ICS 13.030.40, 27.190

VDI-RICHTLINIEN

Februar 2014
February 2014

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

Frühere Ausgaben: VDI 3460:2002-03; 01.12 Entwurf, deutsch

Zu beziehen durch / Available at Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten / All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf 2014

Former editions: VDI 3460:2002-03; 01/12 Draft, in German only

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet / Reproduction – even for internal use – not permitted

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

3.38 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

 Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2014

Seite

4 Maßnahmen zur Emissionsminderung . . . 77
4.1 Allgemeine Hinweise . . . 77
4.2 Emissionsminderung bei der Annahme und Lagerung von Abfällen . . . 78
4.2.1 Annahme- und Übernahmestation . 78
4.2.2 Lager für Feststoffe . . . 78
4.2.3 Lager für pastöse Abfälle . . . 79
4.2.4 Lager für flüssige Abfälle . . . 80
4.2.5 Tanklager für gefährliche Abfälle . 80
4.2.6 Tankcontainer-Entleerstation für gefährliche Abfälle . . . 80
4.2.7 Gebindelager und Gebindebehandlung für gefährliche Abfälle . . . 81
4.3 Emissionsminderung im Bereich der Aufbereitungs- und Vorschaltanlagen . . 81
4.4 Emissionsminderung im Bereich von Feuerung und Dampferzeuger . . . 82
4.4.1 Beschickung . . . 82
4.4.2 Feuerung . . . 83
4.4.3 Dampferzeuger . . . 90
4.5 Emissionsminderung durch Abgasreinigung . . . 91
4.5.1 Technische Einrichtungen und Verfahren zur Emissionsminderung 91
4.5.2 Verbreitete Schaltungsvarianten der einzelnen Reinigungsstufen . . . 112
4.5.3 Hinweise zur Auswahl von Abgasreinigungsverfahren . . . 119
4.6 Emissionsminderung durch Mess-, Steuer- und Regeltechnik zur gesicherten Betriebsführung . . . 132
4.6.1 Vorbemerkung . . . 132
4.6.2 Hauptregelkreise . . . 134
4.6.3 Messungen zur Feuerungsleistungsregelung . . . 136
4.6.4 Messungen im Bereich des Kessels und des Wasser-Dampf-Kreislaufs 138
4.6.5 Abgasmessungen am Kesselende 141
4.6.6 Messungen im Bereich der Abgasreinigung . . . 142
4.6.7 Emissionsmessungen im Reingas vor Schornstein . . . 145
4.6.8 Hilfs- und Nebenanlagen . . . 145
4.6.9 Messungen zur energetischen Bewertung . . . 146
4.6.10 Einzelmessungen und manuelle Messungen . . . 146
4.6.11 Ausblicke, Entwicklungen . . . 147

5 Rechtliche Rahmenbedingungen der emissionsbegrenzenden Maßnahmen . . . 153
5.1 Abgase . . . 153
5.2 Abwässer . . . 159
5.3 Abfälle . . . 163

Page

4 Emission control measures . . . 77
4.1 General notes . . . 77
4.2 Emission control in the waste reception and storage areas . . . 78
4.2.1 Receiving and transfer stations . . 78
4.2.2 Solids storage area . . . 78
4.2.3 Storage of pasty waste . . . 79
4.2.4 Storage of liquid waste . . . 80
4.2.5 Tank farms for hazardous waste . . 80
4.2.6 Tank container emptying station for hazardous waste . . . 80
4.2.7 Drummed hazardous waste storage and drum treatment . . . 81
4.3 Emission control in the pretreatment and front-end processing area . . . 81
4.4 Emission control in the area of the incineration system and steam generator . 82
4.4.1 Feed system . . . 82
4.4.2 Incineration system . . . 83
4.4.3 Steam generator . . . 90
4.5 Secondary emission control measures . . 91
4.5.1 Emission control equipment and processes . . . 91
4.5.2 Common configurations of the individual flue gas cleaning stages 112
4.5.3 Information on the selection of flue gas cleaning technologies . . . 119
4.6 Emission control through instrumentation and control systems for reliable process control . . . 132
4.6.1 Preliminary note . . . 132
4.6.2 Main control loops . . . 134
4.6.3 Measurements for combustion control . . . 136
4.6.4 Measurements in the area of the boiler and the water-steam circuit 138
4.6.5 Flue gas measurements at the boiler outlet . . . 141
4.6.6 Measurements in the area of the flue gas cleaning system . . . 142
4.6.7 Clean gas emission measurements at the stack inlet . . . 145
4.6.8 Auxiliary systems . . . 145
4.6.9 Measurements for energy efficiency assessments . . . 146
4.6.10 Individual measurements and manual measurements . . . 146
4.6.11 Outlooks, trends . . . 147

5 Legal framework for emission control measures . . . 153
5.1 Flue gases . . . 153
5.2 Wastewater . . . 159
5.3 Residues . . . 163

All rights reserved © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2014

Seite

6 Anleitung für Emissionsmessungen 164
6.1 Aufgabenstellung 164
6.2 Wiederkehrende Einzelmessungen 165
6.2.1 Messplanung 165
6.2.2 Durchführung der Messungen . . . 170
6.2.3 Bezugsgrößen 170
6.2.4 Messungen im Bereich der Nachbrennzone 170
6.2.5 Komponentenspezifische Messungen 172
6.2.6 Auswertung der Messungen 172
6.2.7 Messbericht 176
6.3 Eignungsprüfung und Bekanntgabe, Funktionsprüfung und Kalibrierung der automatischen Messeinrichtungen (QAL1/QAL2/AST) 177
6.3.1 Aufgabenstellung 177
6.3.2 Eignungsprüfungen (QAL1) . . . 178
6.3.3 Jährliche Funktionsprüfung (AST) 180
6.3.4 Kalibrierung und Validierung der automatischen Messeinrichtung (QAL2) 181
6.3.5 Referenzmessverfahren SRM . . 185
6.3.6 Hinweis zum Einsatz von AMS für Staub 185
6.3.7 Hinweis zum Einsatz von Quecksilber-AMS 186
6.3.8 Kalibrierung der Messeinrichtung für die Temperatur in der Nachbrennzone 187
6.3.9 Auswertung der Messungen mittels Emissionswertrechner . . 188
6.3.10 Messbericht 190
6.4 Laufende Qualitätssicherung durch den Betreiber (QAL3) 190
6.4.1 Fachkunde und Dokumentation . . 190
6.4.2 Regelkarten 191
6.4.3 Wartungsarbeiten 192

7 Feste und flüssige Rückstände 192
7.1 Allgemeine Hinweise 192
7.2 Art und Entsorgung der Rückstände . . . 195
7.2.1 Schlacke/Asche aus dem Feuerraum 195
7.2.2 Asche/Stäube aus Kessel und Abgasreinigung 203
7.2.3 Abwässer 204
7.2.4 Reaktionsprodukte und beladene Adsorbentien aus der Abgasreinigung 206
7.2.5 Verbrauchte Katalysatormasse . . . 208
7.2.6 Sonstige Rückstände 208

Page

6 Emission measurement instructions 164
6.1 Objective 164
6.2 Recurrent individual measurements . . . 165
6.2.1 Measurement planning 165
6.2.2 Execution of measurements 170
6.2.3 Reference quantities 170
6.2.4 Measurements in the area of the secondary combustion zone 170
6.2.5 Component-specific measurements 172
6.2.6 Evaluation of measured data . . . 172
6.2.7 Measurement report 176
6.3 Suitability test and notification, annual surveillance test and calibration of automated measuring systems (QAL1/QAL2/AST) 177
6.3.1 Objective 177
6.3.2 Suitability tests (QAL1) 178
6.3.3 Annual surveillance test (AST) . 180
6.3.4 Calibration and validation of automated measuring systems (QAL 2) 181
6.3.5 Standard reference method (SRM) 185
6.3.6 Notes on the use of AMS for particulate monitoring 185
6.3.7 Notes on the use of mercury AMS 186
6.3.8 Calibration of the AMS for minimum temperature monitoring in the secondary combustion zone 187
6.3.9 Evaluation of measured data by means of electronic evaluation unit 188
6.3.10 Measurement report 190
6.4 Ongoing quality assurance by the operator (QAL 3) 190
6.4.1 Competency and documentation . 190
6.4.2 Control charts 191
6.4.3 Maintenance 192

7 Solid and liquid residues 192
7.1 General notes 192
7.2 Residue types and disposal 195
7.2.1 Bottom ash/slag from the furnace . 195
7.2.2 Ash/dust from boiler and flue gas cleaning systems 203
7.2.3 Wastewater 204
7.2.4 Reaction products and spent adsorbents from flue gas cleaning 206
7.2.5 Spent catalysts 208
7.2.6 Other residues 208

 Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2014

Seite

8 Kosten/Erlöse der thermischen Abfallbehandlung 209
8.1 Investitionskosten 210
8.2 Betriebskosten und Erlöse 210
8.3 Maßnahmen zur Kostenoptimierung . . . 213

9 Beurteilung der Entwicklungsstufe neuer Verfahren 214

10 Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebs 217
10.1 Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebs 218
10.2 Störfälle 220

Anhang Auszug aus einer beispielhaften Messstellenliste einer Siedlungsabfallverbrennungsanlage 222

Schrifttum 226

Bennennungsindex englisch – deutsch 234

Page

8 Cost of/revenues from thermal waste treatment activities 209
8.1 Capital cost 210
8.2 Operating costs and revenues 210
8.3 Cost optimisation measures 213

9 Assessment of the development status of emerging technologies 214

10 Abnormal operating conditions and major accidents 217
10.1 Abnormal operating conditions 218
10.2 Major accidents 220

Annex Excerpt from an example instrument list of a municipal solid waste incinerator . 224

Bibliography 226

Term index English – German 234