ICS 13.040.99

VDI-RICHTLINIEN

November 2004

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Biologische Abgasreinigung Biofilter

Biological waste gas purification Biofilters

VDI 3477

Frühere Ausgabe: 12.91; 08.02 Entwurf, deutsch
Former edition: 12/91; 08/02 draft, in German only

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).
No guarantee can be given with respect to the English translation. The German version of this guideline shall be taken as authoritative.

Inhalt Seite

Vorbemerkung 3
1 Geltungsbereich 4
2 Begriffsbestimmungen 12
3 Verfahrenstechnische Grundlagen 17
3.1 Allgemeines 17
3.2 Physikalisch-chemische Zusammenhänge . 18
4 Filtermaterialien 19
4.1 Aufgaben des Filtermaterials 19
4.1.1 Trägermaterial für die Mikroorganismen 20
4.1.2 Sorption der Abgasinhaltsstoffe . . . 20
4.1.3 Nährstoff- und Nährsalzquelle 25
4.1.4 Feuchtespeicher 25
4.1.5 Puffermedium und Speichermedium für Abbauprodukte 26
4.1.6 Strömung in porösen Schüttungen 26
4.2 Zusammenhang zwischen den Aufgaben des Filtermaterials und seinen chemisch-physikalischen Eigenschaften 30
4.3 Biofiltergeruch 32
4.4 Regeneration, Austausch und Entsorgung . 33
4.4.1 Maßnahmen zur Regeneration des Filtermaterials 34
4.4.2 Austausch und Entsorgung des gebrauchten Filtermaterials 36
5 Auslegungs- und Konstruktionshinweise . . 36
5.1 Planerische und organisatorische Maßnahmen 36
5.2 Abgaszuleitung und -konditionierung 38
5.2.1 Abgaszuleitung 38
5.2.2 Abgaskonditionierung 39

Contents Page

Preliminary note 3
1 Scope 4
2 Terms and definitions 12
3 Process fundamentals 17
3.1 General 17
3.2 Physico-chemical mechanisms 18
4 Filter media 19
4.1 Functions of filter media 19
4.1.1 Support media for microbial growth 20
4.1.2 Sorption of waste gas constituents . . 20
4.1.3 Nutrient and nutrient salt source . . . 20
4.1.4 Moisture reservoir 25
4.1.5 Buffer and storage medium for degradation products 26
4.1.6 Gas flow through porous filter beds 26
4.2 Physico-chemical properties of filter media and their relevance to the various media functions 30
4.3 Biofilter odour 32
4.4 Regeneration, replacement and disposal . . . 33
4.4.1 Measures for filter media regeneration 34
4.4.2 Replacement and disposal of spent filter media 36
5 Biofilter design and construction 36
5.1 Planning and organizational measures 36
5.2 Waste gas handling, distribution and conditioning system 38
5.2.1 Waste gas handling and distribution system 38
5.2.2 Waste gas conditioning 39

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Ausschuss Biologische Abgasreinigung
AG Biofilter

VDI/DIN-Handbuch Reinhaltung der Luft, Band 6
VDI-Handbuch Biotechnologie, Band 2
VDI-Handbuch Umwelttechnik

Seite

5.3 Auslegung mit Hilfe von Versuchsanlagen . 42
5.4 Dimensionierung von Anlagen 46
5.5 Konstruktionsmerkmale 47
5.5.1 Offene Flächenfilter 49
5.5.2 Geschlossene Flächenfilter 50
5.5.3 Verfahrenskombinationen mit Biofiltern 52
5.6 Abwasser einer Biofilteranlage 54
5.7 Verbleib des Abwassers 55

6 Betrieb von Biofilteranlagen 56
6.1 Allgemeines 56
6.2 Voraussetzungen für den Betrieb von Biofiltern 56
6.2.1 Organisation 56
6.2.2 Technische Voraussetzungen 58
6.2.3 Finanzmittelbereitstellung 59
6.3 Betrieb des Biofilters 59
6.3.1 Übernahme 59
6.3.2 Betätigung/Bedienung 59
6.3.3 Instandhaltung 62
6.3.4 Außerbetriebnahme 66
6.3.5 Ausmusterung 67
6.4 Negativerfahrungen 67

7 Messen und Bewerten der Emissionen (Luftverunreinigungen) 69
7.1 Allgemeines 69
7.2 Festlegung der Probenahmestellen 69
7.2.1 Punktquellen 70
7.2.2 Aktive Flächenquellen 70
7.3 Häufigkeit der Beprobung am Messpunkt . 71
7.4 Probenahme und Messverfahren 72
7.4.1 Gasanalytik 72
7.4.2 Geruchsstoffmessung 73
7.5 Durchführung der Messung (Erstmessung, Abnahmemessung) 73
7.5.1 Punktquellen 74
7.5.2 Aktive Flächenquellen 74
7.6 Bewertung der Biofilterfunktion 76
7.6.1 Geruchsstoffabscheidung/ Geruchsminderung 76
7.6.2 Wirkungsgradbestimmung bei Schadstoffabscheidung 77
7.6.3 Filterfunktionsprüfung durch Begehungen 77
7.7 Stand der Technik bei der Identifizierung und Quantifizierung von Bioaerosolemissionen und -immissionen aus Biofiltern 78
7.8 Prüfung des Filtermaterialzustands 84

8 Technische Gewährleistung 84
8.1 Verfahrenstechnische Gewährleistungen (Wirkungsgrad) 85
8.2 Leistungsbedarf und Betriebsmittelverbrauch des Filters und seiner Hilfseinrichtungen . . 86

Page

5.3 Pilot tests to establish the design basis 42
5.4 Sizing of biofilter systems 46
5.5 Construction features 47
5.5.1 Open surface filters 49
5.5.2 Enclosed surface filters 50
5.5.3 Biofilters in combination with other processes 52
5.6 Waste water generated by a biofilter system 54
5.7 Waste water reuse/disposal 55

6 Operation of biofilter systems 56
6.1 General 56
6.2 Prerequisites for biofilter operation 56
6.2.1 Organization 56
6.2.2 Technical prerequisites 56
6.2.3 Commitment of funds 58
6.3 Biofilter operation 59
6.3.1 Acceptance and takeover 59
6.3.2 Operator attendance 59
6.3.3 Maintenance 62
6.3.4 Shutdown 66
6.3.5 Decommissioning 67
6.4 Negative experience 67

7 Measurement and evaluation of air emissions 69
7.1 General 69
7.2 Selection of sampling points 69
7.2.1 Point sources 70
7.2.2 Active area sources 70
7.3 Sampling frequency at sampling point 71
7.4 Sampling and measurement techniques . . . 72
7.4.1 Gas analysis 72
7.4.2 Odour measurement 73
7.5 Measurement procedure (initial measurement, acceptance measurement) . . 73
7.5.1 Point sources 74
7.5.2 Active area sources 74
7.6 Evaluation of biofilter function 76
7.6.1 Odour removal/odour abatement 76
7.6.2 Determination of pollutant removal efficiency 77
7.6.3 Verification of filter function by field inspections 77
7.7 State of the art in the identification and quantification of bioaerosol emissions from biofilters and their ambient air impact 78
7.8 Verification of filter media condition 84

8 Performance guarantee 84
8.1 Guaranteed process performance data 85
8.2 Energy and utility consumption figures of the biofilter and its auxiliary equipment . . . 86

Seite

8.3 Drainagewasser 86
8.4 Anlagenverfügbarkeit 86
8.5 Nachweis der Gewährleistung 86

Anhang A Bestimmung der Filterfläche in Abhängigkeit von der Schadstofffracht . . 86

Anhang B Interpretation von olfaktometrischen Daten 87

Anhang C Bioaerosole als Bestandteil der natürlichen Luft und als potenzielle Luftverunreinigung 93

Anhang D Liste der Formelzeichen 96

Schrifttum 99

Page

8.3 Leachate 86
8.4 Plant availability 86
8.5 Proof of guaranteed performance data 86

Annex A Determination of the filter area as a function of the pollutant load 86

Annex B Interpretation of olfactometry data 87

Annex C Bioaerosols as natural constituents of the ambient air and as potential air pollutants 93

Annex D List of symbols 96

Bibliography 99

Vorbemerkung

In der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL – erarbeiten Fachleute aus Wissenschaft, Industrie und Verwaltung in freiwilliger Selbstverantwortung VDI-Richtlinien und DIN-Normen zum Umweltschutz. Diese beschreiben den Stand der Technik bzw. den Stand der Wissenschaft in der Bundesrepublik Deutschland und dienen als Entscheidungshilfen bei der Erarbeitung und Anwendung von Rechts- und Verwaltungsvorschriften. Die Arbeitsergebnisse der KRdL fließen ferner als gemeinsamer deutscher Standpunkt in die europäische technische Regelsetzung bei CEN (Europäisches Komitee für Normung) und in die internationale technische Regelsetzung bei ISO (Internationale Organisation für Normung) ein.

Folgende Themenschwerpunkte werden in vier Fachbereichen behandelt:

Fachbereich I
„Umweltschutztechnik“

Produktionsintegrierter Umweltschutz; Verfahren und Einrichtungen zur Emissionsminderung; ganzheitliche Betrachtung von Emissionsminderungsmaßnahmen unter Berücksichtigung von Luft, Wasser und Boden; Emissionswerte für Stäube und Gase; anlagenbezogene messtechnische Anleitungen; Umweltschutzkostenrechnung

Preliminary note

In the Commission on Air Pollution Prevention of VDI and DIN – Standards Committee KRdL – experts from science, industry and administration, acting on their own responsibility, establish VDI guidelines and DIN standards in the field of environmental protection. These describe the state of the art in science and technology in the Federal Republic of Germany and serve as a decision-making aid in the preparatory stages of legislation and application of legal regulations and ordinances. KRdL's working results are also considered as the common German point of view in the establishment of technical rules on the European level by CEN (European Committee for Standardization) and on the international level by ISO (International Organization for Standardization).

The following topics are dealt with in four subdivisions:

Subdivision I
”Environmental Protection Techniques“

Integrated pollution prevention and control for installations; procedures and installations for emission control; overall consideration of measures for emission control with consideration given to the air, water and soil; emission limits for dusts and gases; plant-related measurement instructions; environmental industrial cost accounting