

Biological waste gas purification –
Biotrickling filters

Einsprüche bis 2026-02-28

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchportal
<http://www.vdi.de/3478-2>
- in Papierform an
VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft
Fachbereich Umweltschutztechnik
Postfach 10 11 39
40002 Düsseldorf

| Inhalt | Seite |
|---|-----------|
| Vorbemerkung | 2 |
| Einleitung..... | 2 |
| 1 Anwendungsbereich..... | 3 |
| 2 Begriffe | 3 |
| 3 Formelzeichen und Indizes | 6 |
| 4 Verfahrenstechnische und mikrobiologische Grundlagen | 6 |
| 4.1 Verfahrensprinzip | 6 |
| 4.2 Stoffübergang..... | 8 |
| 4.3 Biologischer Abbau und Kinetik..... | 9 |
| 4.4 Mikrobiologische Grundlagen | 10 |
| 4.5 Kreislaufflüssigkeit und Nährstoffe . | 14 |
| 4.6 Anwendbarkeit des Verfahrens | 14 |
| 5 Kriterien für Auslegung und Konstruktion..... | 15 |
| 5.1 Auslegungskriterien | 15 |
| 5.2 Hinweise zur Auslegung | 17 |
| 5.3 Konstruktive Ausführung..... | 19 |
| 5.4 Kombination mit anderen Abgasreinigungsverfahren | 22 |
| 5.5 Schutzvorschriften | 22 |

| Inhalt | Seite |
|---|-----------|
| 6 Messen und Bewerten der Emissionen (Luftverunreinigungen)..... | 23 |
| 6.1 Allgemeines | 23 |
| 6.2 Anlagenspezifische Besonderheiten | 23 |
| 6.3 Beurteilung von Emissionsmessungen | 24 |
| 6.4 Messungen in der Flüssigphase | 25 |
| 6.5 Laufende Betriebsüberwachung | 25 |
| 7 Betrieb, Wartung und Instandhaltung...26 | |
| 7.1 Allgemeines | 26 |
| 7.2 Inbetriebnahme und Übergabe..... | 26 |
| 7.3 Betriebsanleitung | 26 |
| 7.4 Hinweise zum Betrieb..... | 26 |
| 7.5 Betriebsüberwachung, Wartung und Instandhaltung | 31 |
| 8 Anlagen in der Praxis | 34 |
| Anhang A Interpretation von olfaktometrischen Daten | 35 |
| Anhang B Bioaerosole | 39 |
| Anhang C Beispiel für Biotricklingfilter in der Tierhaltung..... | 40 |
| Anhang D Beispiele für Verfahrenskombinationen aus weiterführenden Oxidationsprozessen und Biotricklingverfahren | 44 |
| Schrifttum | 47 |

VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss
Fachbereich Umweltschutztechnik

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.

An der Erarbeitung dieser Richtlinie waren beteiligt:

Dipl.-Ing. *Claus Bogenrieder*, Stuttgart

Prof. Dr.-Ing. habil. *Daniel Dobslaw*, Stuttgart

Prof. Dr. rer. nat. habil. *Karl-Heinrich Engesser*, Stuttgart

Dr.-Ing. *Ralf Forkmann*, Werder

Dipl.-Ing. *Ulrich Gromke*, Dessau-Roßlau

Dr. *Jochen Hahne*, Braunschweig (stellvertretender Vorsitzender)

Dipl.-Ing. (FH) *Michael Müller*, Hürth

Dipl.-Ing. *Thomas Pfliegensdörfer*, Viernheim

Dr.-Ing. *Martin Reiser*, Stuttgart

Robert Rieth, Königsbrunn

Prof. Dr.-Ing. *Franjo Sabo*, Stuttgart (Vorsitzender)

Dipl.-Ing. *Heino Schulze*, Hamburg

Dipl.-Ing. *Benjamin Wiechmann*, Frankfurt

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3478.

Einleitung

Biologische Abgasreinigungsverfahren sind Verfahren, die üblicherweise bei Umgebungstemperatur und -druck ablaufen, auf Zufuhr fossiler Energieträger verzichten können und deren Reststoffe in der Regel problemlos entsorgt oder verwertet werden können [1]. Darum sind biologische Abgasreinigungsverfahren in der Regel kosteneffizient im Hinblick auf Investitions- wie auf Betriebskosten. Sowohl durch den Verzicht auf fossile Stützenergie als auch durch den Einsatz biologischer Prozesse zur Behandlung von Abluftschadstoffen weisen biologische Abgasreinigungsverfahren eine günstige Klimagasbilanz auf und stellen einen wichtigen Schritt zur Umsetzung der Sustainable Develop-

ment Goals (SDG) der Weltgesundheitsorganisation (WHO) dar.

Ein Verfahren zur Abgasreinigung mittels Biotricklingfilter wurde in den 1930er-Jahren zum Patent angemeldet, das zu Beginn der 1940er-Jahre erteilt wurde [2]. Allein im deutschsprachigen Raum befinden sich im Bereich der Tierhaltung mehr als 500 Biotricklingfilter im Betrieb, mit einem Zubau von etwa 30 Anlagen pro Jahr [3].

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. Mit Ausnahme der Geruchsstoffkonzentration beziehen sich alle Volumenangaben für Gase in dieser Richtlinie auf den Normzustand (273,15 K, 1013 mbar) nach Abzug des Wasserdampfanteils. Abweichend hiervon wird die Geruchsstoffkonzentration bei 293,15 K und 1013 mbar in feuchter Luft bestimmt. Auf weitere Ausnahmen wird besonders hingewiesen.

Biotricklingfilter sind neben

- den physikalischen und chemischen Absorptionsverfahren,
- den physikalischen und chemischen Adsorptionsverfahren,
- den rekuperativen und regenerativen thermischen Verbrennungsverfahren,
- den rekuperativen und regenerativen katalytischen Oxidationsverfahren,
- den thermischen und katalytischen Reduktionsverfahren,
- den UV- und nicht thermischen Plasmaverfahren,
- den Kondensationsverfahren und
- der biologischen Abgasreinigung durch Biofilter oder Biowäscher sowie
- den Kombinationen genannter Verfahren

ein bedeutsamer Bestandteil der Techniken zur Minderung gas- und dampfförmiger Emissionen [4 bis 10].

Falls an einem Standort mehrere Abgasströme aus verschiedenen Quellen mit quantitativ und qualitativ unterschiedlichen Schadstoffbelastungen auftreten, kann es sinnvoll sein, eine quellenspezifische Reinigung mit dem jeweils am besten geeigneten physikalischen, chemischen oder biologischen Verfahren vorzusehen, siehe VDI 3676, VDI 3677

Blatt 1, VDI 3678 Blatt 1, VDI 3679 Blatt 1 und [8, 11 bis 13].

Der Biotricklingfilter stellt ein einstufiges Verfahren dar, bestehend aus einer Absorberkolonne mit wahlweise ungeordneten Schüttungen oder strukturierten Packungen als Trägermaterialien für den Aufwuchs aerober Mikroorganismen sowie der zugehörigen Wassertechnik mit Kreislaufpumpe, Dosiereinheiten, Messtechnik und Steuerungstechnik. Die Vorgänge der Schadstoffabsorption, des Schadstofftransports in der wässrigen Phase in den Biofilm sowie weiter in die einzelnen Zellen, der Schadstoffumsatz sowie der Abtransport gasförmiger oder löslicher Abbauprodukte wie auch auftretender Reaktionswärme findet in wenigen Sekunden statt. Für die Anwendung von Biotricklingfiltern müssen die Abgasbestandteile hinreichend wasserlöslich und aerob mikrobiologisch abbaubar sein [10, 14 bis 19].

Zwischen Biowäschern (siehe VDI 3478 Blatt 1) und Biotricklingfilter gibt es vielfältige Mischformen. Beide Verfahren beruhen auf der stofflichen Umsetzung von Luftverunreinigungen mittels überwiegend aerober Mikroorganismen, die entweder in der Flüssigphase (Biowäscher) oder als Biofilm (Biotricklingfilter) vorliegen [20 bis 26].

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie Blatt 2 behandelt die Konditionierung und biologische Behandlung von Abgasströmen, die durch gasförmige und/oder partikelförmige feste und flüssige luftfremde Stoffe verunreinigt sind, mithilfe von Biotricklingfilterverfahren. Bei den vielfältigen Einsatzgebieten steht die Minderung organischer und geruchsintensiver Gase und Dämpfe im Vordergrund, die hinreichend wasserlöslich und mit hinreichender Geschwindigkeit biologisch abbaubar sind. Bei organischen Lösemitteln reicht der typische Konzentrationsbereich bis etwa $0,5 \text{ g/m}^3$ organischer Kohlenstoff, in kurzzeitigen Spitzen bis etwa 1 g/m^3 . Die Verfahren dienen der Minderung von Emissionen, die aufgrund ihres Wirkungsscharakters potenziell gesundheitsgefährdend, umweltgefährdend oder belästigend sind.

Die Richtlinie vermittelt einen Überblick über die verfahrenstechnischen Grundlagen, die Auslegung und die konstruktive Ausführung der Anlagen, die Verfahrensvarianten und deren Betrieb sowie typische Anwendungsbeispiele.

Typische Anwendungsbeispiele für Biotricklingfilterverfahren findet man insbesondere bei komplexeren Abgasmischungen aus hydrophilen und lipophilen Abgaskomponenten, wie sie beispielsweise in der Grundwassersanierung, Harz- und Kunststoffin-

dustrie, Keramikindustrie, Nahrungs- und Genussmittelherstellung sowie in der Nutztierhaltung auftreten. Auf die für den Bau und Betrieb der Anlagen insbesondere geltenden Gesetze, Verordnungen, Verwaltungs- und sonstigen Vorschriften sowie die technischen Regeln wird hingewiesen (siehe Schrifttum).