Execution of measurements	170
6.2.3 Bezugsgrößen	170	6.2.3 Reference quantities	170
6.2.4 Messungen im Bereich der Nachbrennzone	170	6.2.4 Measurements in the area of the secondary combustion zone	170
6.2.5 Komponentenspezifische Messungen	172	6.2.5 Component-specific measurements	172
6.2.6 Auswertung der Messungen	172	6.2.6 Evaluation of measured data	172
6.2.7 Messbericht	176	6.2.7 Measurement report	176
6.3 Eignungsprüfung und Bekanntgabe, Funktionsprüfung und Kalibrierung der automatischen Messeinrichtungen (QAL1/QAL2/AST)	177	6.3 Suitability test and notification, annual surveillance test and calibration of automated measuring systems (QAL1/QAL2/AST)	177
6.3.1 Aufgabenstellung	177	6.3.1 Objective	177
6.3.2 Eignungsprüfungen (QAL1)	178	6.3.2 Suitability tests (QAL1)	178
6.3.3 Jährliche Funktionsprüfung (AST)	180	6.3.3 Annual surveillance test (AST)	180
6.3.4 Kalibrierung und Validierung der automatischen Messeinrichtung (QAL2)	181	6.3.4 Calibration and validation of automated measuring systems (QAL 2)	181
6.3.5 Referenzmessverfahren SRM	185	6.3.5 Standard reference method (SRM)	185
6.3.6 Hinweis zum Einsatz von AMS für Staub	185	6.3.6 Notes on the use of AMS for particulate monitoring	185
6.3.7 Hinweis zum Einsatz von Quecksilber-AMS	186	6.3.7 Notes on the use of mercury AMS	186
6.3.8 Kalibrierung der Messeinrichtung für die Temperatur in der Nachbrennzone	187	6.3.8 Calibration of the AMS for minimum temperature monitoring in the secondary combustion zone	187
6.3.9 Auswertung der Messungen mittels Emissionswertrechner	188	6.3.9 Evaluation of measured data by means of electronic evaluation unit	188
6.3.10 Messbericht	190	6.3.10 Measurement report	190
6.4 Laufende Qualitätssicherung durch den Betreiber (QAL3)	190	6.4 Ongoing quality assurance by the operator (QAL 3)	190
6.4.1 Fachkunde und Dokumentation	190	6.4.1 Competency and documentation	190
6.4.2 Regelkarten	191	6.4.2 Control charts	191
6.4.3 Wartungsarbeiten	192	6.4.3 Maintenance	192
7 Feste und flüssige Rückstände	192	7 Solid and liquid residues	192
7.1 Allgemeine Hinweise	192	7.1 General notes	192
7.2 Art und Entsorgung der Rückstände	195	7.2 Residue types and disposal	195
7.2.1 Schlacke/Asche aus dem Feuerraum	195	7.2.1 Bottom ash/slag from the furnace	195
7.2.2 Asche/Stäube aus Kessel und Abgasreinigung	203	7.2.2 Ash/dust from boiler and flue gas cleaning systems	203
7.2.3 Abwässer	204	7.2.3 Wastewater	204
7.2.4 Reaktionsprodukte und beladene Adsorbentien aus der Abgas- reinigung	206	7.2.4 Reaction products and spent adsorbents from flue gas cleaning	206
7.2.5 Verbrauchte Katalysatormasse	208	7.2.5 Spent catalysts	208
7.2.6 Sonstige Rückstände	208	7.2.6 Other residues	208

	Seite		Page
8 Kosten/Erlöse der thermischen Abfall-		8 Cost of/revenues from thermal waste	
behandlung	209	treatment activities	209
8.1 Investitionskosten.	210	8.1 Capital cost.	210
8.2 Betriebskosten und Erlöse	210	8.2 Operating costs and revenues	210
8.3 Maßnahmen zur Kostenoptimierung	213	8.3 Cost optimisation measures	213
9 Beurteilung der Entwicklungsstufe neuer		9 Assessment of the development status	
Verfahren	214	of emerging technologies	214
10 Störungen des bestimmungsgemäßen		10 Abnormal operating conditions and	
Betriebs	217	major accidents.	217
10.1 Störungen des bestimmungsgemäßen		10.1 Abnormal operating conditions	218
Betriebs	218	10.2 Major accidents	220
10.2 Störfälle	220		
Anhang Auszug aus einer beispielhaften		Annex Excerpt from an example instrument list	
Messstellenliste einer Siedlungs-		of a municipal solid waste incinerator	224
abfallverbrennungsanlage	222		
Schrifttum	226	Bibliography	226
Bennennungsindex englisch – deutsch.	234	Term index English – German.	234