

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Abgasreinigung
Verfahren der katalytischen Abgasreinigung
Grundlagen
Waste gas cleaning
Methods of catalytic waste gas cleaning
Fundamentals

VDI 3476
Blatt 1 / Blatt 1

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Der Entwurf dieser Richtlinie wurde mit Ankündigung im Bundesanzeigereinem 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	Contents	Page
Vorbemerkung	2	Preliminary note.....	2
Einleitung.....	2	Introduction.....	2
1 Anwendungsbereich	3	1 Scope	3
2 Begriffe	3	2 Terms and definitions	3
3 Grundlagen	4	3 Fundamentals	4
3.1 Beschreibung des Prozesses.....	4	3.1 Process description	4
3.2 Reaktionstechnische Grundlagen.....	5	3.2 Technical principles.....	5
4 Katalysatorauswahl	8	4 Choice of catalyst	8
4.1 Katalysatorarten	8	4.1 Catalyst types.....	8
4.2 Anforderungen an Katalysatoren	10	4.2 Required properties.....	10
4.3 Deaktivierung und Reaktivierung von Katalysatoren	13	4.3 Deactivation and reactivation of catalysts	13
4.4 Entsorgung von Katalysatoren	19	4.4 Disposing of catalysts	19
5 Betrieb und Überwachung von katalytischen Systemen	20	5 Operation and monitoring of catalytic systems	20
6 Anforderungen an die Abgasanalyse	22	6 Requirements relating to waste gas analysis	22
6.1 Allgemeines	22	6.1 General	22
6.2 Messstrecken und Messplätze.....	23	6.2 Measurement sections and sites.....	23
6.3 Messverfahren.....	24	6.3 Measurement method.....	24
7 Technische Gewährleistungen	27	7 Technical warranties	27
Schrifttum	29	Bibliography	29

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL
Fachbereich Umweltschutztechnik

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 6: Abgasreinigung – Staubtechnik

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

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3476.

Einleitung

Für die Abgasreinigung stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung; erwähnt seien Kondensation, Adsorption, Absorption, biologische, thermische und katalytische Verfahren.

Zunächst kann insbesondere bei hohen Schadstoffkonzentrationen versucht werden, die Schadstoffe oder Lösungsmittel als Wertstoff zurückzugewinnen, um Rohstoffe, Energie und Kosten zu sparen (Primärmaßnahmen). Dies geschieht beispielsweise durch Kondensation, Adsorption oder Absorption. Erst wenn eine Rückgewinnung nicht möglich oder unwirtschaftlich ist, wird man die thermischen oder katalytischen Verfahren zur Abgasreinigung anwenden.

Bei den katalytischen Verfahren werden die Schadstoffe oxidativ oder reduktiv gegebenenfalls unter Einsatz eines Zusatzmittels umgesetzt. Katalytische Verfahren zeichnen sich in der Regel durch niedrigere Reaktionstemperaturen als bei vergleichbaren thermischen Verfahren aus. Das Verfahren erfordert zum Schutz des Katalysators eine sorgfältige Auslegung in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen und eine genaue Kenntnis der Abgaszusammensetzung.

Mittels der katalytischen Abgasreinigung müssen die gesetzlichen Grenzwerte (Beispiele siehe Schrifttum) eingehalten werden. Bei der Entfernung gewisser Verbindungen, z.B. Schwefel-, Halogen-, Stickstoffverbindungen, kanzerogene Stoffe oder geruchsintensive Stoffe, bieten sich Verfahrenskombinationen an.

Die katalytische Abgasreinigung für Kraftwerke und für thermische Abfallbehandlungsanlagen wird ebenfalls in den Richtlinien VDI 3927 Blatt 1 und Blatt 2 sowie in VDI 3460 Blatt 1 beschrieben.

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/3476.

Introduction

A number of methods are available for waste gas cleaning; they include condensation, adsorption, absorption, biological, thermal and catalytic methods.

As the first step, especially in the case of high pollutant concentrations, an attempt can be made to recover the pollutants or solvents where they constitute valuable substances, in order to save on raw materials, energy and costs (primary measures). This can be done e.g. by condensation, adsorption or absorption. Only where recovery is impossible or not economical, thermal or catalytic waste gas cleaning methods are brought into play.

In catalytic methods, the pollutants undergo oxidative or reductive conversion, which may involve an additive. Catalytic methods are usually characterised by lower reaction temperatures than those in comparable thermal methods. Protecting the catalyst requires careful design that depends on the operating conditions, and accurate knowledge of the waste gas composition.

Catalytic waste gas cleaning helps to comply with the statutory limits (for examples see Bibliography). The removal of certain compounds, e.g. sulphur, halogen and nitrogen compounds, carcinogens or odorous substances, relies on the combination of several methods.

Catalytic waste gas cleaning for power plants and for thermal waste treatment plants is also described in the standards VDI 3927 Part 1 and Part 2 and VDI 3460 Part 1.

In der Richtlinie VDI 3476 Blatt 2 werden die oxidativen Verfahren und in VDI 3476 Blatt 3 die Verfahren zur selektiven katalytischen Reduktion im Einzelnen behandelt.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt den Stand der Technik auf dem Gebiet der katalytischen Abgasreinigung. Sie dient als Grundlage für die Verfahrensauswahl, die Auslegung, den Betrieb sowie die ökologische und ökonomische Bewertung von Anlagen und Katalysatoren für die katalytische Abgasreinigung. Im Vordergrund stehen die Fragen für den praktischen Einsatz des Verfahrens.

Die theoretischen Grundlagen der katalytischen Prozesse und der Prozessmodellierung werden insoweit vorgestellt, als sie für den Anlagenbauer und den Anlagenbetreiber für die Auslegung und den Betrieb der Katalysatoren und Anlagen notwendig sind. Den Fragen zum wirtschaftlichen Betrieb, zur Anlagensicherheit und zur Gewährleistung kommt bei diesem Verfahren eine besondere Bedeutung zu.

Für spezielle Anwendungen, für die aufgrund der hier vorgestellten Erfahrungen eine Übertragbarkeit nicht ohne Weiteres gegeben ist, bedürfen in der Regel gesonderter anwendungstechnischer Versuche.

Die Richtlinie beschränkt sich auf den Einsatz der katalytischen Abgasreinigung in stationären Anlagen und Prozessen.

Beispiele und Erfahrungen ausgeführter Anlagen stellen einen wichtigen Bestandteil dieser Richtlinien dar. Insbesondere werden Aussagen über erreichbare Emissionswerte ausgeführter Anlagen gemacht. Die Beispiele geben einen Überblick über das Spektrum der Anwendung und erlauben eine Abschätzung der Übertragbarkeit auf neue Einsatzbereiche.

VDI 3476 Part 2 covers in detail oxidative methods, and VDI 3476 Part 3 methods for selective catalytic reduction.

1 Scope

This standard describes the state of the art in the field of catalytic waste gas cleaning. It serves as the basis for method selection, design, operation and ecological and economic evaluation of facilities and catalysts for catalytic waste gas cleaning. The emphasis is on questions relating to the practical implementation of these methods.

The theoretical principles of catalytic processes and process modelling are presented where they are needed by system manufacturers and operators for the planning and operation of catalysts and systems. The issues of economical operation, system safety and warranty are of particular significance for these methods.

Special applications, for which straightforward transferability does not exist according to the empirical experience presented here, usually require separate technical tests.

This standard is limited to the use of catalytic waste gas cleaning in stationary facilities and processes.

Examples and experience from implemented systems are an important part of these Standards. In particular, information is provided about achievable emission levels from implemented systems. The examples provide an overview of the range of applications, and permit assessments to be made about their transferability to new fields of application.