

DIN EN 1822-4

ICS 13.040.40

Ersatz für
DIN EN 1822-4:2001-02**Schwebstofffilter (EPA, HEPA und ULPA) –
Teil 4: Leckprüfung des Filterelementes (Scan-Verfahren);
Deutsche Fassung EN 1822-4:2009**

High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA) –
Part 4: Determining leakage of filter elements (scan method);
German version EN 1822-4:2009

Filtres à air à haute efficacité (EPA, HEPA et ULPA) –
Partie 4: Essais d'étanchéité de l'élément filtrant (méthode d'exploration);
Version allemande EN 1822-4:2009

Gesamtumfang 44 Seiten

Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1822-4:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 195 „Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik“ (Sekretariat: UNI, Italien) des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ausgearbeitet.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Fachbereich „Allgemeine Lufttechnik“ des Normenausschusses Maschinenbau (NAM) im DIN wahrgenommen. Zuständiges nationales Gremium ist der NA 060-09-21-02 AK „Schwebstofffilter“.

Vertreter der interessierten Kreise, darunter Hersteller von Schwebstofffiltern, Anwender, Forschungs- und Prüfinstitute waren an der Erarbeitung beteiligt.

Die im Abschnitt 2 zitierten Europäischen Normen sowie die Internationale Norm sind als DIN EN bzw. DIN EN ISO-Normen mit gleicher Zählnummer veröffentlicht.

EN 1822 umfasst insgesamt 5 Teile. Alle Teile sind 2009 nach Überarbeitung als Norm erschienen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1822-4:2001-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) alternatives Prüfverfahren mit Verwendung eines festen (anstelle eines flüssigen) Prüfaerosols;
- b) Verfahren zur Prüfung und Klassifizierung von Filtern mit membranen Filtermedien;
- c) Verfahren zur Prüfung und Klassifizierung von Filtern mit Filtermedium aus synthetischen Fasern;
- d) Einführung einer neuen Gruppe „E“ für Hochleistungs-Partikelfilter (EPA);
- e) alternatives Verfahren zur Leckprüfung von Filtern der Gruppe H, die keine Filterpaneele (nur ein flaches Faltenpaket senkrecht zur Anströmrichtung angeordnet) sind;
- f) redaktionelle Änderungen.

Frühere Ausgaben

DIN 24184: 1974-10, 1990-12
DIN EN 1822-4: 2001-02

Deutsche Fassung

Schwebstofffilter (EPA, HEPA und ULPA) —
Teil 4: Leckprüfung des Filterelementes
(Scan-Verfahren)

High efficiency air filters (EPA, HEPA and ULPA) —
Part 4: Determining leakage of filter elements
(scan method)

Filtres à air à haute efficacité (EPA, HEPA et ULPA) —
Partie 4: Essais d'étanchéité de l'élément filtrant
(méthode d'exploration)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 17. Oktober 2009 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Beschreibung des Scan-Verfahrens	7
5 Prüffilter	8
6 Prüfgerät	8
6.1 Aufbau des Prüfgerätes	8
6.2 Prüfkanal.....	10
6.2.1 Prüfluftaufbereitung	10
6.2.2 Einstellung des Volumenstroms	11
6.2.3 Volumenstrommessung	11
6.2.4 Aerosolmischstrecke	11
6.2.5 Prüffilteraufnahme	11
6.2.6 Messstellen für die Druckdifferenzmessung	11
6.2.7 Probenahme, Anströmseite	11
6.2.8 Abschirmung	12
6.3 Scaneinrichtung.....	12
6.3.1 Allgemeines	12
6.3.2 Probenahme, Abströmseite	12
6.3.3 Sondenarm	12
6.3.4 Aerosoltransportleitung	13
6.3.5 Einrichtung für die Sondenbewegung	13
6.4 Aerosolerzeugung und -messtechnik.....	13
6.4.1 Allgemeines	13
6.4.2 Aufbau zur Prüfung mit monodispersen Prüfaerosol	14
6.4.3 Aufbau zur Prüfung mit polydispersen Prüfaerosol	14
7 Prüfluft	14
8 Durchführung der Prüfung	15
8.1 Allgemeines	15
8.2 Vorprüfungen	15
8.3 Inbetriebnahme des Aerosolgenerators.....	16
8.4 Vorbereitung des Prüffilters	16
8.4.1 Einbau des Prüffilters.....	16
8.4.2 Spülen des Prüffilters.....	16
8.5 Prüfung	16
8.5.1 Messung der Druckdifferenz	16
8.5.2 Prüfung mit monodispersen Prüfaerosol	17
8.5.3 Prüfung mit polydispersen Prüfaerosol	17
8.5.4 Leckprüfung (lokaler Durchlassgrad).....	17
8.5.5 Ermittlung des integralen Abscheidegrades des Filterelements	18
9 Auswertung	18
9.1 Berechnung von Durchlass- und Abscheidegrad	18
9.2 Lokaler Durchlassgrad	19
9.3 Integraler Abscheidegrad	20
9.4 Klassifizierung	20
10 Prüfbericht.....	20
11 Wartung und Funktionsprüfung des Prüfgerätes	21

Anhang A (normativ) Ölfadentest	22
Anhang B (normativ) Ermittlung der Prüfparameter	24
B.1 Allgemeines	24
B.2 Randbedingungen	24
B.3 Daten des Prüffilters	24
B.4 Daten der Anlage	25
B.4.1 Partikelzähler	25
B.4.2 Abströmseitige Probenahmesonden.....	25
B.4.3 Verlustfaktor	26
B.5 Ablauf der Rechnung	26
B.6 Überprüfung der isokinetischen Probenahme	28
B.7 Wahl der Sondengeschwindigkeit	28
B.8 Mindest-Aerosolkonzentration.....	29
B.9 Maximal-Aerosolkonzentration	31
B.10 Lecksignal	32
B.10.1 Effektivwert	32
B.10.2 Signalabstand	32
Anhang C (informativ) Anwendungsbeispiele mit Auswertung	34
Anhang D (informativ) Leckprüfung mit einem festen PSL Aerosol	37
D.1 Hintergrund	37
D.2 Allgemeine Anmerkungen	37
D.3 Prüfverfahren	38
D.4 Prüfbericht	39
Anhang E (informativ) Abscheidegrad-Leckprüfung für eine Partikelgröße von 0,3 µm bis 0,5 µm	40
E.1 Hintergrund	40
E.2 Allgemeine Anmerkungen	40
E.3 Prüfverfahren	40
E.4 Kriterien für Lecks	40
E.5 Verifizierung des Prüfverfahrens	41
E.6 Prüfbericht	41
Literaturhinweise	42

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1822-4:2009) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 195 „Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2010, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2010 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 1822-4:2000.

Es behandelt Anforderungen und Grundsätze der Prüfung und Kennzeichnung von Hochleistungs-Partikelfiltern (EPA), Schwebstofffiltern (HEPA) und Hochleistungs-Schwebstofffiltern (ULPA).

Die Normreihe EN 1822 *Schwebstofffilter (EPA, HEPA und ULPA)* besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Klassifikation, Leistungsprüfung, Kennzeichnung*
- *Teil 2: Aerosolerzeugung, Messgeräte, Partikelzählstatistik*
- *Teil 3: Prüfung des planen Filtermediums*
- *Teil 4: Leckprüfung des Filterelementes (Scan-Verfahren)*
- *Teil 5: Abscheidegradprüfung des Filterelementes*

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Wie von CEN/TC 195 beschlossen, basiert diese Europäische Norm auf Partikelzählverfahren, die tatsächlich die meisten Anforderungen auf den verschiedenen Anwendungsgebieten abdecken. Der Unterschied zwischen dieser Europäischen Norm und früheren nationalen Normen liegt in der Technologie zur Bestimmung des integralen Abscheidegrades. Anstelle von massebezogenen Aussagen basiert die neue Technologie auf Partikelzählverfahren im Bereich der Partikelgröße im Abscheidegradminimum (MPPS Most Penetrating Particle Size), die für Mikro-Glasfaserfiltermedien normalerweise in einem Bereich von 0,12 µm bis 0,25 µm liegt. Dieses Verfahren ermöglicht auch die Prüfung von Filtern mit sehr hohen Abscheidegraden. Dies war mit früheren Prüfverfahren wegen ihrer unzureichenden Nachweisgrenzen nicht möglich.

Für membrane und synthetische Filtermedien gelten separate Regeln; siehe EN 1822-5:2009, Anhang A und Anhang B.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für Hochleistungs-Partikelfilter (EPA) Schwebstofffilter (HEPA) und Hochleistungs-Schwebstofffilter (ULPA) im Bereich der Raum- und Prozesslufttechnik, z. B. Anwendungen in der Reinraumtechnik oder in der pharmazeutischen Industrie.

Sie legt ein Verfahren zur Prüfung des Abscheidegrades auf Basis von Partikelzählverfahren unter Verwendung eines flüssigen Prüfaerosols fest und ermöglicht eine einheitliche Klassifizierung der Schwebstofffilter nach dem Abscheidegrad, sowohl nach dem integralen als auch nach dem lokalen Abscheidegrad.

Dieser Teil von EN 1822 gilt für die Leckprüfung von Filterelementen. Das hinsichtlich der Prüf- und Messeinrichtungen, Prüfbedingungen und Berechnungsgrundlagen im Hauptteil dieser Norm detailliert beschriebene Scan-Verfahren deckt den gesamten Bereich der HEPA- und ULPA-Filter ab und gilt als das Referenzprüfverfahren für die Leckprüfung. Der in Anhang A beschriebene Ölfadentest und die „Abscheidegrad-Leckprüfung für eine Partikelgröße von 0,3 µm bis 0,5 µm“ nach Anhang E können als Alternativverfahren verwendet werden, jedoch nur für Filter der Gruppe H.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten 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).

EN 1822-1:2009, *Schwebstofffilter (EPA, HEPA und ULPA) — Teil 1: Klassifikation, Leistungsprüfung, Kennzeichnung*

EN 1822-2, *Schwebstofffilter (EPA, HEPA und ULPA) — Teil 2: Aerosolerzeugung, Messgeräte, Partikelzählstatistik*

EN 1822-3, *Schwebstofffilter (EPA, HEPA und ULPA) — Teil 3: Prüfung des planen Filtermediums*

EN 1822-5:2009, *Schwebstofffilter (EPA, HEPA und ULPA) — Teil 5: Abscheidegradprüfung des Filtermediums*

EN 14799:2007, *Luftfilter für die allgemeine Luftreinigung — Terminologie*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 14799:2007 und die folgenden Begriffe.

3.1 integrierendes Partikelzählverfahren
Partikelzählverfahren, mit dem die Gesamtanzahl von Partikeln — ohne Größenklassifizierung — in einem bestimmten Probevolumen ermittelt werden kann (z. B. durch Einsatz eines Kondensationskernzählers)

3.2 fraktionierendes Partikelzählverfahren
Partikelzählverfahren, das sowohl die Ermittlung der Partikelanzahl als auch eine Größenklassifizierung der Partikel ermöglicht (z. B. durch Einsatz eines optischen Partikelzählers)

3.3 Partikelstrom
Anzahl an Partikeln, die je Zeiteinheit gemessen oder durch einen bestimmten Querschnitt transportiert werden

3.4 Partikelstromprofil
Verteilung des Partikelstroms in einer Ebene senkrecht zur Strömungsrichtung

4 Beschreibung des Scan-Verfahrens

Die Leckprüfung dient der Überprüfung des Filterelementes auf lokal unzulässig hohe Durchlassgrade (siehe EN 1822-1).

Zur Leckprüfung wird das Prüffilter in die Prüffilteraufnahme gespannt und mit einem Prüfluftstrom entsprechend dem Nennvolumenstrom durchströmt. Nach der Messung der Druckdifferenz bei Nennvolumenstrom und einer Spülphase wird der aufbereiteten Prüfluft das von dem Aerosolgenerator erzeugte Prüfaerosol beigemischt und in einer Mischstrecke homogen über den Kanalquerschnitt verteilt.

Der Partikelstrom auf der Abströmseite des Prüffilters ist um den mittleren Durchlassgrad kleiner als der Partikelstrom, der dem Filter auf der Anströmseite zugeführt wird.

Die produktionsbedingten Unregelmäßigkeiten des filternden Materials und Lecks im filternden Material führen auf der Abströmseite des Filters zu einer Variation des Partikelstromes über der Durchströmfläche. Darüber hinaus können auch Lecks an den Grenzflächen und innerhalb der Bauelemente des Prüffilters (Dichtmasse, Filterrahmen, Dichtung der Aufnahmevorrichtung) lokal zu einer Zunahme des Partikelstromes auf der Abströmseite des Prüffilters führen.

Für die Leckprüfung wird das Partikelstromprofil auf der Abströmseite des Filters bestimmt, um Grenzwertüberschreitungen zu lokalisieren. Die Koordinaten dieser Stellen müssen dokumentiert werden.

Beim Scan-Verfahren sind auch die Bereiche des Filterrahmens, der Ecken, der Abdichtung zwischen Filterrahmen und Medium und wenn möglich der Bereich zwischen Filterrahmen und der Dichtung abzutasten, um in diesen Bereichen mögliche Lecks auszuschließen. Es wird empfohlen, die Filter in der gleichen Einbaulage und der gleichen Luftströmung nach Lecks zu scannen, wie sie auch vor Ort installiert werden.

Zur Messung des Partikelstromprofils wird auf der Abströmseite mit einer Sonde mit festgelegter Geometrie ein ebenfalls festgelegter Teilstrom entnommen. Aus dem Teilstrom wird ein Probenahmevolumenstrom einem Partikelzähler zugeführt, der die Partikel zählt und zeitabhängig anzeigt. Die Sonde wird während der Prüfung in geringem Abstand zum Filterelement in lückenlos (siehe B.3.2 und B.3.3) aneinander angrenzenden oder überlappenden Bahnen mit definierter Sondengeschwindigkeit über die Abströmseite des Filterelementes bewegt. Zur Verkürzung der Messzeit kann das Partikelstromprofil auch mit mehreren parallel betriebenen Messeinrichtungen (Teilstromentnahmesystem/Partikelzähler) gemessen werden.

Die Messung der Sondenkoordinaten, eine definierte Sondengeschwindigkeit und eine Messung des Partikelstromes in genügend kleinen Zeitintervallen ermöglichen die Lokalisierung von Lecks. In einem weiteren Prüfschritt wird an diesen Stellen der lokale Durchlassgrad mit stehender Sonde gemessen.

Die Leckprüfung wird immer bei der Partikelgröße im Abscheidegradminimum des Filtermedium (MPPS Most Penetrating Particle Size) durchgeführt (siehe EN 1822-3), außer bei Filtern mit membranen Filtermedien nach Anhang E dieser Norm. Die Größenverteilung der Aerosolpartikel kann mit einem Partikelgrößenanalysesystem (z. B. DMPS Differential Mobility Particle Sizer) geprüft werden.

Die Leckprüfung kann mit einem monodispersen oder mit einem polydispersen Prüfaerosol durchgeführt werden. Es muss sichergestellt sein, dass dessen medianer Partikeldurchmesser dem Partikeldurchmesser entspricht, bei dem das Filtermedium sein Abscheidegradminimum aufweist.

Bei der Prüfung mit monodispersen Aerosol kann das integrierende Partikelzählverfahren unter Einsatz von Kondensationskernzählern (CNC Condensation Nucleus Counter) oder optischen Partikelzählern (OPC Optical Particle Counter z. B. Laserpartikelzählern) eingesetzt werden.

Bei der Verwendung von polydispersen Aerosol muss mit optischen Partikelzählern (OPC Optical Particle Counter z. B. Laserpartikelzählern) gearbeitet werden, die die Partikelanzahl und deren Größenverteilung bestimmen.

Wird das Scan-Verfahren als automatisierter Prüfvorgang durchgeführt, so kann aus der Messung der Partikelkonzentration auch der mittlere Abscheidegrad des Prüffilters bestimmt werden. Die mittlere Partikelkonzentration auf der Abströmseite wird aus der Gesamtpartikelanzahl errechnet, die während der Sondenfahrt über die Durchströmfläche aufsummiert wurde. Bezugsvolumen ist das Luftvolumen, das von dem Partikelzähler in dieser Zeit analysiert wurde. Die Partikelkonzentration auf der Anströmseite des Prüffilters wird an einer repräsentativen Stelle des Kanalquerschnitts gemessen. Dieses Verfahren zur Bestimmung des integralen Abscheidegrades ist dem Verfahren mit örtlich feststehender Sonde nach EN 1822-5 gleichzusetzen.

5 Prüffilter

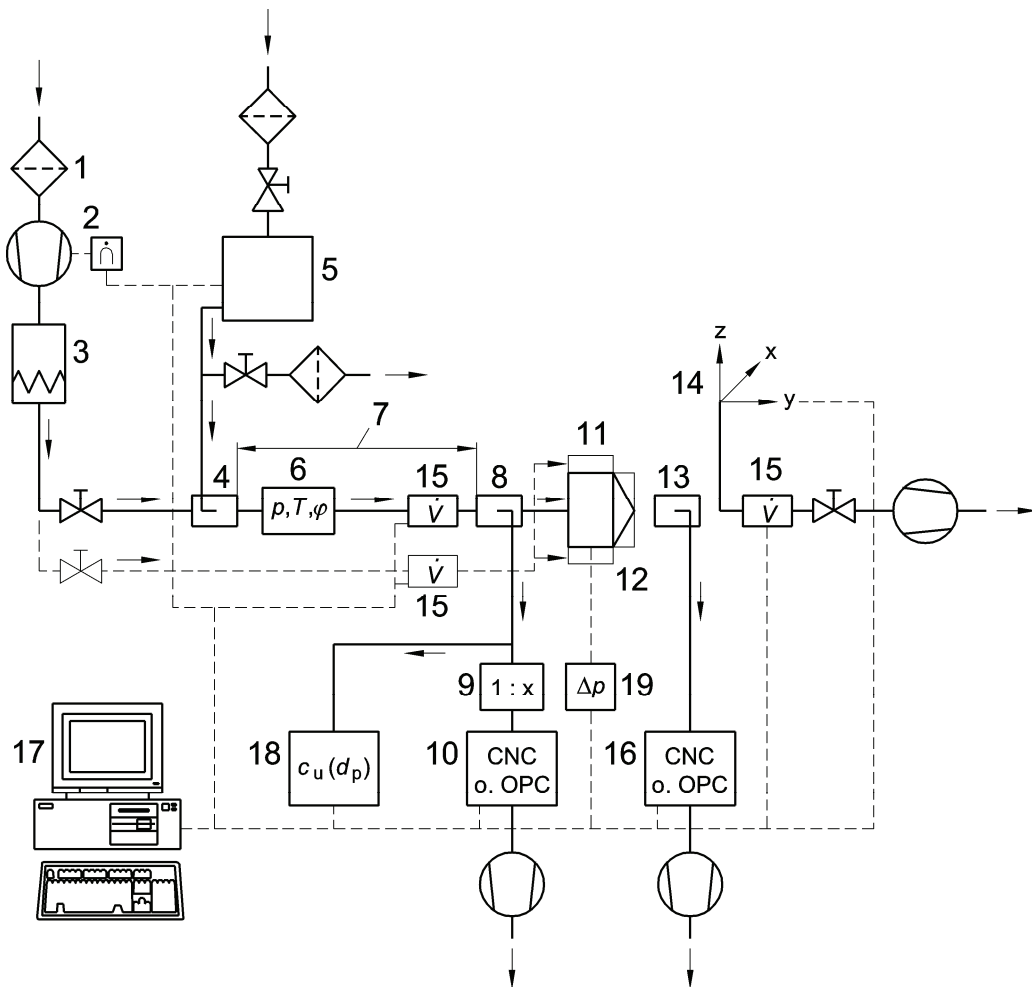
Die Durchführung der Leckprüfung erfolgt an einem Prüffilter, das keinerlei sichtbare Beschädigungen oder sonstige Unregelmäßigkeiten aufweisen darf sowie bestimmungsgemäß abdichtbar und durchströmbar sein muss. Die Temperatur des Prüffilters muss während der Prüfung der Temperatur der Prüfluft entsprechen. Das Filterelement ist sorgfältig zu behandeln und deutlich sowie dauerhaft mit folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- a) Bezeichnung des Filterelementes;
- b) Anströmseite des Filterelementes.

6 Prüfgerät

6.1 Aufbau des Prüfgerätes

Den schematischen Aufbau des Prüfgerätes zeigt Bild 1. Dieser Aufbau ist sowohl für die Prüfung mit monodispersen als auch mit polydispersen Aerosolen gültig. Der Unterschied liegt allein in der eingesetzten Partikelmess-technik und in der Art der Aerosolerzeugung.

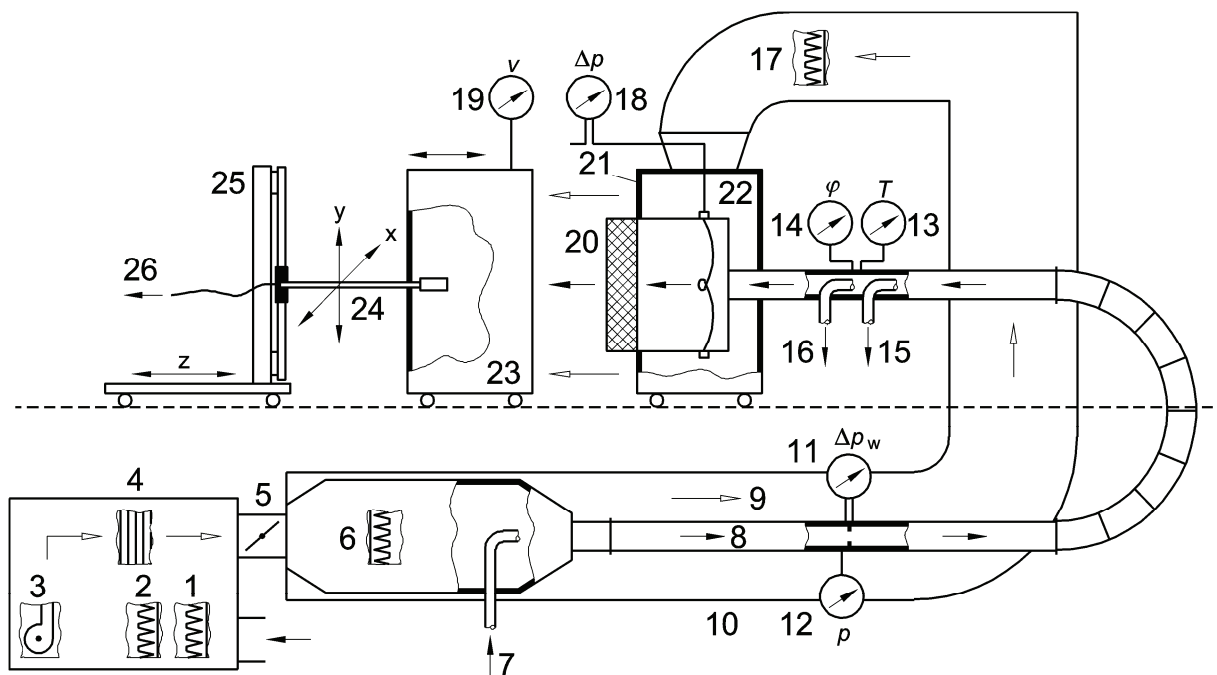


Legende

- | | |
|---|---|
| 1 Vorfilter zur Reinigung der Prüfluft | 10 Partikelzähler, anströmseitig |
| 2 Ventilator mit Drehzahlregelung | 11 Abschirmstrom (optional) |
| 3 Lufterhitzer | 12 Prüffilter |
| 4 Aerosoleinleitung in den Kanal | 13 Probenahme und Teilstromentnahme, Abströmseite |
| 5 Aerosolgenerator mit Zuluftaufbereitung und Aerosolstromeinstellung | 14 Einrichtung für die Sondenbewegung |
| 6 Messung von Absolutdruck, Temperatur und relativer Luftfeuchte | 15 Volumenstrommessung |
| 7 Anströmseitige Mischstrecke | 16 Partikelzähler, abströmseitig |
| 8 Probenahme für die anströmseitige Partikelzählung | 17 Rechner zur Steuerung und Messwerterfassung |
| 9 Verdünnungssystem (optional) | 18 Messsystem zur Kontrolle des Prüfaerosols |
| | 19 Messung der Druckdifferenz |

Bild 1 — Schematischer Aufbau des Prüfgerätes

Ein Beispiel eines Prüfstandes (ohne Partikelmesstechnik) zeigt Bild 2.



Legende

- | | |
|---|--|
| 1 Grobstaubfilter | 15 Probenahme Partikelgrößenanalyse |
| 2 Feinstaubfilter | 16 Probenahme, anströmseitig |
| 3 Ventilator | 17 Schwebstofffilter für die Schirmluft |
| 4 Luftheritzer | 18 Differenzdruckmessung |
| 5 Klappen zum Einstellen von Prüf- und Schirmluft | 19 Messung der Schirmluftgeschwindigkeit |
| 6 Schwebstofffilter für die Prüfluft | 20 Prüffilter |
| 7 Aerosoleinleitung in den Kanal | 21 Strömungsgleichrichter für den Schirmluftstrom |
| 8 Prüfluftstrom | 22 Filteraufnahme |
| 9 Schirmluftstrom | 23 Abschirmung (während der Prüfung an die Filteraufnahme angekoppelt) |
| 10 Differenzdruckvorrichtung | 24 Verfahrbarer Sondenarm mit abströmseitiger Probenahmesonde |
| 11 Messeinrichtung zur Differenzdruckmessung | 25 Sondenverfahreinrichtung |
| 12 Messung des Absolutdrucks | 26 Abströmseitige Probenahme |
| 13 Temperaturmessgerät | |
| 14 Luftfeuchtemessgerät | |

Bild 2 — Ausführungsbeispiel eines Prüfkanals für das Scan-Verfahren

Die Grundlage für die Aerosolerzeugung und Neutralisation mit Angaben zu geeigneten Geräteausführungen sowie ausführliche Beschreibungen der für die Prüfung notwendigen Messgeräte sind in EN 1822-2 festgelegt.

6.2 Prüfkanal

6.2.1 Prüfluftaufbereitung

Die Prüfluftaufbereitung enthält die Einrichtungen zur Konditionierung des Prüfluftstromes (siehe Abschnitt 7).

Der Prüfluftstrom muss so aufbereitet werden, dass er die in Abschnitt 7 angegebenen Bedingungen erfüllt und während der Prüfung innerhalb der dort vorgegebenen Grenzen bleibt.

6.2.2 Einstellung des Volumenstroms

Der Volumenstrom ist durch eine geeignete Einrichtung (z. B. Änderung der Ventilator Drehzahl, Drosselklappen) auf den Nennvolumenstrom $\pm 3\%$ einzustellen und in diesem Bereich während der Prüfung konstant zu halten.

6.2.3 Volumenstrommessung

Die Messung des Volumenstromes erfolgt nach einem genormten oder kalibrierfähigen Verfahren (z. B. Messung des Druckabfalls mit genormten Drosselgeräten wie Blenden, Düsen, Venturirohren nach EN ISO 5167-1).

Die Messunsicherheit darf höchstens 5 % (bezogen auf den Messwert) betragen.

6.2.4 Aerosolmischstrecke

Die Aerosolaufgabe und die Mischstrecke (siehe Ausführungsbeispiel in Bild 1) müssen so konstruiert sein, dass die unmittelbar vor dem Prüffilter an einzelnen Stellen des Kanalquerschnitts gemessenen Aerosolkonzentrationen um nicht mehr als 10 % vom Mittelwert der an mindestens neun gleichmäßig über den Kanalquerschnitt verteilten Messstellen ermittelten Aerosolkonzentrationen abweichen.

6.2.5 Prüffilteraufnahme

Die Prüffilteraufnahme muss sicherstellen, dass der Prüffilter bestimmungsgemäß abgedichtet und durchströmt werden kann. Sie darf keinen Teil der Durchströmfläche des Filters abdecken.

Es wird empfohlen, die Filter in der gleichen Einbaulage und mit der gleichen Luftstromrichtung zu scannen, wie sie auch vor Ort installiert werden.

6.2.6 Messstellen für die Druckdifferenzmessung

Die Druckmessstellen sind so anzuordnen, dass der Mittelwert des statischen Druckes in der Strömung vor dem Prüffilter gegenüber dem Umgebungsdruck gemessen werden kann. Die Druckmessebene sollte in einem Bereich mit gleichförmiger Strömung angeordnet sein.

Im rechteckigen oder quadratischen Prüfkanal sind die Druckmessbohrungen von 1 mm bis 2 mm Durchmesser gratfrei in Kanalwandmitte, rechtwinklig zur Strömungsrichtung angebracht. Die vier Messbohrungen werden mit einer Ringleitung verbunden.

6.2.7 Probenahme, Anströmseite

Die anströmseitige Probenahme erfolgt durch eine oder mehrere Probenahmesonden vor dem Prüffilter. Der Sondendurchmesser ist so zu wählen, dass bei dem vorgegebenen Volumenstrom in der Sonde für eine mittlere Geschwindigkeit im Kanal isokinetische Bedingungen gegeben sind. Probenahmefehler, die aufgrund anderer Strömungsgeschwindigkeiten auftreten, können wegen der geringen Partikelgröße des Prüfaerosols vernachlässigt werden. Die Zuleitungen zum Partikelzähler sollten möglichst kurz sein.

Die Probenahme muss repräsentativ sein. Dies gilt als gegeben, wenn die bei der Probenahme gemessene Aerosolkonzentration um nicht mehr als 10 % von dem Mittelwert nach 6.2.4 abweicht.

Die mittleren Aerosolkonzentrationen, gemessen an der anströmseitigen und abströmseitigen Teilstromentnahmestelle ohne Prüffilter, dürfen um nicht mehr als 5 % voneinander abweichen.

6.2.8 Abschirmung

Die Abströmseite des Prüffilters ist gegenüber Verunreinigungen aus der Umgebungsluft abzuschirmen. Darüber hinaus ist es zur Lecklokalisierung im Randbereich des Filters erforderlich, dass Partikelströme aus Lecks in der Dichtung, im Filterrahmen oder in der Dichtmasse unmittelbar in Strömungsrichtung abgeführt werden. Dies kann z. B. erreicht werden, wenn die Außenseiten des Filterrahmens in Strömungsrichtung von partikelfreier Luft umströmt werden.

Beim Scan-Verfahren sind auch die Bereiche des Filterrahmens, der Ecken, und wenn möglich der Bereich zwischen Filterrahmen und der Dichtung abzutasten, um mögliche Lecks in diesen Bereichen auszuschließen. Der Prüfstand ist zu validieren, um sicherzustellen, dass in diesen Bereichen Lecks mit der gleichen Wahrscheinlichkeit und Nachweisgrenze wie bei der Leckprüfung der Mitte des Filtermediums entdeckt werden.

6.3 Scaneinrichtung

6.3.1 Allgemeines

Neben der automatisierten Durchführung der Leckprüfung ist grundsätzlich auch ein manuelles Abscannen der Filteroberfläche zulässig, sofern die wesentlichen Parameter für den Prüfablauf eingehalten werden.

Allerdings lassen sich bei der manuellen Sondenführung gewisse Unregelmäßigkeiten nicht vermeiden, da der Bewegungsablauf über der Filteroberfläche nicht stetig und gleichmäßig erfolgen kann. Damit ist eine quantitative Aussage im Regelfall nur bedingt oder gar nicht möglich. Außerdem ist die Protokollierung der Leckkoordinaten und insbesondere die Auswertung der Partikelzählung nur mit einem entsprechend hohen Aufwand möglich.

Nachfolgend wird eine automatisierte Scaneinrichtung beschrieben.

6.3.2 Probenahme, Abströmseite

Die Bedingungen für die Probenahme bestimmen das örtliche Auflösungsvermögen bei der Aufnahme des Partikelstromprofils auf der Abströmseite. Um die Vergleichbarkeit der Messwerte für den Lokalwert des Durchlassgrades sicherzustellen, muss die Teilstromentnahme bei festgelegten Bedingungen erfolgen.

Die Geometrie der Sondenöffnung kann rechteckig oder kreisförmig sein. Das Seitenverhältnis einer rechteckigen Sonde darf maximal 15:1 betragen. Die Sondenfläche muss $(9 \pm 1) \text{ cm}^2$ betragen. Der Volumenstrom in der Sonde ist so zu wählen, dass die Geschwindigkeit in der Sondenöffnung höchstens um 25 % von der Anströmgeschwindigkeit des Filters abweicht (siehe B.5).

Bei Verwendung von Sonden mit rechteckiger Öffnung können zur Verkürzung der Messzeit mehrere Sonden (für mehrere Partikelzähler) nebeneinander angeordnet werden.

Die Sonde muss in einem Abstand von 10 mm bis 50 mm von der abströmseitigen Oberfläche des Filterelementes entfernt in Stellung gebracht werden.

Bei besonderen Filterbauformen und extrem hohen Anströmgeschwindigkeiten darf von den hier genannten Dimensionierungsvorschriften abgewichen werden. Eine Ermittlung des lokalen Abscheidegrades im Sinne dieser Norm ist dann aber nur noch bedingt möglich.

6.3.3 Sondenarm

Die Teilstromentnahmesonde auf der Abströmseite muss an einem verfahrbaren Sondenarm befestigt werden. Dieser Sondenarm ist so zu gestalten, dass weder er selbst noch die Vorrichtung die Abströmung im Nahbereich des Prüffilters stören.