

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEUREEmissionsminderung  
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
<b>1 Anwendungsbereich . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>2 Begriffe . . . . .</b>	<b>8</b>
<b>3 Technologie . . . . .</b>	<b>14</b>
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
<b>1 Scope . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>2 Terms and definitions . . . . .</b>	<b>8</b>
<b>3 Technology . . . . .</b>	<b>14</b>
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

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 3: Emissionsminderung II  
VDI-Handbuch Energietechnik

	Seite		Page
<b>4 Maßnahmen zur Emissionsminderung . . .</b>	<b>77</b>	<b>4 Emission control measures . . . . .</b>	<b>77</b>
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
<b>5 Rechtliche Rahmenbedingungen der emissionsbegrenzenden Maßnahmen . . . . .</b>	<b>153</b>	<b>5 Legal framework for emission control measures . . . . .</b>	<b>153</b>
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
<b>6 Anleitung für Emissionsmessungen . . . . .</b>	<b>164</b>	<b>6 Emission measurement instructions . . . . .</b>	<b>164</b>
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
<b>7 Feste und flüssige Rückstände . . . . .</b>	<b>192</b>	<b>7 Solid and liquid residues . . . . .</b>	<b>192</b>
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
<b>8 Kosten/Erlöse der thermischen Abfall-</b>		<b>8 Cost of/revenues from thermal waste</b>	
<b>behandlung . . . . .</b>	<b>209</b>	<b>treatment activities . . . . .</b>	<b>209</b>
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
<b>9 Beurteilung der Entwicklungsstufe neuer</b>		<b>9 Assessment of the development status</b>	
<b>Verfahren . . . . .</b>	<b>214</b>	<b>of emerging technologies . . . . .</b>	<b>214</b>
<b>10 Störungen des bestimmungsgemäßen</b>		<b>10 Abnormal operating conditions and</b>	
<b>Betriebs . . . . .</b>	<b>217</b>	<b>major accidents. . . . .</b>	<b>217</b>
10.1 Störungen des bestimmungsgemäßen		10.1 Abnormal operating conditions . . . .	218
Betriebs . . . . .	218	10.2 Major accidents . . . . .	220
10.2 Störfälle . . . . .	220		
<b>Anhang</b> Auszug aus einer beispielhaften		<b>Annex</b> 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