

DIN EN ISO 16890-2

ICS 91.140.30

Einsprüche bis 2015-02-12

Entwurf**Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik –
Teil 2: Ermittlung des Fraktionsabscheidegrads und des
Durchflusswiderstands (ISO/DIS 16890-2:2014);
Deutsche Fassung prEN ISO 16890-2:2014**

Air filter for general ventilation –

Part 2: Measurement of fractional efficiency and air flow resistance
(ISO/DIS 16890-2:2014);

German version prEN ISO 16890-2:2014

Filtres à air pour ventilation générale –

Partie 2: Mesurage du rendement fractionnaire et de la résistance à l'écoulement de l'air
(ISO/DIS 16890-2:2014);

Version allemande prEN ISO 16890-2:2014

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2014-12-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nam@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM), 60498 Frankfurt am Main, Postfach 71 08 64 (Hausanschrift: Lyoner Str. 18, 60528 Frankfurt am Main).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 68 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Dieser Norm-Entwurf beinhaltet die Deutsche Fassung der vom Technischen Komitee ISO/TC 142 „Cleaning equipment for air and other gases“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 195 „Filter“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten prEN ISO 16890-2:2014.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Arbeitsausschuss NA 060-09-21 AA „Filter (SpA ISO/TC 142 und CEN/TC 195)“ im Fachbereich „Allgemeine Lufttechnik“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Luftfilter sowie Experten aus Forschung, Entwicklung sowie von Prüfinstituten sind an der Erarbeitung beteiligt.

Die im Abschnitt 2 und den Literaturhinweisen zitierten Internationalen Normen sind, sofern diese gleichzeitig als Europäische Normen übernommen worden sind, als DIN EN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

Für die zitierten Internationalen Normen und Dokumente, sofern sie nicht als DIN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht sind, gibt es keine nationalen Entsprechungen.

Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik — Teil 2: Ermittlung des Fraktionsabscheidegrads und des Durchflusswiderstands (ISO/DIS 16890-2:2014)

Filtres à air pour ventilation générale — Partie 2 : Mesurage du rendement fractionnaire et de la résistance à l'écoulement de l'air (ISO/DIS 16890-2:2014)

Air filter for general ventilation — Part 2: Measurement of fractional efficiency and air flow resistance (ISO/DIS 16890-2:2014)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	11
4.1 Symbole	11
4.2 Abkürzungen	12
5 Allgemeine Prüfanforderungen	12
5.1 Anforderungen an den Prüfling.....	12
5.2 Auswahl des Prüflings	12
5.3 Anforderungen an den Prüfstand	12
6 Prüfmaterialien.....	13
6.1 Gasförmiges Aerosol	13
6.1.1 Prüfaerosol DEHS	13
6.1.2 Erzeugung von gasförmigem Aerosol.....	13
6.2 Festes Aerosol	14
6.2.1 Prüfaerosol Kaliumchlorid (KCl)	14
6.2.2 Erzeugung von festem Aerosol	14
6.3 Referenzaerosole	16
6.3.1 Referenzaerosol für 0,3 µm bis 1,0 µm	16
6.3.2 Referenzaerosol für 1,0 µm bis 10,0 µm	16
6.3.3 Andere Referenzaerosole	16
7 Prüfmittel	16
7.1 Prüfstand	16
7.1.1 Abmessungen	16
7.1.2 Prüfstandmaterial	17
7.1.3 Form des Prüfstands	17
7.1.4 Luftversorgung des Prüfstands	17
7.1.5 Isolation des Prüfstands	18
7.1.6 Abströmseitige Mischblende	18
7.1.7 Aerosol-Probenahme	19
7.1.8 Messung des Volumenstroms im Prüfstand.....	20
7.1.9 Messung des Durchflusswiderstands	20
7.1.10 Prüflinge mit von (610 × 610) mm (24 × 24) inch abweichenden Abmessungen.....	21
7.1.11 Prüfen mit Aufgabestaub	21
7.2 Aerosolpartikelzähler	22
7.2.1 Größenbereich der OPC-Probenahme.....	22
7.2.2 OPC-Partikelgrößenbereiche.....	22
7.2.3 Größenauflösung	23
7.2.4 Kalibrierung	23
7.2.5 Volumenstrom	23
7.2.6 Nullzählung.....	23
7.2.7 Duale Partikelzähler	24
7.3 Temperatur, RH	24

8	Qualifikation des Prüfstands und der Prüfvorrichtung	24
8.1	Anforderungen an Qualifikationsprüfungen.....	24
8.1.1	Qualifikationsprüfung	24
8.1.2	Dokumentierung der Qualifikation	24
8.2	Qualifikationsprüfung	26
8.2.1	Prüfstand — Drucksystemprüfung.....	26
8.2.2	OPC — Volumenstrom-Stabilitätsprüfung.....	26
8.2.3	OPC — Nullprüfung.....	27
8.2.4	OPC — Genauigkeit der Größenbestimmung	27
8.2.5	OPC — Überlastungsprüfung	27
8.2.6	Aerosolgenerator — Antwortzeit	28
8.2.7	Aerosolgenerator — Neutralisierer.....	28
8.2.8	Prüfstand — Prüfung auf Luftundichtigkeiten	30
8.2.9	Prüfstand — Gleichmäßigkeit der Luftgeschwindigkeit.....	30
8.2.10	Prüfstand — Aerosolgeleichmäßigkeit	31
8.2.11	Prüfstand — abströmseitige Mischung.....	32
8.2.12	Prüfstand — Druck im leeren Prüflingsabschnitt	34
8.2.13	Prüfstand — Prüfung auf 100 % Wirkungsgrad und Spülzeit	34
8.2.14	Prüfstand — Korrelationsverhältnis	34
8.3	Instandhaltung	35
8.3.1	Prüfstand — Hintergrundzählungen.....	36
8.3.2	Prüfstand — Referenzfilterprüfung	36
8.3.3	Prüfstand — Druckreferenzprüfung	37
8.3.4	Prüfstand — Endfilterwiderstand	37
9	Prüfverfahren	37
9.1	Volumenstrom	37
9.2	Ermittlung des Durchflusswiderstands	37
9.3	Ermittlung des Fraktionsabscheidegrads.....	38
9.3.1	Protokoll für die Aerosolprobenahme	38
9.3.2	Hintergrundprobenahme	38
9.3.3	Prüffolge für einen einzelnen OPC	38
9.3.4	Prüffolge für Prüfungen mit dualen OPCs	42
10	Datenreduzierung und Berechnungen	44
10.1	Korrelationsverhältnis	44
10.1.1	Datenreduzierung des Korrelationsverhältnisses	44
10.2	Durchlassgrad und Fraktionsabscheidegrad	46
10.2.1	Datenreduzierung des Durchlassgrads	47
10.3	Datenqualitätsanforderungen	49
10.3.1	Korrelationshintergrundzählungen	49
10.3.2	Wirkungsgradhintergrundzählungen	49
10.3.3	Korrelationsverhältnis	50
10.3.4	Durchlassgrad	50
10.4	Ermittlung des Fraktionsabscheidegrads.....	51
11	Prüfberichte	52
11.1	Allgemein.....	52
11.2	Erforderliche Inhalte.....	52
11.2.1	Angabe von Werten.....	52
11.2.2	Berichtzusammenfassung.....	52
11.2.3	Detailangaben	54
	Anhang A (informativ) Beispiel	57
	Anhang B (informativ) Ermittlung des Durchflusswiderstands	64
	Literaturhinweise	66

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 16890-2:2014) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 142 „Cleaning equipment for air and other gases“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 195 „Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird ISO/TS 21220:2009 ersetzen.

ISO 16890 besteht aus den folgenden Teilen, unter dem allgemeinen Titel *Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik*:

- *Teil 1: Technische Bestimmungen, Anforderungen und Effizienzklassifizierungssystem basierend auf Feinstaub (PM)*
- *Teil 2: Ermittlung des Fraktionsabscheidegrads und des Durchflusswiderstands*
- *Teil 3: Ermittlung des gravimetrischen Wirkungsgrades sowie des durchflusswiderstandes im Vergleich zu der aufgenommenen Masse von Prüfstaub*
- *Teil 4: Konditionierungsverfahren für die Ermittlung des Fraktionsabscheidegradminimums*

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 16890-2:2014 wurde vom CEN als prEN ISO 16890-2:2014 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Die Auswirkungen von Feinstaub (PM) auf die menschliche Gesundheit wurden in den vergangenen Jahrzehnten intensiv erforscht. Die Erkenntnis ist, dass Feinstaub die Gesundheit ernsthaft gefährden und zu Atemwegs- sowie Herz-Kreislauf-Erkrankungen beitragen oder sie sogar auslösen kann. Entsprechend dem Partikelgrößenbereich können Partikeln verschiedenen Klassen zugeordnet werden. Die wichtigsten sind PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁. Die U.S. Environmental Protection Agency (EPA), die World Health Organization (WHO, de: Weltgesundheitsorganisation) oder die Europäische Union definieren PM₁₀ als Partikel, die einen grössenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Wirkungsgradverringern von 50 % aufweist. PM_{2,5} und PM₁ sind ähnlich definiert. Diese Definition ist jedoch so lange nicht präzise, wie es keine weitere Definition des Probenahmeverfahrens und des Probeeinlasses mit einer klar definierten Abscheidekurve gibt. In Europa wird das in EN 12341 „Air Quality — Field Test Procedure to Demonstrate Reference Equivalence of Sampling Methods for the PM₁₀ fraction of particulate matter“ beschriebene Referenzverfahren für die Probenahme und Ermittlung von PM₁₀ angewandt. Das Messverfahren basiert auf der Sammlung der PM₁₀-Partikelfraktion aus der Umgebungsluft in einem Filter und der gravimetrischen Massenbestimmung (siehe Direktive des Europäischen Rats 1999/30/EC vom 22. April 1999).

Da die genaue Definition von PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁ sehr komplex und nicht einfach zu ermitteln ist, verwenden Behörden wie z. B. die U.S.-amerikanische EPA oder das deutsche Umweltbundesamt in ihren Publikationen zunehmend die einfachere Bestimmung von PM₁₀ als Partikelgrößenfraktion von weniger oder gleich 10 µm. Diese Abweichung von der oben genannten komplexen „offiziellen“ Definition hat laut ISO 16890 keine bedeutenden Auswirkungen auf den Partikelabscheidegrad eines Filters, weshalb diese vereinfachte Definition von PM₁₀, PM_{2,5} und PM₁ in den ISO-Dokumenten 16890 angewandt wird.

Unter Feinstaubpartikeln ist im Kontext dieser Norm eine Größenfraktion der in der Umgebungsluft enthaltenen natürlichen Aerosole (flüssige und feste Partikeln) mit dem Zeichen PM_x zu verstehen, wobei x den Größenbereich des aerodynamischen Durchmessers $\leq x$ µm angibt. In dieser Norm werden die folgenden Partikelgrößenfraktionen verwendet:

Fraktion	Größenbereich
PM ₁₀	≤ 10 µm
PM _{2,5}	$\leq 2,5$ µm
PM ₁	≤ 1 µm

Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik werden häufig für Heizungs-, Belüftungs- und Klimaanlage in Gebäuden verwendet. Bei dieser Art der Anwendung beeinflussen sie maßgeblich die Luftqualität von Innenräumen und somit auch die Gesundheit der Menschen, da sie die Feinstaubkonzentration in der Luft verringern. Um den Konstrukteuren und dem Wartungspersonal die Auswahl des richtigen Filters zu ermöglichen, sind sowohl der internationale Handel als auch die Produktion an einem klar definierten, allgemein gültigen Prüf- und Klassifizierungsverfahren für Luftfilter entsprechend ihres Wirkungsgrades und insbesondere in Hinsicht auf die Abscheidung von Partikeln interessiert. Die aktuellen regionalen Normen wenden grundverschiedene Prüf- und Klassifizierungsverfahren an, bei denen keinerlei Vergleich miteinander möglich ist und die daher den globalen Handel mit gemeinsamen Produkten verhindern. Zudem sind die aktuellen Normen bekanntermaßen begrenzt und bringen Ergebnisse hervor, die manchmal fernab von der Leistung der Filter in der Praxis sind. Mit dieser neuen internationalen Norm wird eine ganz neue Herangehensweise an ein Klassifizierungssystem angenommen, die zu besseren und bedeutsameren Ergebnissen führt als es die aktuellen Normen vermögen. Des Weiteren soll dieser neue Ansatz die von dem früheren Ansatz von ISO/TS 21220 ausgehenden gravierendsten Probleme lösen.

ISO 16890 (alle Teile) beschreibt die Ausrüstung, Materialien, technischen Bestimmungen, Anforderungen, Qualifikationen und Verfahren zur Gewinnung von Laborleistungsdaten und zur Erarbeitung einer Wirkungsgradklassifizierung auf Grundlage des ermittelten Fraktionsabscheidegrads, der zu einem Partikel-Berichtssystem verarbeitet wird.

Nach diesen einzelnen Normen erfolgt im Labor die Bewertung der Luftfilterelemente nach ihrer Fähigkeit, die Aerosolpartikeln PM_1 , $PM_{2,5}$ und PM_{10} abzuscheiden, sodass die Luftfilterelemente dann nach den in Teil 1 beschriebenen Verfahren klassifiziert werden können. Der Abscheidegrad des Filterelements wird nach den in Teil 2 beschriebenen Verfahren in Abhängigkeit von der Partikelgröße im Bereich von $0,3\ \mu m$ bis $10\ \mu m$ des unbeanspruchten und unkonditionierten Filterelements ermittelt. Das Luftfilterelement wird dann nach den in Teil 4 beschriebenen Verfahren konditioniert und der Abscheidegrad an diesem konditionierten Filterelement erneut ermittelt. Dieses Verfahren wird angewandt, um Informationen über die Intensität elektrostatischer Abscheidemechanismen zu erhalten, die am zu prüfenden Filterelement vorhanden sein können. Die Ergebnisse dieses zweiten Partikelsammelwirkungsgrads werden zur Verschiebung der Fraktionsabscheidegradkurve des Filterelements verwendet, die zur Ermittlung des mittleren Wirkungsgrads für die Bereiche PM_1 , $PM_{2,5}$ und PM_{10} genutzt wird, indem die Werte des Fraktionsabscheidegrads nach der standardisierten und normierten Partikelgrößenverteilung der zugehörigen Aerosolfraktion in der Umgebungsluft gewichtet werden.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 16890 bestimmt die Aerosolherstellung, Prüfmittel und Prüfverfahren, die zur Ermittlung des Fraktionsabscheidegrads und des Durchflusswiderstands eines Luftfilters für die allgemeine Raumtechnik verwendet werden.

Es ist für den Gebrauch zusammen mit ISO 16890-1, ISO 16890-3 und ISO 16890-4 vorgesehen.

Das in dieser Norm beschriebene Prüfverfahren ist für Volumenströme von 0,25 m³/s (900 m³/h, 530 ft³/min) und 1,5 m³/s (5 400 m³/h, 3 178 ft³/min) anwendbar, bei einem Prüfstand mit einer Filteranströmfläche von 610 mm × 610 mm (24 inch × 24 inch).

ISO 16890 (alle Teile) bezieht sich auf Partikelluftfilterelemente für die allgemeine Raumluftechnik mit einem Anfangswirkungsgrad von weniger als oder gleich 99 % für die PM₁-Aerosolfraction und mehr als 20 % für die PM₁₀-Aerosolfraction bei der Prüfung nach den in ISO 16890 Teil 1-4 festgelegten Verfahren.

Luftfilterelemente, die sich nicht in dieser Aerosolfraction befinden, werden nach anderen anwendbaren Prüfverfahren bewertet (siehe ISO 29463, Teil 1-5).

Filterelemente, die in tragbaren Raumluftfiltern verwendet werden, sind im Anwendungsbereich dieser Norm nicht erfasst.

Die Leistungsergebnisse, die entsprechend diesen einzelnen Normen ermittelt wurden, sind nicht allein quantitativ anzuwenden, um die Leistung im Betrieb hinsichtlich Wirkungsgrad und Lebensdauer vorauszubestimmen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Verweisungen auf andere Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 5167-1, *Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices — Part 1: Orifice plates, nozzles and Venturi tubes inserted in circular cross-section conduits running full* (ISO 5167-1:1991)

ISO 16890-1, *Air filters for general ventilation — Part 1: Technical specifications, requirements and efficiency classification system based upon Particulate Matter (PM)* (zurzeit ISO DIS)

ISO 16890-3, *Air filters for general ventilation — Part 3: Determination of the gravimetric efficiency and the air flow resistance versus the mass of test dust captured* (Currently ISO CD)

ISO 16890-4, *Air filters for general ventilation — Part 4: Conditioning method to determine the minimum fractional test efficiency* (Currently ISO CD)

ISO 14644-3, *Metrology & Test Methods*

ISO 21501-4, *Determination of particle size distribution — Single particle light-interaction methods — Part 4: Light scattering airborne particle counter for clean spaces*

ISO 29463, *High efficiency filters and filter media for removing particles from air*

ISO 29494, *Cleaning equipment for air and other gases — Terminology*

ISO 21501-1, *Determination of particle size distribution — Single particle light interaction methods — Part 1: Light scattering aerosol spectrometer*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in ISO 29464 definierten und die folgenden Begriffe:

3.1 Volumenstrom und Durchflusswiderstand

3.1.1

Volumenstrom

den Filter pro Zeiteinheit durchströmendes Luftvolumen

[QUELLE: ISO 29464:2011; 3.2.38]

3.1.2

Nennvolumenstrom

vom Hersteller angegebener Volumenstrom

3.1.3

Durchflusswiderstand

Differenz des Drucks zwischen zwei Punkten in einem Durchflusssystem unter festgelegten Bedingungen, insbesondere bei der Messung am Filter

3.2 Prüfling

3.2.1

Prüfling

nach dieser Norm zu prüfendes Filterelement

3.2.2

Filterelement

aus Filtermaterialien, Rahmen und Verbindungen zum Filtergehäuse bestehendes Gefüge

3.2.3

Anströmseite, U/S (en: upstream)

Bereich in einem Filtersystem, der von einem Fluid durchströmt wird, bevor dieses an den Prüfling gelangt

3.2.4

Abströmseite, D/S (en: downstream)

Bereich, in den das Fluid nach dem Durchdringen des Prüflings strömt

3.3 Aerosol

3.3.1

gasförmiges Aerosol

flüssige Partikeln in einem Gas

3.3.2

festes Aerosol

feste Partikeln in einem Gas

3.3.3

Referenzaerosol

das festgelegte, angenommene Aerosol in einem bestimmten Größenbereich für Bestimmungen im Rahmen einer Prüfung

3.3.4

Neutralisierung

Verfahren, bei dem das Aerosol mit bipolaren Ionen in eine Boltzmann-Ladungsverteilung gebracht wird

3.4 Partikelzähler

3.4.1

Partikelzähler

ein Gerät für das Anzeigen und Zählen diskreter in der Luft einer Probe mitgeführter Partikeln

[QUELLE: ISO 29464:2011; 3.1.27]

3.4.2

optischer Partikelzähler

OPC

Partikelzähler, der die in einem Probenluftstrom enthaltenen Partikeln beleuchtet. Die dabei entstehenden Lichtimpulse informieren durch die Impulshöhe über den Partikeldurchmesser und durch die Anzahl der Impulse über die Partikelkonzentration bei bekanntem und konstantem Probenahmevolumenstrom

ANMERKUNG Siehe ISO 21501-4.

[QUELLE: ISO 29464:2011; 3.2.29]

3.4.3

untere Grenze der Partikelgröße

kleinster Partikeldurchmesser mit einem Zählwirkungsgrad von $0,5 \pm 0,15$ (50 % $\pm$ 15 %)

[QUELLE: ISO 29464:2011; 3.1.33]

3.4.4

obere Grenze der Partikelgröße

größter Partikeldurchmesser mit einem Zählwirkungsgrad von $0,5 \pm 0,15$ (50 % $\pm$ 15 %)

[QUELLE: ISO 29464:2011; 3.1.34]

3.4.5

Probenahmevolumenstrom

Volumenstrom durch das Messgerät

3.4.6

Partikelgröße

geometrischer Durchmesser der Partikeln eines Aerosols (je nach dem Kontext sind der sphärische, optische oder aerodynamische Durchmesser äquivalent)

[QUELLE: ISO 29464:2011; 3.1.126]

3.4.7

Partikelgrößenverteilung

Darstellung der Experimentalergebnisse als Zählentabellen oder Diagramme, die unter Anwendung eines Verfahrens oder einer Vorrichtung gewonnen wurden, die bei einer Probenahme den äquivalenten Partikeldurchmesser ermitteln oder das Partikelverhältnis angeben können, für das der äquivalente Durchmesser innerhalb der festgelegten Grenzen liegt

[QUELLE: ISO 29464:2011; 3.1.128]

3.4.8

Koinzidenzfehler

Fehler, der dadurch entsteht, dass sich zur gleichen Zeit mehr als ein Partikel im Messvolumen eines Partikelzählers befindet

[QUELLE: ISO 29464:2011; 3.1.69]

3.4.9

isokinetische Entnahme

Technik zur Entnahme der Luft dermaßen, dass die Sondeneinströmgeschwindigkeit der Luft die gleiche ist wie die Geschwindigkeit der Luft an der Entnahmestelle

[QUELLE: ISO 29464:2011; 3.1.144]

3.5 Wirkungsgrad

3.5.1

Wirkungsgrad

Anteil oder Prozentsatz einer Prüfverunreinigung, die von einem Filter abgeschieden wird

3.5.2

Fraktionsabscheidegrad

Fähigkeit einer Luftreinigungseinrichtung, Partikeln einer bestimmten Größe oder eines bestimmten Größenbereichs abzuscheiden

ANMERKUNG Der als Funktion der Partikelgröße aufgetragene Wirkungsgrad ergibt das auf die Partikelgröße bezogene Wirkungsgradspektrum.

[Quelle: ISO 29464:2011; 3.1.61]

3.5.3

mittlerer Wirkungsgrad

gewichtetes Mittel der Wirkungsgrade für die verschiedenen festgelegten Staubaufgabeintervalle

3.5.4

Durchlassgrad

P

Verhältnis der Partikelkonzentration auf der Abströmseite zur Partikelkonzentration auf der Anströmseite eines Filters

[QUELLE: ISO 29464:2011; 3.1.130]

3.5.5

Korrelationsverhältnis

R

Ermittlung potenzieller Abweichungen zwischen den anströmseitigen und abströmseitigen Probenahme-systemen

3.6 Weitere Begriffe

3.6.1

HEPA-Filter

Filter mit einer Leistung, die den Anforderungen von Filterklasse ISO 35 — ISO 45 nach ISO 29463-1 entsprechen

[QUELLE: ISO 29464:2011; 3.1.88]

3.6.2

Referenzgerät

Primärgerät mit genau bekannten Parametern, mit dem das zu prüfende Sekundärgerät verglichen wird

[QUELLE: ISO 29464:2011; 3.1.39]

3.7 Feinstaub (PM)

3.7.1

Feinstaub

PM

in der Umgebungsluft enthaltene feste oder flüssige Partikeln

3.7.2

Partikeln kleiner als 10 µm

PM₁₀

Größenfraktion von Partikeln mit einem aerodynamischen Nenndurchmesser von gleich oder weniger als 10 µm

3.7.3

Partikeln kleiner als 2,5 µm

PM_{2,5}

Größenfraktion von Partikeln mit einem aerodynamischen Nenndurchmesser von gleich oder weniger als 2,5 µm

3.7.4

Partikeln kleiner als 1 µm

PM₁

Größenfraktion von Partikeln mit einem aerodynamischen Nenndurchmesser von gleich oder weniger als 1 µm

3.7.5

PM-Wirkungsgrad

Wirkungsgrad eines Luftfilters für die Abscheidung der Massenkonzentration dreier Fraktionen von Staubpartikeln. Der PM₁₀-Wirkungsgrad ist der Wirkungsgrad für die Fraktion PM₁₀, der PM_{2,5}-Wirkungsgrad für Fraktion PM_{2,5} und der PM₁-Wirkungsgrad für Fraktion PM₁. Der PM-Wirkungsgrad wird als Verhältnis der Differenz der PM-Massenkonzentration aus der anströmseitigen und abströmseitigen Partikelkonzentration zur anströmseitigen Partikelkonzentration eines Filters ermittelt

4 Symbole und Abkürzungen

Die folgenden Symbole und Abkürzungen gelten für die Anwendung dieser Norm.

4.1 Symbole

δ	Standardabweichung der Datenpunkte
$U_{B,b,ps}$	erste anströmseitige Hintergrundzählungen für eine bestimmte Partikelgröße
$U_{B,f,ps}$	letzte anströmseitige Hintergrundzählungen für eine bestimmte Partikelgröße
$D_{B,b,ps}$	erste abströmseitige Hintergrundzählungen für eine bestimmte Partikelgröße
$D_{B,f,ps}$	letzte abströmseitige Hintergrundzählungen für eine bestimmte Partikelgröße
$U_{i,ps}$	anströmseitige Wirkungsgradermittlung für eine bestimmte Partikelgröße
$\bar{R}_{p,s}$	Korrelationsverhältnis für eine bestimmte Partikelgröße
$e_{c,ps}$	95 %-Fehlergrenze des Korrelationswertes für eine bestimmte Partikelgröße
$\bar{R}_{lcl,p,s}$	untere Vertrauensgrenze des Korrelationsverhältnisses für eine bestimmte Partikelgröße
$\bar{R}_{ucl,p,s}$	obere Vertrauensgrenze des Korrelationsverhältnisses für eine bestimmte Partikelgröße
$U_{c,tot,ps}$	Summe der während der Korrelation anströmseitig entnommenen Partikeln für eine bestimmte Partikelgröße
P	Durchlassgrad
$\bar{P}_{o,ps}$	festgestellter Durchlassgrad für eine bestimmte Partikelgröße
$\bar{P}_{ps}$	Enddurchlassgrad für eine bestimmte Partikelgröße
e_{ps}	95%-Fehlergrenze des Durchdringungswertes für eine bestimmte Partikelgröße
$\bar{P}_{lcl,ps}$	untere Vertrauensgrenze der Durchdringung für eine bestimmte Partikelgröße
$\bar{P}_{ucl,ps}$	obere Vertrauensgrenze der Durchdringung für eine bestimmte Partikelgröße
$U_{tot,ps}$	Summe der während der Durchlassgradprüfung anströmseitig entnommenen Partikeln für eine bestimmte Partikelgröße
E_{ps}	Fraktionsabscheidegrad für eine bestimmte Partikelgröße

4.2 Abkürzungen

ASHRAE	American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers	American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers
CEN	European Committee for Standardization	Europäisches Komitee für Normung
CL	concentration limit	Konzentrationsgrenze
CV	coefficient of variation	Variationskoeffizient
NIST	National Institute of Standards and Technology	National Institute of Standards and Technology
PSL	Polystyrene latex spheres	Polystyrenlatexkugeln
RH	Relative Humidity, %	Relative Luftfeuchte, %
TR	Test Rig	Prüfstand

5 Allgemeine Prüfanforderungen

5.1 Anforderungen an den Prüfling

Der Prüfling muss so beschaffen oder gekennzeichnet sein, dass eine inkorrekte Montage nicht möglich ist. Der Prüfling muss so beschaffen sein, dass bei korrekter Montage im Prüfstandluftkanal keine Luft-/Staubverluste um den äußeren Prüflingsrahmen und an den Dichtkanten des Prüfstandes durch Undichtigkeiten auftreten.

Der ganze Prüfling (Filter und Rahmen) muss aus Material bestehen, das geeignet ist, dem normalen Gebrauch und der Belastung durch die Bandbreite an Temperaturen, Feuchtigkeit und korrosiven Umgebungen, denen es im Betrieb voraussichtlich ausgesetzt ist, standzuhalten.

Der ganze Prüfling muss so beschaffen sein, dass er den mechanischen Beanspruchungen, denen er während des normalen Gebrauchs voraussichtlich ausgesetzt ist, standhält. Stäube oder Fasern, die aus dem Prüfling durch den ihn durchströmenden Luftstrom freigesetzt werden, dürfen die Personen (oder Geräte), die der gefilterten Luft ausgesetzt sind, nicht gefährden oder beeinträchtigen.

5.2 Auswahl des Prüflings

Die Montage des Prüflings muss nach den Empfehlungen des Herstellers erfolgen, nachdem er mit der auf das nächste Gramm gewogenen Prüfluft ins Gleichgewicht gebracht wurde. Vorrichtungen, bei denen externes Zubehör erforderlich ist, sind während der Prüfung mit Zubehör mit ähnlichen Charakteristika zu bedienen, wie das in der Praxis verwendete. Der Prüfling, einschließlich jeglicher normaler Montagerahmen, ist so im Prüfstand zu montieren und abzudichten, dass keine Undichtigkeiten auftreten können. Die Dichtheit ist durch visuelle Kontrolle zu überprüfen; visuell erkennbare Undichtigkeiten sind nicht zulässig. Wenn die Abmessungen eine Prüfung des Prüflings unter normalen Prüfumständen nicht zulassen, sind aus zwei oder mehr Filtern bestehende Baugruppen des gleichen Typs oder Modells unter der Voraussetzung gestattet, dass in der entstandenen Baugruppe keine Undichtigkeiten auftreten. Die Betriebsbedingungen solcher Behelfsvorrichtungen sind zu dokumentieren.

5.3 Anforderungen an den Prüfstand

Die entscheidenden Abmessungen und Anordnungen der Prüfvorrichtung sind auf den Bildern dieser Norm dargestellt. Sie sind als Richtlinie für den Aufbau eines den Leistungsanforderungen dieser Norm entsprechenden Prüfstands vorgesehen. Alle angegebenen Abmessungen sind obligatorisch, sofern nicht anders angegeben. Toleranzen sind ebenfalls auf den Bildern dieser Norm angegeben. Die dargestellten Einheiten sind mm (inch), sofern nicht anders angegeben. Die Gestaltung der nicht bestimmten Ausrüstung (unter anderem Gebläse, Ventile und externe Rohrleitungen) ist nach eigenem Ermessen vorzunehmen, die Ausrüstung muss jedoch geeignet sein, um die Leistungsanforderungen dieser Norm zu erfüllen.

6 Prüfmaterialien

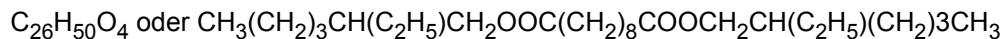
Aerosole, die entsprechend dieser Norm zur Prüfung der Filtrationsleistung verwendet werden, sind nur so lange in den Prüfling einzuleiten, wie zur Untersuchung der Filtrationsleistungseigenschaften des Prüflings erforderlich ist, jedoch nicht so lange, dass die Filtrationsleistungseigenschaften des betreffenden Prüflings dadurch verändert werden.

6.1 Gasförmiges Aerosol

6.1.1 Prüfaerosol DEHS

Das von einer Laskin-Düse erzeugte, gasförmige Prüfaerosol DEHS (DiEthylHexylSebacat) wird bei der Prüfung von Filtern mit hohem Wirkungsgrad häufig verwendet. DEHS ist identisch mit DES Di(2-ethylhexyl)Sebacat oder Bis(2-ethylhexyl)Sebacat, da ihre aerodynamischen, geometrischen und Lichtstreuungsgrößen bei der Messung mit optischen Partikelzählern (OPC) nah beieinander liegen. Das Aerosol DEHS ist in unbehandelter Form zu verwenden und direkt in den Prüfstand einzuleiten.

DEHS/DES/DOS – Formel:



DEHS-Eigenschaften:

Dichte	912 kg/m ³ (57 lb/ft ³)
Schmelzpunkt	225 K
Siedepunkt	529 K
Flammpunkt	> 473 K
Dampfdruck	1,9 µPa (1,9 × 10 ⁻⁶ Pa) (7,6 × 10 ⁻⁹ inch H ₂ O) bei 273 K
Brechungsindex	1,450 bei 600 nm Wellenlänge
Dynamische Viskosität	0,022 Pa·s (0,015 lb/ft·s) bis 0,024 Pa·s (0,016 lb/ft·s)
CAS-Nummer	122-62-3

6.1.2 Erzeugung von gasförmigem Aerosol

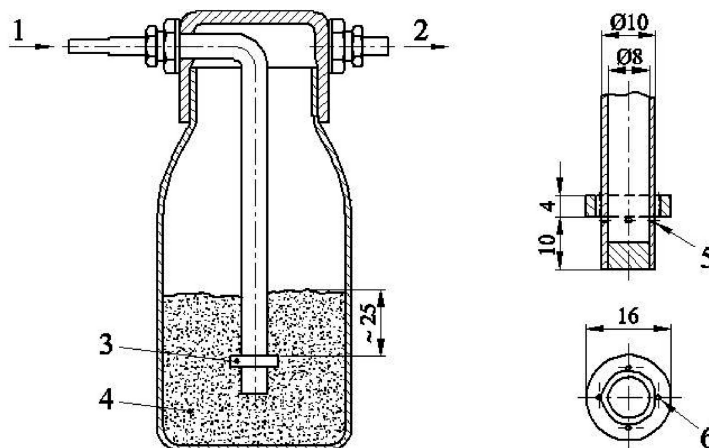
Das Prüfaerosol muss aus unbehandeltem und unverdünntem DEHS oder anderen gasförmigen Prüfaerosolen bestehen, die den in 6.3 genannten Bestimmungen zu Referenzaerosolen entsprechen. Von einer Laskin-Düse erzeugtes DEHS (DiEthylHexylSebacat) wird bei der Leistungsprüfung von Filtern mit hohem Wirkungsgrad häufig verwendet.

In Bild 1 ist beispielhaft ein System für die Erzeugung des Aerosols dargestellt. Es besteht aus einem kleinen Behälter mit DEHS-Flüssigkeit und einer Laskin-Düse. Das Aerosol wird erzeugt, indem partikelfreie Druckluft durch die Laskin-Düse geblasen wird. Die zerstäubten Tröpfchen werden dann direkt in den Prüfstand geleitet. Der Druck und der Luftstrom durch die Düse werden dem Prüfluftstrom und der erforderlichen Aerosolkonzentration entsprechend angepasst.¹⁾

Es können auch alle anderen Aerosolgeneratoren verwendet werden, die in ausreichender Konzentration Tröpfchen des Partikelgrößenbereichs 0,3 µm bis 1,0 µm erzeugen können.

1) Bei einem Prüfluftstrom von 0,944 m³/s (2 000 ft³/min) beträgt der Druck in etwa 17 kPa (2,5 lb/in²), entsprechend einem Luftstrom von 0,39 dm³/s (1,4 m³/h, [0,82 ft³/min]) durch die Düse.

Vor der Prüfung ist die anströmseitige Konzentration so zu regulieren, dass ein stabiler Zustand erreicht wird und eine Konzentration unter dem Koinzidenzniveau des OPC vorhanden ist.



Legende

- 1 Partikelfreie Luft (Druck etwa 17 kPa) (2,5 lb/in²)
- 2 Aerosol zum Prüfstand
- 3 Laskin-Düse
- 4 Flüssiges Prüfaerosol
- 5 Vier Ø 1,0 mm Bohrungen um jeweils 90° versetzt, genau an der Unterseite des Bundrings
- 6 Vier Ø 2,0 mm Bohrungen neben dem Rohr, auf einer Höhe mit den Radialbohrungen

Bild 1 — Generator für gasförmiges Aerosol (Abmessungen in mm)

6.2 Festes Aerosol

6.2.1 Prüfaerosol Kaliumchlorid (KCl)

Das Prüfaerosol KCl muss aus polydispersen, festen (trockenen) Kaliumchlorid-Partikeln (KCl) bestehen, die aus einer wässrigen Lösung erzeugt wurden. Eine KCl-Lösung kann beispielsweise durch die Mischung von 120 g Reagenz-KCl²⁾ mit 1 l destilliertem Wasser hergestellt werden. Die Lösung wird mittels einer Dosierpumpe mit etwa 1,2 ml/min (0,04 oz/min) in die Zerstäuberdüse geblasen. Durch Veränderung des Betriebsluftdrucks des Generators und des Lösungsvolumenstroms kann die Prüfaerosolkonzentration reguliert werden.

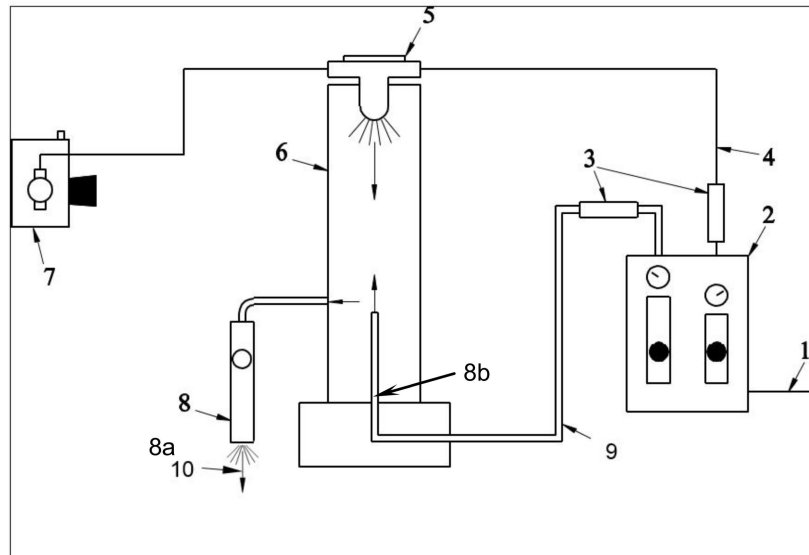
6.2.2 Erzeugung von festem Aerosol

Der Generator für feste Prüfaerosole muss Bild 2 zu entsprechen. Der Aerosolgenerator muss in ausreichender Konzentration ein stabiles Prüfaerosol für den Partikelgrößenbereich von über 0,30 µm bis 10 µm erzeugen, das entsprechend dieser Norm die Mindestanforderungen an Aerosole erfüllt, ohne den OPC zu überlasten.

Die Düse befindet sich am oberen Ende eines transparenten Acrylsprühturms mit einem Durchmesser von 305 mm (12 inch) und einer Höhe von 1 300 mm (51 inch). Der hohe Turm erfüllt zwei Zwecke: Er erlaubt es den KCl-Tröpfchen durch eine durchschnittlich etwa 40 Sekunden dauernde Verweilzeit zu trocknen; größere Partikeln können aus dem Aerosol herausfallen.

2) Die Angabe der Mischung von 120 g KCl mit 1 l Wasser ist beispielhaft und das tatsächliche Mischungsverhältnis kann in Abhängigkeit von der genutzten Ausrüstung verschieden sein.

Das Aerosol ist in eine Boltzmann-Ladungsverteilung³⁾ zu bringen, indem ein Alpha- oder Beta-Ionisationsgenerator mit einer Aktivität von mindestens 185 MBq (5 mCi)⁴⁾ oder ein Koronaentladungsisolator eingesetzt wird. Der Koronaentladungsisolator muss eine Koronastromstärke von mindestens 3 µA aufweisen und so eingestellt sein, dass er gleiche Mengen positiver und negativer Ionen erzeugt.



Legende

- 1 Reine, trockene Druckluftquelle
- 2 Bedienvorrichtung für den Luftstrom (Schwebkörper-Durchflussmesser mit Nadelventil und Ausgangsdruckmessgerät)
- 3 Schwebstofffilter, mindestens HEPA-Niveau (0,3 µm)
- 4 Zu zerstäubende Luft 0,000 5 m³/s (1 ft³/min) nominell (angepasste Geschwindigkeit)
- 5 Zerstäuberdüse
- 6 Sprühturm mit 305 mm (12 inch) Durchmesser und 1 300 mm (51 inch) Höhe
- 7 Dosierpumpe 1,2 ml/min, wässrige KCl-Lösung
- 8a Radioaktiver Aerosolneutralisierer am Aerosolausgang, sofern verwendet
- 8b Koronaentladung-Neutralisierer in der Lufttrocknungsleitung, sofern verwendet
- 9 Trocknende Luft 0,001 9 m³/s (4 ft³/min)
- 10 Auslass 38 mm (1,5 inch) Innendurchmesser (kann sich am Boden des Sprühturms befinden)

Bild 2 — Schematische Darstellung eines Partikelgeneratorsystems für feste Partikel

3) Eine Boltzmann-Ladungsverteilung ist die durchschnittliche in der Umgebungsluft vorhandene Ladung. Elektrostatistische Aufladung ist eine unvermeidbare Folge der meisten Aerosolerzeugungsverfahren für feste Aerosole.

4) Das Aktivitätsniveau einer radioaktiven Quelle nimmt mit der Zeit ab. Die Quellenaktivität von 185 MBq (5 mCi) ist der Mindestwert am Ende der Lebensdauer. Die Quelle muss beim Erwerb einen höheren Wert aufweisen, um eine zweckdienliche Lebensdauer zu besitzen. Wenn beispielsweise die Quellenkraft einer neuen Quelle 10 mCi beträgt, beträgt sie nach der Halbwertszeit noch 5 mCi.

6.3 Referenzaerosole

6.3.1 Referenzaerosol für 0,3 µm bis 1,0 µm

Für das Prüfverfahren zur Ermittlung der Filterleistung für Partikeln von 0,3 µm bis 1,0 µm ist das in Punkt 6.1 genannte flüssige Aerosol als Referenzmaterial zu verwenden.

6.3.2 Referenzaerosol für 1,0 µm bis 10,0 µm

Für das Prüfverfahren zur Ermittlung der Filterleistung für Partikeln von 1,0 µm bis 10,0 µm ist das in Punkt 6.2 genannte feste Aerosol als Referenzmaterial zu verwenden.

6.3.3 Andere Referenzaerosole

Zur Prüfung von Vorrichtungen nach dieser Norm dürfen nur die in 6.1 und 6.2 genannten Aerosole verwendet werden. Ein Aerosol, das nicht im Referenzbereich erfasst ist, kann dann verwendet werden, wenn es mit den Ergebnissen des Referenzaerosols für den zu prüfenden Partikelgrößenbereich nach 6.3.3.1 in akzeptabler Weise übereinstimmt. Flüssige Aerosole können nur zur Ermittlung der Filtrationsleistung im Partikelgrößenbereich von 1,0 µm bis 10,0 µm verwendet werden, wenn die Mediumgeschwindigkeit des Prüflings weniger als 20 cm/sec (39,4 ft/min) beträgt.

6.3.3.1 Übereinstimmungskriterien

Um eine akzeptable Aerosolübereinstimmung vorzuweisen, muss ein Referenzprüffilter, wie in 8.3.2 beschrieben, vom Referenzaerosol und anschließend auf gleiche Weise vom Ersatzaerosol durchströmt werden. Wenn die Wirkungsgradergebnisse der Filtration in jedem gemessenen Kanal innerhalb von 5 Prozentpunkten liegen, kann das Ersatzaerosol für diesen Partikelgrößenbereich verwendet werden. Von der Prüfstelle ist ein schriftlicher Bericht aufzubewahren, der diese Übereinstimmung nachweist. Diese Prüfung ist als Teil jeglicher Qualifikationsprüfungen für Prüfstände und Instandhaltungsprüfungen nach Abschnitt 8.3.2 durchzuführen.

7 Prüfmittel

7.1 Prüfstand

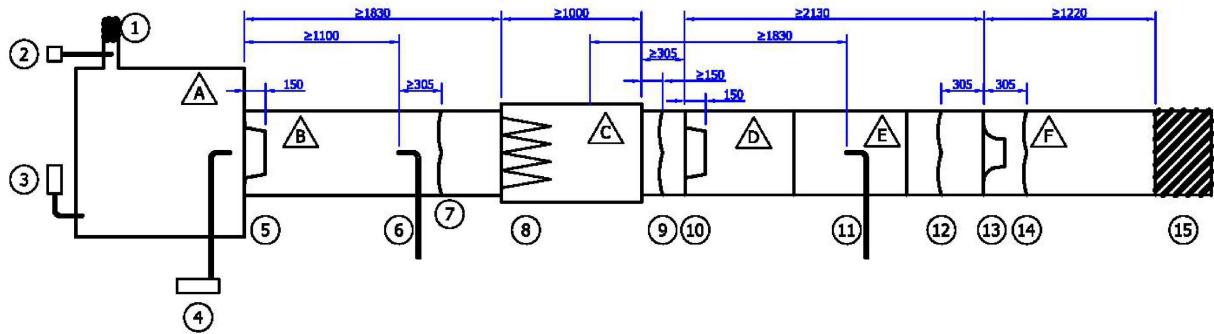
7.1.1 Abmessungen

7.1.1.1 Querschnittsfläche

Der Prüfstand (siehe Bild 3) besteht aus verschiedenen quadratischen Abschnitten mit den nominellen Innenmaßen von 610 mm × 610 mm (24 inch × 24 inch), mit Ausnahme des Prüflingsabschnitts. Der Prüfling befindet sich in Abschnitt C, dessen nominelle Innenmaße zwischen 610 mm (24 inch) und 622 mm (24,50 inch) betragen können.

7.1.1.2 Längen, Abstände und Positionen

Die Mindestmaße oder erforderlichen Längenmaße für die Prüfstandsabschnitte und die Positionen der Vorrichtungen sind in Bild 3 angegeben.



Legende

- | | | | |
|---|--|----|--|
| A | TR-Abschnitt – U/S ^a Einlasskammer | 6 | U/S Aerosol-Probenahmekopf |
| B | TR-Abschnitt – U/S Probenahme | 7 | U/S Prüfling-Druckentnahmebohrung |
| C | TR-Abschnitt – Prüfling | 8 | Prüfling |
| D | TR-Abschnitt – D/S ^b Misch-/Endfilter | 9 | D/S Prüfling-Druckentnahmebohrung |
| E | TR-Abschnitt – D/S Probenahme | 10 | D/S Mischblende (Wirkungsgradprüfung) |
| F | TR-Abschnitt – Volumenstrommessung | 10 | Bei Staubbeladung, D/S Endfilter ^c |
| 1 | U/S HEPA-Filtration | 11 | D/S Aerosol-Probenahmekopf |
| 2 | Einleitung Flüssigaerosol | 12 | Obere Druckentnahmebohrung-Messdüsen (wenn vorhanden) |
| 3 | Einleitung Festaerosol | 13 | Volumenstrommessung |
| 4 | Staubeinleitungsdüse ^c | 14 | Untere Druckentnahmebohrung-Messdüsen (wenn vorhanden) |
| 5 | U/S Mischblende ^c | 15 | D/S HEPA-Filtration (wenn vorhanden) |
- ^a U/S bezeichnet die Anströmseite des Prüflings
^b D/S bezeichnet die Abströmseite des Prüflings
^c nur bei Vorrichtungen mit Prüfstaub

Bild 3 — Schematische Darstellung eines Prüfstands (Abmessungen in mm)

7.1.2 Prüfstandmaterial

Der Prüfstand muss aus elektrisch leitfähigem Material bestehen, geerdet sein, über glatte Innenwände verfügen und ausreichend starr sein, um sich nicht zu verformen, wenn er dem Prüfdruck ausgesetzt ist. Kleinere Teile des Prüfstands könnten in Glas oder Kunststoff gefasst werden, damit der Prüfling und die Prüfmittel sichtbar sind. Schaugläser, durch die der Prüfverlauf beobachtet werden kann, sind wünschenswert.

7.1.3 Form des Prüfstands

Die Positionen der Schwebstofffilter und Aerosoleinleitung in der Einlasskammer sind frei wählbar; ein Bogen im Prüfstand, der sowohl eine gerade als auch eine U-förmige Prüfstandanordnung ermöglicht, ist optional. Mit Ausnahme des Bogens an sich sind alle Abmessungen und Komponenten bei einer geraden und einer U-förmigen Prüfstandanordnung identisch. Hinter dem Bogen ist im Prüfstand eine abströmseitige Mischblende zu installieren. Die Länge des Prüfstandes und der einzelnen Abschnitte ist frei wählbar, der Prüfstand muss jedoch alle in Abschnitt 8 beschriebenen Anforderungen der Qualifikationsprüfungen für Prüfstände erfüllen.

7.1.4 Luftversorgung des Prüfstands

7.1.4.1 Positionierung des Ventilators

Im Prüfstand kann entweder mit einem Luftstrom mit negativem oder positivem Druck geprüft werden. Wenn mit positivem Druck geprüft wird (d. h. der Ventilator befindet sich auf der Anströmseite des anströmseitigen HEPA-Filters), können das Prüfaerosol und der Aufgabestaub in den Raum gelangen; bei der Prüfung mit negativem Druck (d. h. der Ventilator befindet sich auf der Abströmseite des abströmseitigen HEPA-Filters) können Partikeln in das Prüfsystem dringen.

7.1.4.2 Umgebung

Als Prüfluft ist die Raumlufte oder Umluft zu verwenden. Die Lufttemperatur am Prüfling muss $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($73^{\circ}\text{F} \pm 9$), die relative Luftfeuchte $45\% \pm 10$ betragen. Die Abluft kann in den Außen- oder Innenbereich abgeleitet oder rezirkuliert werden.

7.1.4.3 HEPA-Filtration im Prüfstand

Auf der Anströmseite des Prüfstand-Abschnitts A sind HEPA-Filter mit hohem Wirkungsgrad einzusetzen. Der Zweck dieser anströmseitigen Filtration ist es, eine sehr geringe Hintergrundpartikelkonzentration während der Prüfung zu gewährleisten und sicherzustellen, dass bei den Messungen ein konsistentes Prüfaerosol verwendet wird.

Eine HEPA-Filtration der Abluft wird empfohlen, ist jedoch nicht obligatorisch. Durch einen HEPA-Filter am Abluftauslass können Prüfaerosole, die in der Abluft enthalten sein können, abgeschieden werden.

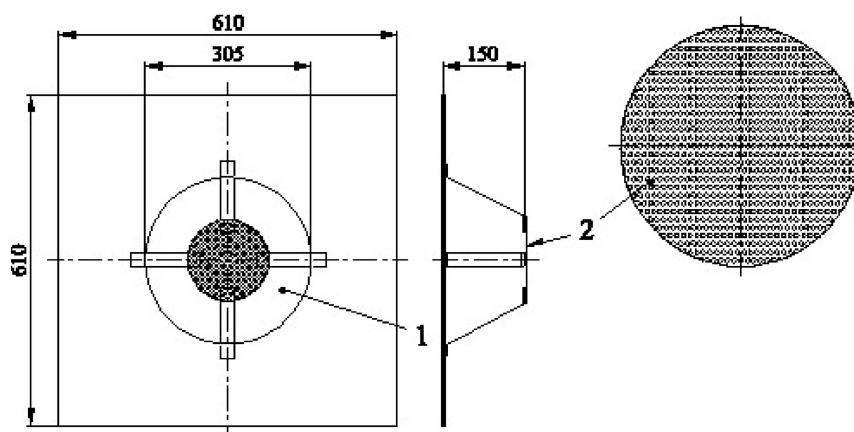
7.1.5 Isolation des Prüfstands

Der Prüfstand ist gegen vom Gebläse oder anderen Vorrichtungen verursachte Vibrationen zu isolieren.

7.1.6 Abströmseitige Mischblende

Bei allen Fraktionsabscheidegradmessungen muss die abströmseitige Mischblende wie in Bild 3 auf der Abströmseite des Prüflings und auf der Anströmseite des abströmseitigen Probenahmekopfes installiert werden. Die Mischblende besteht aus einer Blende (1) und einer perforierten Platte (2), wie in Bild 4 dargestellt.

Die perforierte Platte muss gleichmäßig große, runde Öffnungen in versetzter Anordnung und mit gleichmäßigen Abständen zueinander aufweisen, so dass sie zu 40 % durchlässig ist. Sie ist so zu montieren, dass sich ihr Mittelpunkt genau in einer Linie mit dem Mittelpunkt der Mischblendenöffnung befindet. Der Durchmesser der einzelnen Öffnungen muss so nah wie möglich an 3,175 mm (0,125 inch) liegen; der Abstand der Mittelpunkte der Öffnungen muss 4,76 mm (0,187 5 inch) betragen.



Legende

- 1 Mischblende
- 2 Perforierte Platte, identisch große Öffnungen, 40% Öffnungen, versetzte Anordnung

Bild 4 — Mischblende (Abmessungen in mm)

7.1.7 Aerosol-Probenahme

7.1.7.1 Probenahmeleitungen

Die an- und abströmseitigen Probenahmeleitungen (sowohl primäre als auch sekundäre, wenn vorhanden) müssen aus starren, elektrisch leitfähigen, geerdeten Metallleitungen mit glatten Innenwänden bestehen. Sie müssen zudem fest gesichert sein, sodass Bewegungen während der Prüfung ausgeschlossen sind. Die an- und abströmseitigen Probenahmeleitungen müssen hinsichtlich ihrer Geometrie nominell identisch sein (Länge von Biegungen und geraden Abschnitten)⁵⁾. Der Anteil der im Prüfstand durch Probenahmeleitungen eingenommenen Fläche muss weniger als 10 % der Querschnittsfläche des Prüfstandes betragen. Die Verwendung kurzer (maximal 50 mm [2 inch]), flexibler, dissipativer Leitungen als Endverbindung zum OPC ist zulässig⁶⁾.

7.1.7.2 Probenahmesonden

Im Mittelpunkt der an- und abströmseitigen Messabschnitte sind konische, scharfkantige Probenahmesonden zu positionieren. Die Probenahmeköpfe müssen zentral positioniert werden, wobei die Sondeneinlassöffnung in Richtung des Prüfstandeinlasses und parallel zum Luftstrom ausgerichtet sein muss. Der Durchmesser der Sondeneinlassöffnung muss so bemessen sein, dass in 10 % des Prüfstands isokinetische Entnahmen bei einem Prüfvolumenstrom von 0,944 m³/s (2 000 ft³/min) durchgeführt werden können. Die Anpassung des Durchmessers der Sondeneinlassöffnung wird empfohlen, um bei der Nutzung anderer Prüfvolumenströme die isokinetische Entnahme im Prüfstand weiter zu gewährleisten. Der Sondendurchmesser muss mindestens 6 mm (0,25 inch) betragen.

7.1.7.3 Probenahmeluftstrom

Wenn der OPC über eine Pumpe verfügt und der Luftstrom durch die Pumpe hinreichend aufrecht erhalten werden kann, so dass die isokinetische Entnahme nach den Anforderungen von 7.1.7.2 möglich ist, kann der Probenahmestrom durch die OPC-Pumpe erzeugt werden. Der an- und abströmseitige Probenahmestrom muss jeweils < 2 % des Volumenstroms des Prüfstands betragen.

7.1.7.4 Sekundäre Probenahme

Der Einsatz einer Primär- und Sekundärprobenahmeeinrichtung zur Optimierung der Partikelbeförderung von der Einlasssonde zum OPC⁷⁾ ist unter folgenden Bedingungen gestattet:

- a) Der Luftstrom durch die Primärprobenahmeeinrichtung muss mit Durchflussmessgeräten bis 5 % gemessen werden.
- b) Die isokinetische Entnahme (bis 10 %) muss sowohl an der Primär- als auch der Sekundärsonde erfolgen.
- c) Die an- und abströmseitigen sekundären Probenahmeeinrichtungen müssen gleich lang und geometrisch äquivalent sein.

5) Im Prüfstand, den Aerosolleitungen und im OPC treten Partikelverluste auf, die jedoch möglichst minimiert werden sollten, da eine niedrigere Anzahl gezählter Partikel zu größeren statistischen Abweichungen und somit zu weniger akkuraten Ergebnissen führt. Der Einfluss der Partikelverluste auf das Ergebnis kann minimiert werden, wenn die an- und abströmseitigen Probenahmeverluste auf ein nahezu identisches Niveau angeglichen werden.

6) Dadurch wird oftmals die Spannung verringert, die auf den Einlass des Messgeräts wirkt.

7) Die Primärleitungen (eine von der Anströmseite, eine von der Abströmseite) führen die Proben vom Prüfstand in die Nähe des/der OPC(s). Teil der Primäreinrichtung sind eine Hilfspumpe und eine Volumenstrommesseinrichtung, sodass mit einem höheren Volumenstrom gearbeitet werden kann, als es mit dem/den OPC(s) allein möglich wäre. Der höhere Volumenstrom und die Probenahmeleitungen mit größerem Durchmesser führen zu einer besseren Partikelbeförderung. Der/die OPC(s) bezieht/beziehen einen niedrigeren Probenahmestrom aus dem Primärsystem. Die Probenahmeleitungen vom/von den OPC(s) zu den primären Probenahmeleitungen werden sekundäre Probenahmeleitungen genannt.