

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Biologische Abgasreinigung  
Biorieselbettreaktoren

VDI 3478

Blatt 2 / Part 2

Biological waste gas purification  
Biological trickle bed-reactors

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 guideline has been subject to public scrutiny after announcement in the Bundesanzeiger (Federal Gazette).  
The German version of this guideline 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
<b>1 Anwendungsbereich . . . . .</b>	<b>3</b>	<b>1 Scope . . . . .</b>	<b>3</b>
<b>2 Begriffe . . . . .</b>	<b>4</b>	<b>2 Terms and definitions . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>3 Verfahrenstechnische Grundlagen . . . . .</b>	<b>9</b>	<b>3 Process-related principles . . . . .</b>	<b>9</b>
3.1 Stoffübergang von der Abgasphase in die wässrige Phase der Mikroorganismenzelle . . . . .	13	3.1 Mass transfer from the waste gas phase into the aqueous phase of the microorganism cell . . . . .	13
3.2 Biochemische Umsetzung in der Mikroorganismenzelle . . . . .	14	3.2 Biochemical conversion in the microorganism cell . . . . .	14
3.3 Mikroflora . . . . .	15	3.3 Microflora . . . . .	15
3.4 Wachstum und Vermehrung . . . . .	16	3.4 Growth and reproduction . . . . .	16
3.5 Milieubedingungen . . . . .	16	3.5 Ambient conditions . . . . .	16
3.6 Beaufschlagung des Reaktors, Auslegung . . . . .	18	3.6 Reactor capacity and design . . . . .	18
3.7 Kombination mit anderen Abluftreinigungsverfahren . . . . .	18	3.7 Combination with other waste air cleaning methods . . . . .	18
<b>4 Kriterien für Auslegung und Konstruktion . . . . .</b>	<b>19</b>	<b>4 Criteria for design and construction . . . . .</b>	<b>19</b>
4.1 Allgemeines . . . . .	19	4.1 General . . . . .	19
4.2 Auslegung von Biorieselbettreaktoren . . . . .	20	4.2 Design of biological trickle bed reactors . . . . .	20
4.3 Konstruktive Ausführung . . . . .	28	4.3 Construction . . . . .	28
4.4 Schutzvorschriften . . . . .	31	4.4 Safety and protection . . . . .	31
<b>5 Betrieb und Instandhaltung . . . . .</b>	<b>33</b>	<b>5 Operation and maintenance . . . . .</b>	<b>33</b>
5.1 Allgemeines . . . . .	33	5.1 General . . . . .	33
5.2 Betriebsanleitung . . . . .	33	5.2 Operating instructions . . . . .	33
5.3 Betriebsüberwachung . . . . .	38	5.3 Operation monitoring . . . . .	38
5.4 Analyse von Betriebsstörungen . . . . .	40	5.4 Analysis of operational malfunctions . . . . .	40

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Ausschuss Biologische Abgasreinigung

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 6: Abgasreinigung – Staubtechnik  
VDI-Handbuch Biotechnologie, Band 2: Umwelt-Biotechnologie

	Seite
<b>6 Mess- und Regeltechnik, Bewertung . . . . .</b>	<b>44</b>
6.1 Betriebsüberwachung. . . . .	44
6.2 Messen und Bewerten im Roh- und Reingas . . . . .	46
<b>7 Gewährleistung. . . . .</b>	<b>53</b>
7.1 Allgemeines. . . . .	53
7.2 Prozesstechnische Gewährleistungen. . . . .	54
7.3 Anlagenverfügbarkeit. . . . .	55
<b>8 Anwendungsbeispiele für Biorieselbetteaktoren . . . . .</b>	<b>55</b>
<b>Anhang Interpretation von olfaktometrischen Daten . . . . .</b>	<b>58</b>
A1 Grundlagen . . . . .	58
A2 Beispiel für die getrennte Betrachtung von Reizstärke (Konzentration) und resultierender Empfindungsstärke (Intensität) . . . . .	60
A3 Beispiele für die Aussagekraft von Wirkungsgradbestimmungen . . . . .	63
A4 Der Geruchspegel – die mathematische Ebene der Empfindungsstärke . . . . .	64
A5 Bewertung von Messergebnissen einer biologischen Abgasreinigungsanlage. . . . .	64
A6 Festlegung von Emissionsbegrenzungen: Mittelwerte, Vertrauensbereichsgrenzen oder Mittelwert zuzüglich Standardabweichung . . . . .	65
Schrifttum . . . . .	67

	Page
<b>6 Measuring and control equipment, assessment. . . . .</b>	<b>44</b>
6.1 Operation monitoring . . . . .	44
6.2 Measurement and assessment in the raw gas and clean gas . . . . .	46
<b>7 Warranty . . . . .</b>	<b>53</b>
7.1 General . . . . .	53
7.2 Process warranty . . . . .	54
7.3 Plant availability . . . . .	55
<b>8 Examples of applications of biological trickle bed reactors . . . . .</b>	<b>55</b>
<b>Annex Interpretation of olfactometric data . . . . .</b>	<b>58</b>
A1 Basics. . . . .	58
A2 Example of the separate investigation of stimulus strength (concentration) and resultant perceived strength (intensity). . . . .	60
A3 Examples of the informative power of efficiency calculations . . . . .	63
A4 The odour level – the mathematical mode of perceived strength . . . . .	64
A5 Assessment of the measurement results from a biological waste gas cleaning system . . . . .	64
A6 Definition of emission limits: Mean values, confidence range limits, or mean value plus standard deviation. . . . .	65
Bibliography . . . . .	67

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

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

**Preliminary note**

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline 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 guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI notices ([www.vdi-richtlinien.de](http://www.vdi-richtlinien.de)).

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

## 1 Anwendungsbereich

Die Richtlinie VDI 3478 behandelt die Reinigung von Abgasströmen, die durch gasförmige luftfremde Stoffe verunreinigt sind. Vorwiegendes Einsatzgebiet ist die Minderung organischer Emissionskomponenten, die mit hinreichender Geschwindigkeit biologisch abbaubar sind, sowie von Schwefelwasserstoff und Ammoniak. Der typische Anwendungsbereich umfasst Massenkonzentrationen von organischen Verbindungen bis ca.  $1 \text{ g/m}^3$ . Das Verfahren dient zur Minderung von Emissionen, die aufgrund ihres Wirkungscharakters potenziell gesundheitsgefährdend und/oder belästigend sind.

Die Richtlinie gibt einen Überblick über die Lösungsmöglichkeiten und über die zugehörigen, für eine sachgerechte Auslegung notwendigen Grundlagen und Bewertungskriterien.

Die in der Richtlinie gegebenen Verfahrensbeschreibungen sind Anwendungsbeispiele von Anlagen, die zum Teil auch als Pilotanlagen betrieben werden. Alle Volumenangaben für Gase in dieser Richtlinie beziehen sich auf den Normzustand (273 K, 1013 mbar) nach Abzug des Wasserdampfanteils. Auf Ausnahmen wird besonders hingewiesen.

Auf die für den Bau und Betrieb der Anlagen insbesondere geltenden Gesetze, Verordnungen, Verwaltungs- und sonstigen Vorschriften und die technischen Regeln wird an entsprechender Stelle verwiesen (siehe auch Schrifttum).

Die Richtlinie VDI 3478 Blatt 2 legt den Stand der Technik für das nachstehend beschriebene Biorieselbettverfahren fest. Die Eignung des Verfahrens für das Abgas der vorgeschalteten Anlage ist im Einzelfall zu überprüfen. Dabei sind folgende technische und wirtschaftliche Kriterien zu beachten:

- Wirksamkeit hinsichtlich der Emissionsbegrenzung
- Anlagenverfügbarkeit
- Lebensdauer der Anlage
- Anlagensicherheit
- Vermeiden von neuen Emissionen und Emissionsverlagerungen (z.B. Luftverunreinigung wird zur Wasserverschmutzung)
- Investitions- und Betriebskosten (z.B. Wasser/Abwasser, Überschussschlamm, Energie und Wartung)
- Platzbedarf
- Berücksichtigung von An- und Abfahrvorgängen

Beschrieben werden Biorieselbettreaktoren, durch die die Abgasbestandteile sorbiert und biologisch abgebaut werden [1; 2; 4; 5; 6; 7; 11; 12; 14; 19; 20; 21; 22; 23; 35; 42; 46].

## 1 Scope

Guideline VDI 3478 deals with the cleaning of waste gas flows polluted with gaseous substances foreign to air. They apply primarily to the reduction of organic emission components that biodegrade at sufficient speed as well as hydrogen sulphide and ammonia. Their typical field of application comprises mass concentrations of organic compounds up to approx.  $1 \text{ g/m}^3$ . The process is designed to reduce emissions that, by virtue of their action principles, are potentially hazardous to health and/or a source of nuisance.

The guideline presents an overview of possible solutions and of the associated principles and assessment criteria necessary for correct design.

The descriptions of processes given in the guideline are examples of applications of systems, some of which can be operated as pilot plants. All volumes for gases in this guideline refer to standard temperature and pressure (273 K, 1013 mbar) after deduction of the share of water vapour. Special reference is made to exceptions.

Reference is made in due course to the acts, ordinances, administrative and other regulations specifically applicable to plant construction and operation and to technical rules (see also Bibliography).

Guideline VDI 3478 Part 2 defines the state of the art for the biological trickle bed reactor described in the following. The suitability of the process for the waste gas of the upstream plant must be checked in each case. The following technical and economic factors must be considered:

- efficiency in terms of emission control
- plant availability
- plant service life
- plant safety
- avoidance of new emissions and emission displacement (e.g. air pollution becomes water pollution)
- investment and operating costs (e.g. water/waste water, excess sludge, energy and maintenance)
- required space
- consideration of start-up and shutdown processes

The guideline describes biological trickle bed reactors that adsorb and biodegrade waste gas components [1; 2; 4; 5; 6; 7; 11; 12; 14; 19; 20; 21; 22; 23; 35; 42; 46].