

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURENassabscheider
Tropfenabscheider

VDI 3679

Blatt 3 / Part 3

Wet separators
Mist eliminatorsAusg. 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	4	Preliminary note	4
1 Anwendungsbereich	4	1 Scope	4
2 Begriffsklärung	5	2 Clarification of terms	5
2.1 Tropfen und Tropfengrößen, Sprüh und Nebel	5	2.1 Droplets and droplet sizes, coarse and fine spray	5
2.2 Tropfengrößenverteilungen	5	2.2 Droplet size distributions.	5
2.3 Beurteilung von Tropfenabscheidern	5	2.3 Evaluation of mist eliminators	5
3 Anwendungsgebiete	7	3 Applications	7
3.1 Definition für Tropfenabscheider; Abgrenzung zu Nebelabscheider (Aerosolabscheider).	7	3.1 Delimitation of mist eliminators for coarse and fine spray (aerosols)	7
3.2 Entstehungsprozesse für Tropfen	8	3.2 Droplet generation mechanisms	8
3.3 Geeignete Tropfenabscheidersysteme und charakteristische Grenztröpfenbereiche, bezogen auf das System Wasser/Luft, 1013 hPa, 20 °C	8	3.3 Suitable mist eliminator systems and characteristic limiting particle diameter ranges, based on the water/air system, 1013 hPa, 20 °C	8
3.4 Charakteristische Anströmgeschwindig- keiten, bezogen auf das System Wasser/Luft, 1013 hPa, 20 °C.	9	3.4 Characteristic approach velocities, based on the water/air system, 1013 hPa, 20 °C	9
3.5 Besondere Randeinflüsse	9	3.5 Specific influencing parameters	9
3.5.1 Flüssigkeitsbeladung	9	3.5.1 Liquid load	9
3.5.2 Feststoffanteile in Gas oder Flüssigkeit	9	3.5.2 Presence of particles in gas or liquid phase	9
3.5.3 Strömungsverteilung vor Tropfenabscheidern	10	3.5.3 Flow velocity distribution upstream of mist eliminators.	10
3.6 Praktische Anwendungsgebiete für Tropfen- und Nebelabscheider	10	3.6 Practical applications of mist eliminators for coarse and fine spray	10
3.6.1 Nach Kondensationsvorgängen	10	3.6.1 Subsequent to condensation processes.	10
3.6.2 Nach Zerstäubung von Flüssigkeiten.	11	3.6.2 Subsequent to liquid atomisation systems	11
3.6.3 Nach Eruptionsvorgängen	11	3.6.3 Subsequent eruption processes	11
3.6.4 Bei Aerosolbildung.	11	3.6.4 In applications involving aerosol formation	11

Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN – Normenausschuss KRdL

Fachbereich Umweltschutztechnik

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

	Seite		Page
4 Grundlagen der Tropfenabscheidung	11	4 Fundamentals of mist elimination	11
4.1 Kräfte auf den einzelnen Tropfen.	12	4.1 Forces acting on the individual droplet	12
4.2 Trägheitsabscheidung.	13	4.2 Inertial collection.	13
4.3 Diffusionsabscheidung	14	4.3 Diffusion collection	14
4.4 Abscheideprinzipien	14	4.4 Separation principles	14
4.5 Berechnungsgrundlagen	15	4.5 Calculation basis	15
4.6 Entwässerung	16	4.6 Drainage	16
4.6.1 Entwässerung in Tropfenabscheidern mit vertikaler Anströmung	16	4.6.1 Drainage in vertical upflow mist eliminators.	16
4.6.2 Entwässerung in Tropfenabscheidern mit horizontaler Anströmung.	16	4.6.2 Drainage in horizontal-flow mist eliminators.	16
4.7 Einflüsse, die zu Änderungen im Tropfenspektrum führen	17	4.7 Influences leading to changes in the droplet spectrum	17
5 Tropfenmessung	18	5 Droplet measurement	18
5.1 Notwendigkeit der Tropfenmessung	18	5.1 Necessity of droplet measurement	18
5.2 Begriffserklärung	18	5.2 Termclarification	18
5.3 Messgrößen, Messverfahren	19	5.3 Measured quantities, measurement methods	19
5.3.1 Grundsätzliche Überlegungen	19	5.3.1 Basic considerations.	19
5.3.2 In-situ-Verfahren zur Bestimmung der Tropfengrößenverteilung und des Tropfenmassenstroms	19	5.3.2 In-situ methods for determining the droplet size distribution and the droplet mass flow	19
5.3.2.1 Probenehmende Tropfenmessverfahren (Impaktorverfahren)	20	5.3.2.1 Sampling methods for droplet measurement (impactor method)	20
5.3.2.2 Optische Verfahren	21	5.3.2.2 Optical methods	21
5.3.2.3 Anmerkungen zur Auswertung	21	5.3.2.3 Notes on evaluation.	21
5.3.3 Indirekte probenehmende Verfahren zur Bestimmung der Tropfenbelastung	22	5.3.3 Indirect sampling methods for determining the droplet load	22
5.3.4 Repräsentative Beprobung	23	5.3.4 Representative sampling.	23
5.3.5 Weitere Messverfahren zur Charakterisierung von Tropfen	24	5.3.5 Other measurement methods for characterising droplets.	24
5.4 Praxisbezogene Messverfahren.	24	5.4 Measurement methods used in industrial practice	24
5.4.1 Übliche Messverfahren für Tropfenrestgehalte nach Tropfenabscheidern in Gaswäschern	24	5.4.1 Common measurement methods for residual droplet loads downstream of mist eliminators in gas scrubbers	24
5.4.2 Übliche Messverfahren für Tropfenrestgehalte nach Tropfenabscheidern in Nasskühltürmen	25	5.4.2 Common measurement methods for residual droplet loads downstream of mist eliminators in wet cooling towers	25
5.4.3 Übliche Messverfahren für Tropfenrestgehalte in der Prozesstechnik bzw. Eindampfanlagen	27	5.4.3 Common measurement methods for residual droplet loads in industrial process applications, especially after evaporation systems	27
6 Ausführungsformen von Tropfenabscheidern und ihre wesentlichen Eigenschaften	27	6 Types of mist eliminator and their chief characteristics	27
6.1 Lamellen-Tropfenabscheider	27	6.1 Baffle mist eliminators	27
6.1.1 Tropfenabscheider für vertikale Anströmung	30	6.1.1 Vertical upflow baffle mist eliminators.	30
6.1.2 Tropfenabscheider für horizontale Anströmung	33	6.1.2 Horizontal-flow baffle mist eliminators.	33

Seite	Page
6.2 Rohrabscheider als Vorabscheider bei verschmutzungsgefährdeten Anlagen	34
6.3 Fliehkraft-Tropfenabscheider.	34
6.3.1 Drallrohrabscheider	34
6.3.2 Zyklonabscheider	35
6.4 Gestrick-Tropfenabscheider	37
6.4.1 Gestrickabscheider mit bevorzugt zweidimensionaler Faserorientierung 37	
6.4.2 Gestrickabscheider mit dreidimensionaler Faserorientierung	38
6.5 Kombinationen von Tropfenabscheidern	39
6.5.1 Lamellenabscheider mit Agglomerator	39
6.5.2 Abscheiderkombinationen, bestehend aus Vor- und Nachabscheider	40
6.6 Werkstoffe für Tropfenabscheider	41
7 Spül- und Reinigungseinrichtungen	42
8 Beispiele ausgeführter Tropfenabscheider	43
8.1 Zyklonabscheider	43
8.2 Abscheider in der Prozesstechnik: Beispiel Erdgasaufbereitung	44
8.3 Tropfenabscheider in einem Nasskühlturm. 46	
8.4 Tropfenabscheider hinter Rauchgaswäschern	46
8.5 Klimaanlage	48
8.6 Verdampfer	49
9 Nebelabscheider (Aerosolabscheider)	50
9.1 Nasselektrofilter zur Nebelabscheidung	51
9.2 Nassabscheider als Nebelabscheider	52
9.3 Filternde Abscheider als Nebelabscheider	53
10 Beispiele ausgeführter Aerosolabscheider	54
10.1 Rohrspalt-Venturiwäscher	54
10.2 Aerosol- und Feinstaubabscheidesystem 56	
10.3 Nasselektrofilter	57
10.4 Aerosol-Faserfilter.	59
11 Technische Gewährleistung; Betrieb und Instandhaltung	60
11.1 Gewährleistungszeitraum	60
11.2 Gewährleistungsvoraussetzungen	60
11.3 Leistungsgarantie und Nachweismethode	60
11.4 Umrechnung von Abnahme- und Auslegungsbedingungen.	61
11.5 Betrieb und Instandhaltung	62
Schrifttum	63
6.2 Tube mist eliminators used as pre-separators for plants subject to fouling	34
6.3 Centrifugal mist eliminators	34
6.3.1 Swirl-flow separator.	34
6.3.2 Cyclone separator	35
6.4 Knitted wire-mesh mist eliminators	37
6.4.1 Knitted wire-mesh mist eliminators with predominantly two-dimensional fibre orientation.	37
6.4.2 Knitted wire-mesh mist eliminators with three-dimensional fibre orientation	38
6.5 Combinations of mist eliminators	39
6.5.1 Combination of baffle units and agglomerators	39
6.5.2 Mist eliminator combinations consisting of coarse and fine separators	40
6.6 Construction materials for mist eliminators	41
7 Rinsing and cleaning equipment	42
8 Examples of commercial mist eliminators	43
8.1 Cyclone separator	43
8.2 Mist eliminator in the chemical process industry: example natural gas treatment	44
8.3 Mist eliminator in a wet cooling tower.	46
8.4 Mist eliminators downstream of flue gas scrubbers	46
8.5 Air conditioning systems.	48
8.6 Evaporators	49
9 Mist eliminators for fine spray (aerosol collectors)	50
9.1 Wet electrostatic precipitators for aerosol collection	51
9.2 Wet separators for aerosol collection.	52
9.3 Filtering separators for aerosol collection	53
10 Examples of commercial aerosol collectors	54
10.1 Tube-slot Venturi scrubber	54
10.2 Aerosol and fine dust collection system. 56	
10.3 Wet electrostatic precipitator	57
10.4 Fibre filters for aerosol collection.	59
11 Performance guarantees, warranties; operation and maintenance	60
11.1 Guarantee period	60
11.2 Guarantee basis	60
11.3 Performance guarantee and verification method	60
11.4 Conversion to standard conditions	61
11.5 Operation and maintenance	62
Bibliography	63

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), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/3679.

1 Anwendungsbereich

Die Richtlinienreihe VDI 3679 beschreibt die Nassabscheidung als ein Verfahren zur Abgasreinigung. Nassabscheider dienen der Entfernung fester, flüssiger oder gasförmiger Verunreinigungen aus einem Gas. Dabei werden die Verunreinigungen an die in die Strömung eingebrachte Waschflüssigkeit gebunden und mit dieser zusammen abgeschieden. Die Abscheidemechanismen bei Partikeln und bei Gasmolekülen unterscheiden sich allerdings wesentlich.

Neben dem Transport der Partikel und Gasmoleküle zur Waschflüssigkeit und der Anlagerung an die Waschflüssigkeit müssen die Flüssigkeitstropfen anschließend in sogenannten Tropfenabscheidern aus dem Gasstrom entfernt werden. Diese Tropfenabscheider werden in der hier vorliegenden Richtlinie behandelt. Darüber hinaus werden auch Tropfenabscheider aus anderen Anwendungsbereichen behandelt, bei denen es um die Abreinigung flüssiger Verunreinigungen geht, z. B. bei Kühltürmen, Eindampfprozessen, in der Klimatechnik und die sogenannten Nebel- bzw. Aerosolabscheider. Auch im Nebel- bzw. Aerosolabscheider werden Flüssigkeitspartikel abgeschieden. Die Tropfengrößen liegen dabei im Feinst-, das heißt im Mikrometerbereich.

VDI 3679 Blatt 1 umfasst die Verfahren zur Abscheidung fester oder flüssiger Verunreinigungen. Die Abscheidung gasförmiger Verunreinigungen in Nassabscheidern wird in VDI 3679 Blatt 2 behandelt.

Weitere relevante Richtlinien zur Partikel- bzw. Tropfenabscheidung sind:

- VDI 3676
- VDI 3677 Blatt 1
- VDI 3678 Blatt 1

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).

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

A catalogue of all available parts of this guideline series can be accessed on the internet at www.vdi.de/3679.

1 Scope

This guideline series VDI 3679 covers wet separation processes for air pollution control. Wet separators are employed for removing solid, liquid and gaseous pollutants from gas streams. Removal is accomplished by collecting the pollutants on a scrubbing liquid injected into the gas stream from which they are then separated together with the scrubbing liquid. The removal mechanisms involved in the capture of particles and gas molecules differ substantially.

Apart from particle and gas molecule transport and attachment to the scrubbing liquid, wet separators must also provide for subsequent removal of entrained liquid droplets from the gas stream. This process step is carried out in so-called mist eliminators, which are the subject of this guideline. In addition, this guideline describes mist eliminators for other applications involving the removal of liquid pollutants, e.g. in cooling towers, evaporation processes, air conditioning systems including mist eliminators for fine spray or aerosol collection. The latter type of liquid particle collector is employed for droplet sizes in the ultrafine range, i.e. micron range.

VDI 3679 Part 1 focuses on processes for the collection of solid or liquid air pollutants. Wet separators for the removal of gaseous air pollutants are dealt with in VDI 3679 Part 2.

Further guidelines of relevance to particle and/or droplet collection are:

- VDI 3676
- VDI 3677 Part 1
- VDI 3678 Part 1