

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Emissionsminderung
Thermische Abfallbehandlung

VDI 3460
Blatt 1
Entwurf

Emission control – Thermal treatment of waste

Einsprüche bis 2012-04-30

- vorzugsweise in Tabellenform als Datei per E-Mail an krdl@vdi.de
Die Vorlage dieser Tabelle kann abgerufen werden unter <http://www.vdi-richtlinien.de/einsprueche>
- in Papierform an
Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN
Fachbereich Umweltschutztechnik
Postfach 10 11 39
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite	Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2	6 Anleitung für Emissionsmessungen	85
1 Anwendungsbereich	2	6.1 Aufgabenstellung	85
2 Begriffe	4	6.2 Wiederkehrende Einzelmessungen	86
3 Technologie	7	6.3 Eignungsprüfung und Bekanntgabe, Funktionsprüfung und Kalibrierung der automatischen Messeinrichtungen (QAL1/QAL2/AST)	92
3.1 Allgemeine Ziele der thermischen Abfallbehandlung	7	6.4 Betreiberpflichten (QAL3)	99
3.2 Abfallarten	7	7 Feste und flüssige Rückstände	100
3.3 Aufbau und Betrieb von thermischen Abfallbehandlungsanlagen	14	7.1 Allgemeine Hinweise	100
3.4 Thermische Abfallbehandlung durch Mitverbrennung in Produktionsanlagen ...	36	7.2 Art und Entsorgung der Rückstände	101
4 Maßnahmen zur Emissionsminderung	39	8 Kosten/Erlöse der thermischen Abfallbehandlung	110
4.1 Allgemeine Hinweise	39	8.1 Investitionskosten	110
4.2 Emissionsminderung bei der Annahme und Lagerung von Abfällen	40	8.2 Betriebskosten und Erlöse	110
4.3 Emissionsminderung im Bereich der Aufbereitungs- und Vorschaltanlagen	42	8.3 Maßnahmen zur Kostenoptimierung	112
4.4 Emissionsminderung im Bereich von Feuerung und Dampferzeuger	42	9 Beurteilung der Entwicklungsstufe neuer Verfahren	112
4.5 Emissionsminderung durch Abgasreinigung	47	10 Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebs und Störfälle	114
4.6 Emissionsminderung durch Mess-, Steuer- und Regeltechnik zur gesicherten Betriebsführung	69	10.1 Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebs	114
5 Rechtliche Rahmenbedingungen der emissionsbegrenzenden Maßnahmen	79	10.2 Störfälle	115
5.1 Abgase	79	Anhang Auszug aus Messstellenliste_AVA	117
5.2 Abwässer	82	Schrifttum	119
5.3 Abfälle	84		

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

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi-richtlinien.de), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

An der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie waren beteiligt:

Prof. Dr.-Ing. *Peter Quicker*, Aachen, Vorsitzender

Dipl.-Ing. *Conrad M. Bader*, Zürich

Dipl.-Ing. *Erhard Barth*, Aindling-Hausen

Prof. Dr.-Ing. *Michael Beckmann*, Dresden

Dipl.-Ing. *Michaela Braun*, Münster

Dipl.-Ing. *Michael Busch*, München

Dipl.-Ing. *Markus Gleis*, Berlin

Dr. *Renate Jordan*, Augsburg

Dipl.-Phys. *Oliver Kalusch*, Witten

Dipl.-Ing. *Rudi Karpf*, Lich

Dipl.-Phys. *Jochen Kolenda*, Berlin

Dipl.-Ing. *Jens Korell*, Karlsruhe

Dr.-Ing. *Hans-Jürgen Mildener*, Kaiseraugst

Prof. Dr.-Ing. *Bernd Neukirchen*, Essen,
Vorsitzender bis zum 31.12.2009

Dr.-Ing. *Adolf Nottrodt*, Hamburg

Dipl.-Ing. *Martin Pohl*, Dresden

Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. *Jens Reich*, Essen

Dipl.-Ing. *Herbert Riethmüller*, Darmstadt

Dr.-Ing. *Christoph Sager*, Düsseldorf

Dr. *Ulrich Schirmer*, Essen

Prof. Dr.-Ing. *R. Scholz*, Clausthal-Zellerfeld

Prof. Dr.-Ing. *Helmut Seifert*, Karlsruhe

Dipl.-Ing. *Carsten Spohn*, Würzburg

Dr. *Horst Suchomel*, Biebesheim

Dipl.-Ing. *Norbert Suritsch*, Planegg

Dipl.-Ing. *Astrid Tanneberg*, Kassel

Dipl.-Ing. *Christian Tebert*, Hamburg

Bernhard Thull, München

Dr.-Ing. *Winfried Vaulont*, Köln

Dipl.-Ing. *Jörn Wandschneider*, Hamburg

Dipl.-Ing. *Rolf Wradatsch*, Ludwigshafen

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3460.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gibt einen Überblick über den Stand der Technik der Emissionsminderung bei der thermischen Abfallbehandlung (Verbrennung, Vergasung, Pyrolyse) sowie Hinweise für den Bau und den Betrieb insbesondere von Abfallverbrennungsanlagen. Der Grundgedanke der Richtlinienausschüsse ist ein enger Erfahrungsaustausch zwischen Anlagenbetreibern, Herstellern, beratenden Ingenieuren und Fachbehörden, damit auch unter Kosten-Nutzen-Gesichtspunkten umweltverträgliche Anlagen nach dem Stand der Technik gebaut und betrieben werden können.

Ein sehr breit gefächertes Spektrum von Abfällen wird thermisch behandelt, wobei der eigentliche thermische Vorgang in der Regel nur ein Teil eines komplexen Abfallbehandlungssystems ist. Deshalb ist die vorliegende Richtlinie ein Teil einer Reihe, die sich von der Abfallsammlung (VDI 2160) bis zur Abfalllagerung (VDI 3860) mit den unterschiedlichen Verwertungs- und Beseitigungsthemen befassen.

Die Richtlinie befasst sich mit der thermischen Behandlung folgender Abfallarten:

- **Siedlungsabfälle:** Es werden in der Regel gemischte und weitgehend unbehandelte Haushaltsabfälle in Verbrennungsanlagen behandelt. In den für die Verbrennung von nicht gefährlichen industriellen und gewerblichen Abfällen vorgesehenen Verbrennungsanlagen werden auch bestimmte Abfälle aus Industrie und Gewerbe verbrannt.
- **Gefährliche Abfälle:** Die Verbrennung gefährlicher Abfälle erfolgt sowohl an Industriestandorten, vorrangig der chemischen Industrie, als auch in für diesen Zweck errichteten gewerblichen Anlagen.
- **Ersatzbrennstoffe:** Es handelt sich um Siedlungsabfälle und andere Abfälle, die gesondert gesammelt, vorbehandelt oder anderweitig aufbereitet wurden, sodass sie andere Merkmale aufweisen als gemischter Abfall. Diese gezielt aufbereiteten Brennstoffe aus Abfall werden in Ersatzbrennstoffkraftwerken eingesetzt, die meist in die Wärme- und Stromversorgung von Industriestandorten eingebunden sind.

- *Klärschlämme*: An einigen Standorten werden Klärschlämme getrennt von anderen Abfällen in speziell dafür errichteten Verbrennungsanlagen verbrannt, an anderen Anlagenstandorten wird der Klärschlamm nach mechanischer oder thermischer Entwässerung anderen Abfällen, z. B. Siedlungsabfällen, oder auch Regelbrennstoffen zugemischt und in Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle, Kraftwerken oder Produktionsanlagen mitverbrannt.
- *Altholz*: Die Richtlinie legt hier den Schwerpunkt auf die thermische Behandlung von Althölzern, die den Abfällen zuzuordnen sind.
- *Krankenhausabfälle*: Diese Abfälle, die typischerweise in Krankenhäusern und anderen Einrichtungen des Gesundheitswesens anfallen, werden in der Regel in speziellen, zentralen Anlagen behandelt. Die Richtlinie VDI 2301 befasst sich mit diesem Thema. In einigen Fällen werden bestimmte Krankenhausabfälle aber auch zusammen mit gemischten Siedlungsabfällen oder gefährlichen Abfällen verbrannt.

Radioaktive Abfälle sind nicht Gegenstand dieser Richtlinie.

Eine eindeutige Zuordnung von Abfallschlüsseln aus dem europäischen Abfallartenkatalog in die verschiedenen Kategorien ist nicht möglich. So sind manche als gefährlich eingestufte Abfälle durchaus auch in Anlagen einzusetzen, die grundsätzlich für „ungefährliche“ Siedlungsabfälle ausgelegt wurden.

Die Beschreibung der für die thermische Behandlung von Abfällen anwendbaren Techniken berücksichtigt neben den nationalen Erfahrungen auch die Informationen, die im Beste-verfügbare-Technik-(BVT-)Merkblatt „Abfallverbrennung“ dokumentiert sind. Die Richtlinie enthält Informationen zur thermischen Behandlung der allgemeinen Siedlungsabfälle sowie Beschreibungen zu Techniken, die für spezielle Anforderungen an bestimmte Abfallfraktionen zu erfüllen sind. Für den sicheren Betrieb der Anlagen ist die richtige Zuordnung der zu entsorgenden Abfallarten zu den passenden Behandlungsanlagen geboten.

Die vorliegende überarbeitete Richtlinie legt weiterhin den Schwerpunkt auf die Verbrennung, da sich andere thermische Verfahren noch nicht als dauerhaft und wirtschaftlich zu betreibende Behandlungsverfahren unter den bestehenden rechtlichen Vorgaben zur Emissionsminderung bewährt haben. Auf dem Gebiet der Abfallverbrennung haben sich hinsichtlich der Abgasreinigung in den

zurückliegenden Jahren rasante technologische Entwicklungen vollzogen, die sich in dieser Richtlinie widerspiegeln. Die Verfahren werden kontinuierlich weiterentwickelt, wobei heute Techniken entwickelt werden, die eine Kostenbegrenzung bei gleichzeitiger Beibehaltung oder Verbesserung der Umweltstandards bewirken.

Die Maßnahmen zur Emissionsminderung sind, soweit sekundär, in ihrem Aufbau eher unspezifisch und damit auch bei unterschiedlichen technischen Ausprägungen des thermischen Teils einsetzbar. Eine gute Emissionsminderung und ein sicherer Betrieb der Anlagen erfordert eine durch Mess-, Steuer- und Regeltechnik unterstützte Betriebsführung. Technisch soweit vereinfachte Behandlungsverfahren, dass sie keine Steuerung des Verbrennungsvorganges zulassen, werden als nicht dem Stand der Technik entsprechende Anlagen eingestuft und daher in der Richtlinie nicht weiter beschrieben.

Die Richtlinie gibt Anhaltspunkte für geeignete Schaltungsvarianten der sekundären Abgasreinigungsstufen. Es soll deutlich werden, dass eine Kosten- und Nutzenabwägung auch im Hinblick auf die Energieeffizienz erfolgen kann. Eine weitergehende Reinigung von Schadstoffen in ökologisch irrelevantem Maße verringert den ökologisch wichtigen energetischen Wirkungsgrad der Anlagen und schlägt sich in den Investitions- und Betriebskosten nieder. Bei Neuerrichtungen müssen die Möglichkeiten zur Nutzung von Wärme, Strom sowie Kraft-Wärme-Kopplung bei der Wahl des Standortes umfassend untersucht und umgesetzt werden. Grundlagen zur energiebezogenen Bewertung von Emissionen liefert die Richtlinie VDI 3460 Blatt 2.

Die Abfallverbrennungsanlagen unterliegen den Bestimmungen, die sich aus der europäischen und der nationalen Gesetzgebung ergeben und die entsprechend dokumentiert sind. Die Richtlinie geht daher nur auf rechtlichen Vorgaben ein, die in direkter Verbindung zu technischen Anforderungen der Abfallverbrennung zu sehen sind. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um Vorgaben des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) und der auf dieser rechtlichen Grundlage erlassenen 17. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Verordnung über die Verbrennung und Mitverbrennung von Abfällen – 17. BImSchV) sowie den Bezug zur Europäischen Richtlinie über Verbrennung und deren Novellierung in der Europäischen Emissionsrichtlinie (IED). Im Zusammenhang mit Maßnahmen zur Minderung und Reinigung von Abwasser konzentriert sich die Richtlinie vorrangig auf die Abwässer, die aus der

Behandlung von Abfällen in den Anlagen oder der Abgasreinigung stammen. Im deutschen Recht befinden sich hierzu die Vorgaben in Anhang 33 der Abwasserverordnung.

Entsprechend den Vorgaben nach § 5 Abs. 1 Nr. 3 BImSchG, wonach Abfälle aus genehmigungsbedürftigen Anlagen zu vermeiden oder zu verwerten oder, wenn Vermeidung und Verwertung weder zumutbar noch technisch möglich sind, als Abfälle zu beseitigen sind, geht die Richtlinie auf die technischen und organisatorischen Möglichkeiten bei der thermischen Abfallbehandlung ein, die zur Erfüllung dieser Anforderungen beitragen können.

Nach dem Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) hat die Verwertung nicht vermeidbarer Abfälle grundsätzlich Vorrang vor der Abfallbeseitigung. Allerdings hat die Beseitigung dann Vorrang vor der Verwertung, wenn die Beseitigung die umweltverträglichere Lösung ist. Bei der Verwertung unterscheidet man die stoffliche Verwertung und die energetische Verwertung. Die energetische Verwertung beinhaltet den Einsatz von Abfällen als Ersatzbrennstoff (EBS), wenn er Primärenergieträger in industriellen Prozessen wie z. B. Kraftwerken oder Zementöfen ersetzt oder den Einsatz in Siedlungsabfallverbrennungsanlagen, wenn diese die europaweit festgelegten Rahmenbedingungen erfüllen.

Die rechtliche Einstufung von Abfallverbrennungsanlagen in energetische Verwertung oder Beseitigung richtet sich gemäß KrW-/AbfG nach

- der Nutzung als Brennstoff oder
- der Verringerung der Masse, des Volumens und der Schädlichkeit als Vorbereitung für eine nachfolgende Ablagerung

Die im KrW-/AbfG formulierten Rahmenbedingungen führen zu verstärkten Aktivitäten in der Aufbereitung von Siedlungsabfall und zur Erzeugung von Ersatzbrennstoff, der einer Mitverbrennung zugeführt werden soll. In ähnlicher Weise wirkt sich die Deponieverordnung aus, die nur noch eine Ablagerung von in geeigneter vorbehandeltem Abfall zulässt. Die Stofftrennung und Vorbehandlung des Restmülls kann dabei auch von einer mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlage (VDI 3475 Blatt 3) übernommen werden, die zum Teil auch im Verbund mit einer Verbrennungsanlage für Siedlungsabfall oder einem Ersatzbrennstoffkraftwerk arbeiten [1].

2 Begriffe

Für die Anwendung dieser Richtlinie gelten die folgenden Begriffe: