

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Abgasreinigung durch Chemisorption  
Waste gas cleaning by chemisorption

VDI 3928

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 . . . . .	2
Einleitung . . . . .	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> . . . . .	3
<b>2 Begriffe</b> . . . . .	3
<b>3 Abkürzungen</b> . . . . .	5
<b>4 Verfahrenstechnische Grundlagen</b> . . . . .	5
4.1 Trockene Verfahren – Adsorption . . . . .	5
4.2 Quasitrockene Verfahren – Kombination Adsorption-Absorption . . . . .	8
4.3 Nasse Verfahren – Absorption . . . . .	9
<b>5 Technische Sorptionsmittel</b> . . . . .	9
5.1 Calciumbasierte Sorbenzien . . . . .	9
5.2 Natriumbasierte Sorbenzien . . . . .	14
5.3 Oxidische Adsorbentien und sonstige Mineralien . . . . .	17
5.4 Aktivierte Kohlenstoffe . . . . .	20
5.5 Imprägnierte Materialien . . . . .	21
5.6 Sonstige Feststoffe . . . . .	22
5.7 Reaktive Gase . . . . .	24
<b>6 Hinweise zur Verfahrensauswahl</b> . . . . .	24
<b>7 Apparative Ausführung</b> . . . . .	27
7.1 Festbettadsorber . . . . .	28
7.2 Wanderbettadsorber . . . . .	28
7.3 Wirbelschichtadsorber . . . . .	29
7.4 Flugstromadsorber . . . . .	29
7.5 Nasswäscher . . . . .	35

Contents	Page
Preliminary note . . . . .	2
Introduction . . . . .	2
<b>1 Scope</b> . . . . .	3
<b>2 Terms and definitions</b> . . . . .	3
<b>3 Abbreviations</b> . . . . .	5
<b>4 Process principles</b> . . . . .	5
4.1 Dry processes – Adsorption . . . . .	5
4.2 Quasi-dry processes – Combination of adsorption and absorption . . . . .	8
4.3 Wet processes – Absorption . . . . .	9
<b>5 Commercial sorbents</b> . . . . .	9
5.1 Calcium-based sorbents . . . . .	9
5.2 Sodium-based sorbents . . . . .	14
5.3 Oxidic adsorbents and other minerals . . . . .	17
5.4 Activated carbonaceous adsorbents . . . . .	20
5.5 Impregnated materials . . . . .	21
5.6 Other solids . . . . .	22
5.7 Reactive gases . . . . .	24
<b>6 Notes on technology selection</b> . . . . .	24
<b>7 Commercial reactor designs</b> . . . . .	27
7.1 Fixed-bed adsorbers . . . . .	28
7.2 Moving-bed adsorbers . . . . .	28
7.3 Fluidised-bed adsorbers . . . . .	29
7.4 Entrained-flow adsorbers . . . . .	29
7.5 Wet scrubbing systems . . . . .	35

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltschutztechnik

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

Inhalt	Seite
<b>8 Anwendungsbeispiele</b> . . . . .	37
8.1 Festbetтанlagen . . . . .	37
8.2 Wanderbetтанlagen . . . . .	40
8.3 Flugstromanlagen mit trockenen Verfahren . . . . .	44
8.4 Flugstromanlagen mit konditioniert-trockenen Verfahren . . . . .	59
8.5 Flugstromanlagen mit halbtrockenen Verfahren . . . . .	65
8.6 Nasswäscher . . . . .	70
<b>9 Reststoffe</b> . . . . .	79
<b>10 Sicherheitsanforderungen</b> . . . . .	80
Schrifttum . . . . .	81

Contents	Page
<b>8 Application examples</b> . . . . .	37
8.1 Fixed-bed systems . . . . .	37
8.2 Moving-bed adsorption systems . . . . .	40
8.3 Entrained-flow systems using dry processes . . . . .	44
8.4 Entrained-flow systems based on conditioned dry sorption processes . . . . .	59
8.5 Entrained-flow systems using semi-dry processes . . . . .	65
8.6 Wet scrubbers . . . . .	70
<b>9 Residues</b> . . . . .	79
<b>10 Safety requirements</b> . . . . .	80
Bibliography . . . . .	81

**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](http://www.vdi.de/richtlinien)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

**Einleitung**

Zur Entfernung gasförmiger umweltrelevanter Stoffe aus den Abgasen industrieller Produktionsprozesse, von Kraftwerken oder Müllverbrennungsanlagen, werden verschiedene Verfahren eingesetzt. Hierzu gehören Absorption (VDI 3679 Blatt 2), Adsorption (VDI 3674), katalytische Verfahren (VDI 3476 Blatt 1 bis Blatt 3), thermische Verfahren (VDI 2442), oxidierende Gaswäschen (VDI 3679 Blatt 4), nicht thermische Plasmen (VDI 2441) sowie biologische Verfahren (VDI 3477; VDI 3478 Blatt 1 und Blatt 2). Für eine Reihe von Abgasen bietet sich die Chemisorption an, bei der die luftfremden Schadstoffe eine chemische Verbindung mit dem Sorptionsmittel eingehen. Man unterscheidet nach primären Verfahren, bei denen die Reaktionsmittel dem Brennstoff oder Einsatzstoff des Prozesses unmittelbar zugefügt werden, und sekundären Verfahren, bei denen die Sorbenzien erst in der nachgeschalteten Abgasreinigungsstufe zudosiert werden (Bild 1). Im Rahmen dieser Richtlinie werden nur sekundäre Verfahren betrachtet.

**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 specified ([www.vdi.de/richtlinien](http://www.vdi.de/richtlinien)) in the VDI Notices.

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

**Introduction**

Removal of environmentally harmful gaseous pollutants from waste gases of industrial production processes, power plant and waste incinerator flue gases is accomplished by a variety of processes. These include absorption (VDI 3679 Part 2), adsorption (VDI 3674), catalytic processes (VDI 3476 Part 1 to Part 3), thermal processes (VDI 2442), oxidising gas scrubbing (VDI 3679 Part 4), non-thermal plasma (VDI 2441), and biological processes (VDI 3477; VDI 3478 Part 1 and Part 2). Chemisorption processes which chemically bind air pollutants to sorbents lend themselves to the treatment of a variety of waste gas streams. A distinction is made between primary processes where the reagents are directly added to the fuel or feedstock of the process and secondary processes where the sorbents are added in a downstream air pollution control stage (Figure 1). This VDI Standard is reserved to the description of secondary processes.

## **1 Anwendungsbereich**

Diese Richtlinie beschreibt die Grundlagen der Chemisorption zur Emissionsminderung in der Gasphase. Sie charakterisiert die technisch eingesetzten Sorbenzien und beschreibt darauf aufbauende Chemisorptionsverfahren aus dem Gesamtspektrum der Anwendungsmöglichkeiten. Wegen der anwendungsspezifischen Besonderheiten erfolgt keine vergleichende technische und ökonomische Bewertung der Abgasreinigungsverfahren, auch nicht im Vergleich zu alternativen Abgasreinigungsverfahren.

## **1 Scope**

This standard covers the basic underlying principles of chemisorption processes for air pollution control applications. It characterises the commercial adsorbents employed and describes some of the deriving chemisorption technologies from the overall spectrum of applications. In view of the application-specific particularities, this standard does not provide a comparative technical and economic analysis of the individual chemisorption technologies nor a comparison with alternative air pollution control technologies.