

DIN EN ISO 29463-4

ICS 91.140.30

Einsprüche bis 2018-03-19
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1822-4:2011-01

Entwurf

Schwebstofffilter und Filtermedien zur Abscheidung von Partikeln aus der Luft –

Teil 4: Prüfverfahren zur Ermittlung der Leckage des Filterelementes – Scan-Verfahren (ISO 29463-4:2011);

Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 29463-4:2018

High-efficiency filters and filter media for removing particles in air –

Part 4: Test method for determining leakage of filter elements –

Scan method (ISO 29463-4:2011);

German and English version prEN ISO 29463-4:2018

Filtres à haut rendement et filtres pour l'élimination des particules dans l'air –

Partie 4: Méthode d'essai pour déterminer l'étanchéité de l'élément filtrant (méthode scan) (ISO 29463-4:2011);

Version allemande et anglaise prEN ISO 29463-4:2018

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-01-19 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe 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, 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 90 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 „Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik“ im Europäischen Komitee für Normung (CEN) ausgearbeiteten prEN ISO 29463-4:2018.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Ausschuss NA 060-09-21 AA „Filter 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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1822-4:2011-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Titel und Anwendungsbereich; Titeländerung und Wegfall der Begriffe „EPA“, „HEPA“ und „ULPA“
- b) Gesamtes Dokument; Klassenbezeichnung nach ISO (z. B. ISO 35 H), nicht mehr nach EN (z. B. H13)
- c) Abschnitt 2; Verweisung auf ISO-Normen, nicht mehr auf EN-Normen
- d) Anhang B (normativ); „Filter-Scan-Prüfverfahren mit Aerosol-Fotometer“ neu aufgenommen
- e) Anhang G (normativ); „Berechnung des Prüfaerosols“ neu aufgenommen
- f) Literaturhinweise; neu gefasst

Schwebstofffilter und Filtermedien zur Abscheidung von Partikeln aus der Luft — Teil 4: Prüfverfahren zur Ermittlung der Leckage des Filterelementes - Scan-Verfahren (ISO 29463-4:2011)

Filtres à haut rendement et filtres pour l'élimination des particules dans l'air — Partie 4 : Méthode d'essai pour déterminer l'étanchéité de l'élément filtrant (méthode scan) (ISO 29463-4:2011)

High-efficiency filters and filter media for removing particles in air — Part 4: Test method for determining leakage of filter elements — Scan method (ISO 29463-4:2011)

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Kurzbeschreibung	8
5 Prüffilter	9
6 Prüfeinrichtungen	9
6.1 Aufbau des Prüfgerätes	9
6.2 Prüfkanal	12
6.2.1 Prüfluftaufbereitung	12
6.2.2 Einstellung des Volumenstroms	12
6.2.3 Volumenstrommessung	12
6.2.4 Aerosolmischstrecke	12
6.2.5 Zusammenbau der Prüffilterhalterung	12
6.2.6 Messstellen für die Druckdifferenzmessung	12
6.2.7 Probenahme, Anströmseite	12
6.2.8 Abschirmung	13
6.3 Scaneinrichtung	13
6.3.1 Probenahme — Abströmseite	13
6.3.2 Sondenarm	14
6.3.3 Aerosoltransportleitungen	14
6.3.4 Einrichtung für die Sondenbewegung	14
6.4 Aerosolerzeugung und -messtechnik	14
6.4.1 Allgemeines	14
6.4.2 Aufbau zur Prüfung mit monodispersen Prüfaerosol	15
6.4.3 Aufbau zur Prüfung mit polydispersen Prüfaerosol	15
7 Prüfluft	15
8 Durchführung	16
8.1 Allgemeines	16
8.2 Vorbereitende Prüfungen	16
8.3 Inbetriebnahme des Aerosolgenerators	17
8.4 Vorbereitung des Prüffilters	17
8.4.1 Einbau des Prüffilters	17
8.4.2 Spülen des Prüffilters	17
8.5 Prüfung	17
8.5.1 Messung der Druckdifferenz	17
8.5.2 Prüfung mit monodispersen Prüfaerosol	18
8.5.3 Prüfung mit polydispersen Prüfaerosol	18
8.5.4 Leckprüfung — lokaler Durchlassgrad	18
9 Prüfbericht	19
10 Wartung und Funktionsprüfungen des Prüfgerätes	19

Anhang A (normativ) Ölfaden-Leckprüfung.....	21
Anhang B (normativ) Filter-Scan-Prüfverfahren mit Aerosol-Fotometer.....	22
B.1 Hintergrund.....	22
B.2 Allgemeines	22
B.3 Geräte und Hilfsmittel	23
B.4 Durchführung	23
B.4.1 Kurzbeschreibung.....	23
B.4.2 Einlassgröße der Probenahmesonde.....	23
B.4.3 Aufbau.....	24
B.5 Leckkriterien — Zulassung für die Filter-Scanprüfung mit einem Aerosol-Fotometer	25
B.6 Reparaturen für die Filter-Scanprüfung	25
B.7 Berichterstellung.....	26
Anhang C (normativ) Ermittlung der Prüfparameter	27
C.1 Randbedingungen	27
C.2 Daten des Prüffilters	27
C.3 Daten der Anlage	27
C.3.1 Partikelzähler	27
C.3.2 Abströmseitige Probenahmesonden.....	28
C.3.3 Verlustfaktor	28
C.4 Ablauf der Rechnung.....	29
C.5 Überprüfung der isokinetischen Probenahme.....	30
C.6 Wahl der Sondengeschwindigkeit.....	30
C.7 Mindest-Aerosolkonzentration	31
C.8 Maximal-Aerosolkonzentration	32
C.9 Lecksignal.....	33
C.9.1 Effektivwert.....	33
C.9.2 Signalabstand.....	34
Anhang D (informativ) Anwendungsbeispiele mit Auswertung.....	35
Anhang E (informativ) Leckprüfung mit einem festen PSL-Aerosol.....	38
E.1 Hintergrund.....	38
E.2 Allgemeines	38
E.3 Durchführung	39
E.3.1 Beschreibung des Aufbaus	40
E.3.2 Empfohlene Betriebsparameter	40
E.4 Prüfbericht.....	41
Anhang F (informativ) Abscheidegrad-Leckprüfung für eine Partikelgröße von 0,3 µm bis 0,5 µm	42
F.1 Hintergrund.....	42
F.2 Allgemeines	42
F.3 Durchführung	42
F.4 Kriterien für Lecks	42
F.5 Verifizierung des Prüfverfahrens.....	43
F.6 Berichterstellung.....	43
Anhang G (normativ) Berechnung des Prüfaerosols.....	44
G.1 Berechnung bei vorgegebenem Ausstoß in das Luftströmungsvolumen	44
G.2 Berechnung für gegebenen Ausstoß pro Zeiteinheit	44
G.3 Beispiel unter Verwendung einer Laskin-Düse und eines Aerosol-Fotometers.....	45
Literaturhinweise.....	46

Europäisches Vorwort

Der Text von ISO 29463-4:2011 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 142 „Cleaning equipment for air and other gases“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO 29463-4:2018 durch das Technische Komitee CEN/TC 195 „Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik“ übernommen, dessen Sekretariat von UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1822-4:2009 ersetzen

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 29463-4:2011 wurde von CEN als prEN ISO 29463-4:2018 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Internationale Normen werden in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet.

Die Hauptaufgabe der Technischen Komitees besteht in der Erarbeitung Internationaler Normen. Die von den Technischen Komitees angenommenen Norm-Entwürfe werden den Mitgliedsorganisationen zur Umfrage zur Verfügung gestellt. Für eine Veröffentlichung als Internationale Norm wird eine Zustimmung von mindestens 75 % der abstimmenden Mitgliedsländer benötigt.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

ISO 29463-5:2011 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 142, *Cleaning equipment for air and other gases* erarbeitet.

ISO 29463 besteht aus den folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel *High-efficiency filters and filter media for removing particles in air*:

- *Part 1: Classification, performance, testing and marking*
- *Part 2: Aerosol production, measuring equipment, particle-counting statistics*
- *Part 3: Testing flat sheet filter media*
- *Part 4: Test method for determining leakage of filter element — Scan method*
- *Part 5: Test method for filter elements*

Einleitung

ISO 29463 (alle Teile) ist von der EN 1822 (alle Teile) abgeleitet, wobei umfassende Änderungen vorgenommen wurden, um den Anfragen der Nicht-EU-P-Mitglieder zu genügen. Sie enthält Anforderungen, grundlegenden Prinzipien der Prüfung und Kennzeichnung für hocheffiziente Partikel-Luftfilter mit Abscheidegraden von 95 % bis 99,999 995 %, die für die allgemeine Klassifizierung von Filtern oder für die spezielle Verwendung in Vereinbarungen zwischen Anwendern und Lieferanten verwendet werden können.

ISO 29463 (alle Teile) legt ein Verfahren zur Prüfung des Abscheidegrads aller Filter auf Basis von Partikelzählverfahren unter Verwendung eines flüssigen (oder alternativ eines festen) Prüfaerosols fest und ermöglicht eine einheitliche Klassifizierung der Schwebstofffilter nach dem Abscheidegrad, sowohl nach dem lokalen als auch nach dem gesamten Abscheidegrad, der die meisten Anforderungen verschiedener Anwendungen abdeckt. Die Unterschiede zwischen der ISO 29463 (alle Teile) und anderen nationalen Normen liegen in der für die Bestimmung des Gesamtabseidegrads verwendeten Technik. Anstelle von massebezogenen Aussagen oder Gesamtkonzentrationen basiert die 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 Membranfiltermedien gelten separate Regeln, die in der ISO 29463-5:2011, Anhang B beschrieben sind. Obwohl für die Prüfung von Filtern mit belasteten Medien keine gleichwertigen Prüfverfahren vorgeschrieben sind, ist für den Umgang mit Filtern dieser Arten in ISO 29463-5:2011, Anhang C eine Methode beschrieben. Spezielle Anforderungen an Prüfverfahren, Häufigkeit und Berichterstattung können durch Vereinbarung zwischen Lieferant und Kunde modifiziert werden. Für Filter mit geringerem Abscheidegrad (Gruppe H, wie unten beschrieben) können die in Anhang A dieses Teils der ISO 29463 beschriebenen Prüfverfahren nach spezieller Vereinbarung zwischen Nutzern und Lieferanten verwendet werden, jedoch nur, wenn die Verwendung dieser anderen Verfahren in den Filterkennzeichnungen deutlich angegeben ist, wie in Anhang A dieses Teils der ISO 29463 beschrieben.

Es gibt Unterschiede zwischen der ISO 29463 (alle Teile) und anderen genormten Vorgehensweisen, die in unterschiedlichen Ländern gängig sind. Beispielsweise beruhen viele davon auf der Aerosol-Gesamtkonzentration und nicht auf einzelnen Partikeln. Zur Information findet sich eine kurze Übersicht über diese Verfahren und deren Referenznormen in der ISO 29463-5:2011, Anhang A.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 29463 spezifiziert das Prüfverfahren der „Scanmethode“, die als Referenzmethode zur Bestimmung der Leckage eines Filterelements angesehen wird. Er ist für Filter der Klassen ISO 35 H bis ISO 75 U vorgesehen. Er beschreibt ebenfalls die anderen genormten Methoden, die Ölfadenprüfung (siehe Anhang A) und die Fotometer-Leckprüfung (siehe Anhang B), anwendbar für HEPA-Filter der Klassen ISO 35 H bis ISO 45 H, und die Leckprüfung mit festem PSL-Aerosol (siehe Anhang E). Er sollte in Verbindung mit ISO 29463-1, ISO 29463-2, ISO 29463-3 und ISO 29463-5 verwendet werden.

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).

ISO 5167-1, *Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 1: General principles and requirements*

ISO 29463-1:2011, *High-efficiency filters and filter media for removing particles in air — Part 1: Classification, performance, testing and marking*

ISO 29463-2:2011, *High-efficiency filters and filter media for removing particles in air — Part 2: Aerosol production, measuring equipment, particle-counting statistics*

ISO 29463-3, *High-efficiency filters and filter media for removing particles in air — Part 3: Testing flat sheet filter media*

ISO 29463-5:2011, *High-efficiency filters and filter media for removing particles in air — Part 5: Test method for filter elements*

ISO 29464¹⁾, *Cleaning equipment for air and other gases — Terminology*

3 Begriffe

Für die Zwecke dieses Dokuments gelten die in ISO 29463-1, ISO 29463-2, ISO 29463-3, ISO 29463-5, ISO 29464 angegebenen sowie die folgenden Begriffe.

3.1

Probenahmedauer

Zeitraum, in dem anströmseitig und abströmseitig die Partikel im Probenahme-Volumenstrom gezählt werden

3.2

integrierendes Partikelzählverfahren

Partikelzählverfahren, mit dem die Gesamtanzahl von Partikeln – ohne Größenklassifizierung – in einem bestimmten Probevolumen ermittelt werden kann

BEISPIEL Durch Verwendung eines Kondensationskernzählers.

¹⁾ Noch zu veröffentlichen.

3.3

fraktionierendes Partikelzählverfahren

Partikelzählverfahren, das sowohl die Ermittlung der Partikelzahl als auch eine Größenklassifizierung der Partikel ermöglicht

BEISPIEL Durch Verwendung eines optischen Partikelzählers.

3.4

Partikelstrom

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

3.5

Partikelstromprofil

Verteilung des Partikelstroms in einer Ebene senkrecht zur Strömungsrichtung

3.6

Aerosol-Fotometer

Gerät zur Messung der Massenkonzentration schwebender Partikel durch Lichtstreuung mittels einer optischen Vorwärtstreulichtkammer zur Durchführung von Messungen

4 Kurzbeschreibung

Für die meisten Anwendungen von Filtern mit hohem Abscheidegrad ist ein leckfreier Filter wesentlich. Die Referenz-Leckprüfung dient der Überprüfung des Filterelementes auf lokale Durchlassgrade und zur Bestimmung, ob diese die zulässigen Werte überschreiten (siehe ISO 29463-1). Für Filter der Gruppe H bieten Alternativen zur Referenz-Scanmethode eine gleichwertige Bestimmung der Filterleckage und werden in Anhängen A, B, E und F als alternative Methoden beschrieben. Obwohl sie nicht als gleichwertig betrachtet wird, kann die Partikelzählmethode mit 0,3 µm bis 0,5 µm PSL aus Anhang F anstelle der Ölfadenmethode verwendet werden (siehe Anhang A).

Zur Leckprüfung wird das Prüffilter in die Prüffilteraufnahme gespannt und mit einem Prüfluftstrom entsprechend dem Nennvolumenstrom durchströmt. Nach der Messung der Druckdifferenz bei Luft-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 Filtermediums 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 Scanverfahren 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 mit der Originaldichtung in gleicher Einbaulage und mit der gleichen Strömungsrichtung 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 Probenahme-Volumenstrom einem Partikelzähler zugeführt, der die Partikel zählt und zeitabhängig anzeigt. Die Sonde wird während der

Prüfung in geringem Abstand zum Filterelement in lückenlos (siehe C.3.2 und C.3.3) aneinander angrenzenden oder überlappenden Bahnen mit definierter Sondengeschwindigkeit über die Abströmseite des Filterelementes bewegt. Zur Verkürzung der Messdauer 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 Leckprüfungen müssen immer mit Partikeln der Größe des Abscheidegradminimums (siehe ISO 29463-3) durchgeführt werden, außer für Filter mit Membranmedium in Übereinstimmung mit Anhang E. Die Größenverteilung der Aerosolpartikel kann mit einem Partikelgrößen-Analysesystem (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 mittlerer Partikeldurchmesser dem Partikeldurchmesser der Partikelgröße im Abscheidegradminimum entspricht, bei dem das Filtermedium sein Abscheidegradminimum aufweist.

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

Bei Verwendung eines polydispersierten Aerosols ist ein optischer Partikelzähler zu verwenden, der die Partikel zählt und deren Größenverteilung misst.

5 Prüffilter

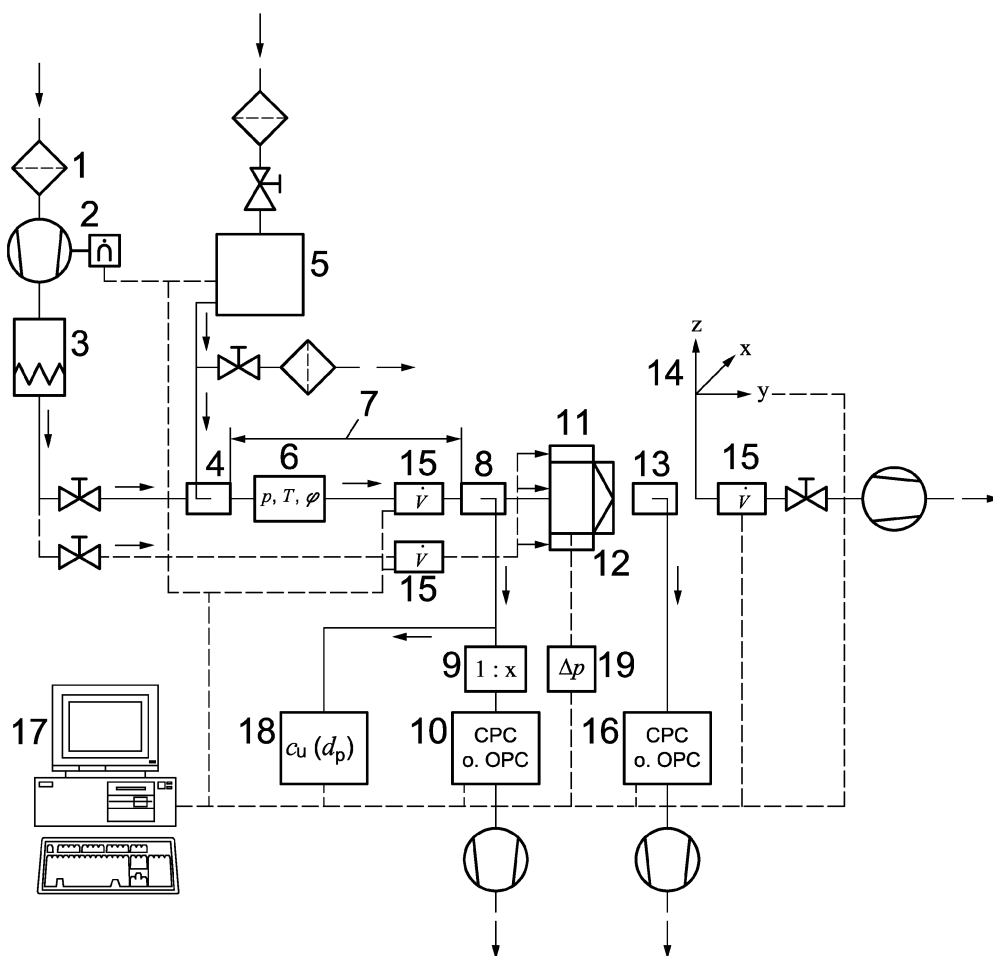
Die Durchführung der Leckprüfung erfolgt an einem Prüffilter, das keinerlei sichtbare Beschädigungen oder sonstige Unregelmäßigkeiten aufweisen darf sowie bestimmungsgemäß abdichtbar und durchströmbar sein muss. Die Temperatur des Prüffilters muss während der Prüfung der Temperatur der Prüfluft entsprechen.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

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

6 Prüfeinrichtungen

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 Aerosol gültig. Der Unterschied liegt allein in der eingesetzten Partikelmesstechnik und in der Art der Aerosolerzeugung.

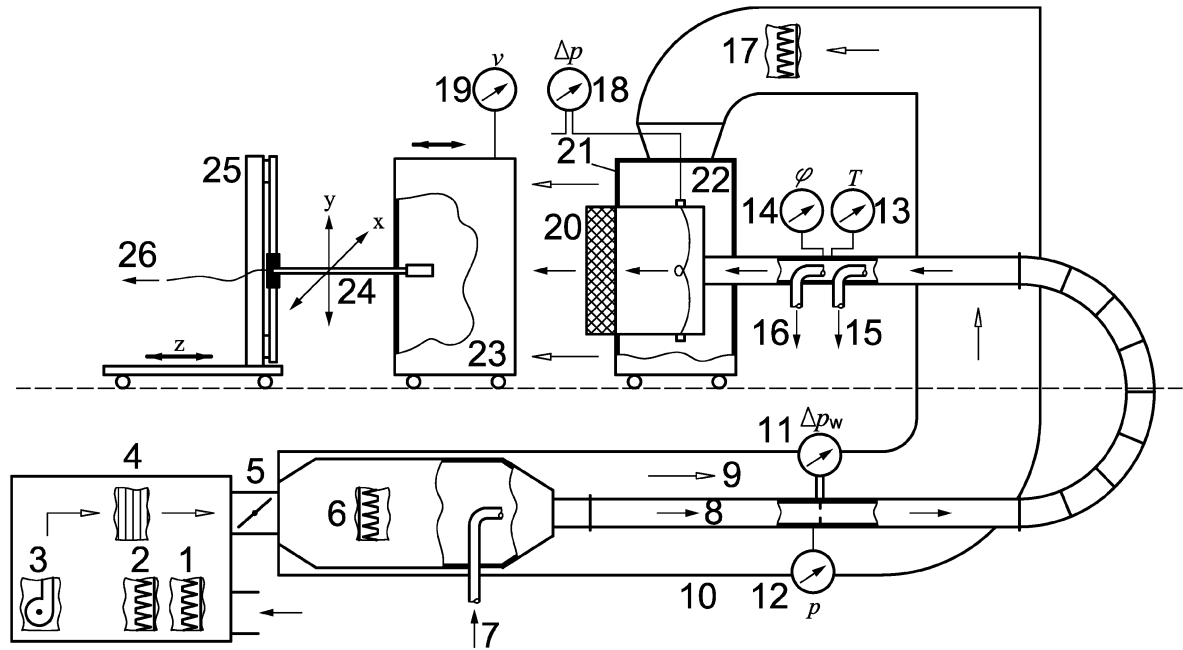


Legende

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

Bild 1 — Schematischer Aufbau des Prüfgerätes

Ein Beispiel einer Prüfeinrichtung ohne Partikelmessgeräte ist in Bild 2 dargestellt.



Legende

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

Bild 2 — Ausführungsbeispiel eines Prüfkanals für das Scanverfahren

Die Grundlage für die Aerosolerzeugung und Neutralisation mit Angaben zu geeigneten Geräteausführungen sowie ausführliche Beschreibungen der für die Prüfung notwendigen Messgeräte sind in ISO 29463-2 angegeben.

6.2 Prüfkanal

6.2.1 Prüfluftaufbereitung

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

Der Prüfluftstrom muss so aufbereitet werden, dass er mit den in Abschnitt 7 angegebenen Bedingungen übereinstimmt und während der Prüfung innerhalb der vorgegebenen Grenzen bleibt.

6.2.2 Einstellung des Volumenstroms

Es muss durch eine geeignete Einrichtung (z. B. Änderung der Ventilator Drehzahl, Drosselklappen) möglich sein, den Volumenstrom mit einer Reproduzierbarkeit von ± 3 % einzustellen. Der Nennvolumenstrom muss dann die ganze Prüfung hindurch in diesem Bereich bleiben.

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 ISO 5167-1).

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

6.2.4 Aerosolmischstrecke

Die Aerosolaufgabe und die Mischstrecke (siehe Ausführungsbeispiel in Bild 2) 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 10 gleichmäßig über den Kanalquerschnitt verteilten Messstellen ermittelten Aerosolkonzentrationen abweichen.

6.2.5 Zusammenbau der Prüffilterhalterung

Die Prüffilteraufnahme muss sicherstellen, dass der Prüffilter bestimmungsgemäß abgedichtet und durchströmt werden kann. Sie darf keinen Teil der Medienfläche 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 Prüfkanaal 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 derart 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 unberücksichtigt bleiben. Die Schlauchzuleitungen zum Partikelzähler sollten möglichst kurz sein.

Die Probenahme muss repräsentativ sein, d. h. die bei der Probenahme gemessene Aerosolkonzentration darf um nicht mehr als 10 % von dem nach 6.2.4 bestimmten Mittelwert abweichen.

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 ordnungsgemäßen Erkennung und Lokalisation von Lecks am Rand des Filters, in der Dichtung im Filterrahmen oder in der Dichtmasse erforderlich, dass aus diesen Bereichen emittierte Partikel aus dem Scanbereich weggeleitet werden. Dies kann z. B. erreicht werden, wenn die Außenseiten des Filterrahmens in Strömungsrichtung von partikelfreier Luft umströmt werden.

Beim Scanverfahren sind auch die Bereiche des Filterrahmens, die Ecken und das Dichtmittel 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

Neben der automatisierten Durchführung der Leckprüfung ist auch ein manuelles Abscannen der Filteroberfläche zulässig, sofern die wichtigsten 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 sind quantitative Aussagen im Regelfall nur bedingt oder gar nicht möglich. Außerdem sind die Protokollierung der Leckkoordinaten und insbesondere die Auswertung der Partikelzählung nur mit einem entsprechend hohen Aufwand möglich.

Der verbleibende Teil von 6.3 beschreibt ein automatisches Scangerät.

6.3.1 Probenahme — Abströmseite

Die Bedingungen für die Probenahme beeinflussen 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. Der Einlassbereich der Sonde muss $9 \text{ cm}^2 \pm 1 \text{ cm}^2$ betragen. Der Volumendurchfluss in der Sonde ist so zu wählen, dass die Geschwindigkeit in der Sondenöffnung höchstens um 25 % von der Anströmgeschwindigkeit des Filters abweicht (siehe C.5).

Bei Verwendung von Sonden mit rechteckiger Öffnung können zur Verkürzung der Messdauer 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. Allerdings ist dann eine Ermittlung des lokalen Abscheidegrades im Sinne dieses Teils der ISO 29463 nur noch bedingt möglich.

Das alternative Prüfverfahren mit dem Aerosol-Fotometer findet sich in Anhang B.

6.3.2 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 zugehörige Vorrichtung den Luftstrom im Nahbereich des Filters stören.

6.3.3 Aerosoltransportleitungen

Die Aerosoltransportleitungen auf der Abströmseite müssen die Partikel mit möglichst geringer Verzögerung und verlustfrei zur Messkammer der Partikelzähler leiten. Die Leitungen müssen daher so kurz wie möglich und ohne enge Bögen sein. Sie müssen aus einem leitfähigen Material hergestellt sein und über glatte Oberflächen verfügen, die keine Partikel emittieren.

6.3.4 Einrichtung für die Sondenbewegung

Diese Einrichtung umfasst Antrieb, Führung und Steuerung zur Bewegung des Sondenarmes im Strömungsquerschnitt mit konstanter Sondengeschwindigkeit.

Die Sondengeschwindigkeit darf gewählt werden und darf den Maximalwert von 10 cm/s nicht überschreiten (siehe C.6). Die Geschwindigkeit darf während der Fahrt um höchstens 10 % vom Sollwert abweichen.

Die Einrichtung für die Sondenbewegung umfasst auch die Einrichtung zur Messung der Sondenposition in den Koordinaten X, Y und Z während der Sondenfahrt sowie die Einrichtung zur nachträglichen Positionierung der Sonde über den während der Fahrt gefundenen Leckstellen. Die Wiederholgrenze im Anfahren der Koordinaten eines beliebigen Punktes im Abströmquerschnitt des Prüffilters beträgt 1 mm.

6.4 Aerosolerzeugung und -messtechnik

6.4.1 Allgemeines

Für ein polydisperses Prüfaerosol sind die Betriebsparameter des Aerosolgenerators so einzustellen, dass ein Prüfaerosol entsteht, dessen mittlerer Durchmesser um nicht mehr als ± 50 % von der Partikelgröße des Abscheidegradminimums für das plane Filtermedium abweicht. Für ein monodisperses Prüfaerosol sind die Betriebsparameter des Aerosolgenerators so einzustellen, dass ein Prüfaerosol entsteht, dessen mittlerer Durchmesser um nicht mehr als 10 % von der Partikelgröße des Abscheidegradminimums für das plane Filtermedium abweicht.

Es muss möglich sein, den Mittelwert der Anzahlverteilungsdichte des Prüfaerosols auf ± 10 % einzustellen.

Die Partikel-Erzeugungsrate des Aerosolgenerators muss auf Prüfvolumenstrom und Filterabscheidegrad so abgestimmt werden, dass die Zählraten der Zähler auf der An- und Abströmseite unter der Koinzidenzgrenze der Zähler und signifikant über der Nullzählrate der Einrichtung liegen.

Die Anzahlverteilung des Prüfaerosols kann mit einem geeigneten Partikelgrößen-Analysesystem (z. B. DMPS) oder mit einem für diese Prüfaufgabe geeigneten Laserpartikelzähler bestimmt werden. Die Fehlergrenzen dieses Messverfahrens für die Bestimmung des Mittelwertes dürfen um nicht mehr als ± 10 % vom Messwert abweichen.

An- und abströmseitig muss die Anzahl der gezählten Partikel ausreichend groß sein, um statistisch aussagefähige Messergebnisse zu bekommen, ohne dass die Koinzidenzgrenze des anströmseitigen Partikelzählers überschritten wird. Ist die anströmseitige Anzahlkonzentration höher als der Grenzwert des Partikelzählers (in der zählenden Betriebsart), ist ein Verdünnungssystem zwischen Entnahmestelle und Zähler zu schalten.

Die maximal messbare Konzentration kann auch durch die maximal mögliche Verarbeitungsgeschwindigkeit der Auswertelektronik der Prüfanlage begrenzt werden. Die Messunsicherheiten bei der Bestimmung der Probenahme-Volumenströme und der Messdauer beeinflussen die Konzentrationsmessung ebenfalls. Die

ermittelte Partikelkonzentration darf unter Einschluss aller Fehlerquellen an der für die Protokollierung maßgeblichen Schnittstelle der Anlage um nicht mehr als 10 % vom wahren Wert abweichen.

Der Partikelstrom ist in Zeitabschnitten (Zählintervallen Δt_i) zu erfassen, die mindestens der Verfahrdauer der Sonde um die eigene lichte Weite (a_p) entsprechen. Das Übertragungsverhalten des Partikelzählers wie auch der Auswerteelektronik müssen diesen Anforderungen genügen. Die Messunsicherheit in der Bestimmung der Dauer der Zählintervalle muss kleiner als 10 % sein.

6.4.2 Aufbau zur Prüfung mit monodispersen Prüfaerosol

Die vom Aerosolgenerator erzeugte Partikelgrößenverteilung ist aus technischen Gründen in der Regel quasi-monodispers.

Bei der Verwendung von monodispersen Aerosol dürfen bei der Leckprüfung des Filterelementes für die Bestimmung der Partikelzahlkonzentrationen sowohl optische Partikelzähler als auch Kondensationskernzähler eingesetzt werden.

Beim Einsatz eines Kondensationskernzählers ist sicherzustellen, dass das Prüfaerosol keinen nennenswerten Anteil an sehr kleinen Partikeln aufweist, deren Größe weit unterhalb der Partikelgröße im Abscheidegradminimum (MPPS) liegt. Solche Partikel, die z. B. von einem nicht einwandfrei arbeitenden Aerosolgenerator produziert werden können, werden von einem Kondensationskernzähler mit gemessen und können zu erheblichen Messabweichungen in der Bestimmung des lokalen Abscheidegrades führen. Bei Verwendung eines Kondensationskernzählers ist daher die Anzahlverteilung des Prüfaerosols mit einem Messgerät zu bestimmen, dessen Messbereich sich von der unteren Messbereichsgrenze des Kondensationskernzählers bis zu einer Partikelgröße von etwa 1 μm erstreckt. Die derart bestimmte geometrische Verteilung muss $\leq 1,5$ (quasi-monodispers) sein.

6.4.3 Aufbau zur Prüfung mit polydispersen Prüfaerosol

Bei der Leckprüfung des Filterelementes mit einem polydispersen Prüfaerosol muss die Bestimmung der Partikelzahlkonzentration und der Anzahl-Größenverteilung mit optischen Partikelzählern (z. B. Laserpartikelzählern) erfolgen.

Der Messbereich des für die Abscheidegradprüfung eingesetzten optischen Partikelzählers muss den folgenden Anforderungen genügen.

- Der Messbereich muss den Partikelgrößenbereich $\frac{S_{\text{MPPS}}}{1,5}$ to $1,5 \times S_{\text{MPPS}}$ abdecken, wobei S_{MPPS} die Partikelgröße im Abscheidegradminimum in Übereinstimmung mit ISO 29463-5:2011, Bild 4, Bereich I ist.
- Die Größenklassen müssen derart verteilt sein, dass eine Klassengrenze C_L die Bedingung $\frac{S_{\text{MPPS}}}{2} < C_L \leq \frac{S_{\text{MPPS}}}{1,5}$ erfüllt (ISO 29463-5:2011, Bild 4, Bereich IIa).
- Eine weitere Klassengrenze soll durch die Bedingung $1,5 \times S_{\text{MPPS}} \leq C_L < 2 \times S_{\text{MPPS}}$ gegeben sein (ISO 29463-5:2011, Bild 4, Bereich IIb).

Alle Klassen zwischen diesen beiden Grenzen werden zur Bestimmung des Abscheidegrades ausgewertet. Es wird keine Mindestanzahl von Klassen in diesem Bereich verlangt, so dass die Bedingungen unter a) bis c) im Extremfall von nur einer Größenklasse erfüllt werden könnten.

7 Prüfluft

Die Prüfluft ist vor der Vermischung mit dem Prüfaerosol aufzubereiten. Die Reinheit der Prüfluft (Partikelzahl $< 352\,000$ Partikel/ m^3) muss durch eine geeignete Vorfilterung (z. B. mit Hilfe von handelsüblichen Grobstaub-, Feinstaub- und Schwebstofffiltern) sichergestellt werden.

Die Temperatur und relative Luftfeuchte der Prüfluft im Prüfkanal werden auf der Anströmseite im Prüfvolumenstrom gemessen und können durch eine Lufterhitzung den geforderten Bedingungen entsprechend eingestellt werden:

- Temperatur: $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$;
- relative Luftfeuchte: $<75 \%$.

8 Durchführung

8.1 Allgemeines

Vor Beginn der Prüfung müssen, soweit dies nicht bereits bei früheren Prüfungen geschehen, die Parameter der Prüfung festgelegt bzw. berechnet und eingestellt werden.

Ausgehend von den Abmessungen des Filters und der Sonde werden zunächst die folgenden Parameter für die Sondenfahrt bestimmt:

- Abstand zwischen Sondenöffnung und Filterelement (10 mm bis 50 mm; siehe 6.3.1);
- Sondengeschwindigkeit (nach C.6 festgelegt);
- Anzahl und Lage der Sondenbahnen.

Basis für die Festlegung der übrigen Prüfparameter müssen der Nennvolumenstrom und der erwartete Durchlassgrad des Prüffilters sein. Zusätzliche Prüfparameter sind die Aerosolkonzentration auf der Anströmseite, der Volumenstrom in der Sonde, die Sondengeschwindigkeit und der Signalwert für den Partikelstrom. Die Parameter sind nach Anhang C zu ermitteln und an der Prüfanlage einzustellen. Ein Beispiel dieser Ermittlung ist in Anhang D dargestellt.

Vor Beginn einer Prüfung mit neu ermittelten Prüfparametern sind das Zusammenwirken der Prüfparameter und die Erkennbarkeit von Grenzleckagen zu überprüfen. Für diesen Zweck können Referenzfilter verwendet werden, für die bereits definierte Leckagen bestimmt wurden.

Die Prüfung kann erst aufgenommen werden, wenn die ausreichende Erkennbarkeit von Leckagen nachgewiesen ist.

8.2 Vorbereitende Prüfungen

Nach dem Einschalten des Prüfgerätes sind folgende Parameter zu überprüfen.

- Betriebsbereitschaft der Messgeräte:
 - Die vom Gerätehersteller angegebenen Warmlaufzeiten müssen eingehalten werden.
 - Kondensationskernzähler sind mit Betriebsflüssigkeit zu füllen.
 - Werden vom Gerätehersteller weitere regelmäßige Überprüfungen vor der Messung empfohlen, sind diese Überprüfungen ebenfalls durchzuführen.
- Nullzählrate des Partikelzählers:
 - Die Messung der Nullzählrate kann mit gefilterter Spülluft erfolgen.
- Nullwert der Prüfanlage:

- Die Überprüfung erfolgt bei ausgeschaltetem Aerosolgenerator durch Scanprüfung an einem Referenzfilter.
- Falls der gemessene Partikelstrom auf der Abströmseite lokal oder als Mittelwert berechnet im Vergleich zum langfristigen Nullwert der Anlage signifikant erhöht ist, ist die Ursache vor der Fortsetzung der Prüfung zu beheben.
- Temperatur, relative Luftfeuchte und Reinheit der Prüfluft:
 - Es ist zu überprüfen, ob die Parameter innerhalb der in Abschnitt 7 genannten Spezifikationen liegen. Wo zutreffend, sind geeignete Korrekturen vorzunehmen, um die Spezifikationen aus Abschnitt 7 einzuhalten.

8.3 Inbetriebnahme des Aerosolgenerators

Beim Anfahren des Aerosolgenerators ist anstelle des Prüffilters ein Bereitschafts-Filterelement in die Prüffilterhalterung einzubauen.

Nach Einstellung der Betriebsparameter des Aerosolgenerators und Einhaltung einer angemessenen Warmlaufzeit sind die Partikelkonzentration und die Größenverteilung des Prüfaerosols auf Übereinstimmung mit den Anforderungen aus 6.4 zu prüfen.

8.4 Vorbereitung des Prüffilters

8.4.1 Einbau des Prüffilters

Das Prüffilter ist so zu handhaben, dass es nicht beschädigt wird. Es ist bestimmungsgemäß in den Prüfkanal in auslegungsgemäßer Durchströmungsrichtung und ohne Bypass-Lecks in der Prüffilteraufnahme einzubauen.

Die Position des Prüffilters in der Prüffilteraufnahme ist festzuhalten, um gegebenenfalls die Bestimmung der Positionen von Leckagen nach der Prüfung zu ermöglichen. Es wird empfohlen, die Filter mit der Originaldichtung in gleicher Einbaulage und mit der gleichen Strömungsrichtung zu scannen, wie sie auch vor Ort installiert werden.

8.4.2 Spülen des Prüffilters

Zur Herabsetzung der Partikeleigenemission und zur Temperaturangleichung des Prüffilters an die Prüfluft sollte das Prüffilter vor der Aufgabe des Aerosols bei Nennvolumenstrom eine ausreichende Zeit mit Prüfluft durchspült werden.

Die Partikelabgabe des Prüffilters ist bei Bedarf mit dem Scanverfahren bei Nennvolumenstrom ohne Erzeugung von Prüfaerosol zu bestimmen. Falls der Partikelstrom auf der Abströmseite stellenweise oder die mittlere Reinluftkonzentration im Vergleich zum Nullwert des Referenzfilters der Anlage (siehe 8.2) signifikant erhöht sind, ist die Partikelemission nach Durchspülung des Prüffilters für einen zusätzlichen Zeitraum erneut zu bestimmen.

Die eigentliche Prüfung kann erst aufgenommen werden, wenn die Partikelemissionen den Nullwert des Referenzfilters der Anlage nicht signifikant übersteigen.

8.5 Prüfung

8.5.1 Messung der Druckdifferenz

Die Druckdifferenz über das Filterelement ist im unbeladenen Zustand (vor der Partikelerzeugung) bei Nennvolumenstrom mit der Prüfluft zu messen. Der Volumenstrom muss dem Nennvolumenstrom mit einer Reproduzierbarkeit von $\pm 3\%$ entsprechen. Die Messung erfolgt, wenn das System einen stabilen Betriebszustand erreicht hat.

8.5.2 Prüfung mit monodispersen Prüfaerosol

In der Mischstrecke wird die Prüfluft mit dem Prüfaerosol vermischt, dessen mittlerer Durchmesser der Partikelgröße im Abscheidegradminimum entspricht (Abweichung maximal 10 %; siehe 6.4).

Der Volumenstrom wird unter Berücksichtigung des über den Aerosolgenerator zugeführten Anteils bestimmt und auf den Nennvolumenstrom ± 3 % eingestellt. Die Messungen müssen beginnen, sobald das System einen stabilen Betriebszustand erreicht hat.

Die Sondenfahrt auf der Abströmseite verläuft nach Fahrprogramm. Die Koordinaten der Stellen des Prüffilters, an denen der Signalwert des Partikelstroms erreicht oder überschritten wird, werden festgehalten. Die während der Fahrt über den durchströmten Querschnitt gezählten Partikel werden aufsummiert und die Sammeldauer während dieses Programmteils wird gemessen.

Die Konzentration des Aerosols auf der Anströmseite darf kontinuierlich oder intermittierend gemessen werden. Dies kann mit einem eigens dafür vorgesehenen Partikelzähler oder durch Umschalten mit dem Partikelzähler für die Abströmseite erfolgen. Bei der Messdauer ist darauf zu achten, dass das Prüffilter nicht zu stark mit Aerosol belastet wird.

8.5.3 Prüfung mit polydispersen Prüfaerosol

Die Prüfung erfolgt analog zu 8.5.2 mit einem polydispersen Prüfaerosol, dessen mittlerer Durchmesser maximal um ± 50 % von der Partikelgröße im Abscheidegradminimum (MPPS) abweichen darf (siehe 6.4).

In der Prüfung mit einem polydispersen Prüfaerosol müssen abweichend zur Prüfung mit einem monodispersen Prüfaerosol sowohl die effektive Gesamtzahl als auch die Größenverteilung des Testaerosols mit einem optischen Partikelzähler bestimmt werden. Zur Ermittlung des Abscheidegrades (Durchlassgrades) sind die an- und abströmseitigen Konzentrationen für alle Größenklassen zu verwenden, die ganz oder teilweise im Bereich $\frac{S_{MPPS}}{1,5}$ to $1,5 \times S_{MPPS}$ liegen (siehe 6.4.3).

8.5.4 Leckprüfung — lokaler Durchlassgrad

Wird während der Sondenfahrt der vorgegebene Signalwert nicht überschritten, wird das Filter als leckfrei eingestuft. Ein Überschreiten des Signalwertes ist ein Hinweis darauf, dass an dieser Stelle der Grenzwert des zulässigen lokalen Durchlassgrades überschritten sein kann. Ist es erforderlich, den lokalen Durchlassgrad zu prüfen, so werden die Koordinaten, bei denen in der Scanprüfung die Signalwerte erreicht wurden, mit der Sonde erneut angefahren. Dabei wird die Stelle mit der höchsten Partikelzählrate gesucht. Die Zählrate muss dort mit stehender Sonde gemessen werden. Die Konzentration des Aerosols auf der Anströmseite wird dabei ebenfalls kontinuierlich oder intermittierend gemessen.

Aufgrund der statistisch erwarteten Streuung der Partikelzahlen auf der An- und Abströmseite wird der statistische Maximalwert des lokalen Durchlassgrades ermittelt (siehe Abschnitt 9). Liegt dieser Maximalwert über der in ISO 29463-1 für die Filterklasse des Prüffilters angegebenen Grenze, kann das Prüffilter nicht als leckfrei eingestuft werden. Erreicht keiner der Maximalwerte des lokalen Durchlassgrades den Grenzwert, wird das Filter als leckfrei eingestuft.

Das Filter kann gegebenenfalls nachgebessert werden und ist dann erneut zu prüfen. Alle Reparaturen insgesamt (einschließlich der durch den Filterhersteller durchgeführten) dürfen nicht mehr als 0,5 % der angeströmten Filteroberfläche (Rahmen ausgeschlossen) abschirmen oder abdecken und die maximale Länge der einzelnen Korrekturstellen darf 3,0 cm nicht überschreiten. Davon abweichende Korrekturkriterien müssen ansonsten zwischen Lieferant und Kunde abgestimmt werden.

9 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

a) Prüfgegenstand:

- 1) Bezeichnung der Bauart, Teil- und Seriennummer des Filters,
- 2) Gesamtabmessungen des Filters,
- 3) Einbaulage des Filters (an- oder abströmseitige Dichtung);

b) Prüfparameter:

- 1) Temperatur und relative Luftfeuchte der Prüfluft,
- 2) Nennvolumenstrom des Filters und Volumenstrom der Prüfluft,
- 3) Partikelgröße im Abscheidegradminimum (MPPS) des Filtermediums bei entsprechender mittlerer Geschwindigkeit (siehe ISO 29463-3),
- 4) Aerosolgenerator (Bauartbezeichnung und Teilnummer),
- 5) Prüfaerosol (Substanz, mittlerer Durchmesser, geometrische Standardabweichung),
- 6) Erklärung für alternatives Aerosol: „Wenn ein festes Aerosol verwendet wird (z. B. PSL) müssen die Anforderungen aus Anhang E erfüllt werden.“,
- 7) ein oder mehrere Partikelzähler auf der An- und Abströmseite [Bauartbezeichnung(en) und Teilnummer(n)] und Partikelgrößenklasse(n) (bei Verwendung von OPC),
- 8) Verdünnungssystem für den Partikelzähler auf der Anströmseite (Bauartbezeichnung und Teilnummer),
- 9) Probenahme auf der Abströmseite (Sondengeometrie, Probenahme-Luftvolumenstrom),
- 10) Bezugsdurchlassgrad für Lecks und eingestellter Signalwert (relevanter Grenzwert für Lecks);

c) Prüfergebnisse:

- 1) mittlere Druckdifferenz über dem Filter bei Nennvolumenstrom der Prüfluft,
- 2) mittlere an- und abströmseitige Partikelkonzentration,
- 3) Bestätigung der Leckfreiheit (mit Angabe des Bezugsdurchlassgrades der Leckprüfung).

10 Wartung und Funktionsprüfungen des Prüfgerätes

Alle Komponenten und Messgeräte des Prüfgerätes sind regelmäßig zu prüfen, warten und kalibrieren. Die erforderlichen Arbeiten für Wartung und Funktionsprüfungen sind in Tabelle 1 aufgeführt und mindestens einmal in den angegebenen Zeitabständen durchzuführen. Bei Störfällen, die Reparaturarbeiten erforderlich machen, sowie nach wesentlichen Änderungen oder Erneuerungen sind Überprüfungs- und gegebenenfalls Kalibrierarbeiten umgehend danach durchzuführen.

Einzelheiten bezüglich der durchzuführenden Wartungs- und Überprüfungsarbeiten für die Messgeräte und Aerosolgeneratoren sind in der ISO 29463-2 angegeben, die auch Angaben zur Kalibrierung für alle

Komponenten und Messgeräte des Prüfgerätes enthält. Wartung und Funktionsprüfung des Prüfgerätes sollen verhindern, dass die zulässigen Messabweichungen der Messeinrichtung überschritten werden.

Die in ISO 29463-2 angegebenen Fehlergrenzen für die Messgeräte gelten für die Schnittstelle der Messkette an der Prüfanlage, die für das protokollierte Messergebnis maßgebend ist. Um zu vermeiden, dass unzulässige Messabweichungen zwischen zwei Messkampagnen auftreten, sind Referenzfilter zu verwenden. Die Referenzfilter müssen regelmäßig ersetzt werden, um eine Veränderung durch Belastung mit Aerosol zu vermeiden. Die Prüfergebnisse an Referenzfiltern sind aufzuzeichnen. Korrekturmaßnahmen sind dann notwendig, wenn die Ergebnisse für den Durchlassgrad um mehr als 30 % und die Ergebnisse für den Druckverlust um mehr als 10 % vom arithmetischen Mittelwert des Vergleichsversuchs abweichen.

Die notwendigen Intervalle für Wartung, Funktionsprüfung und Kalibrierung können durch Gegebenheiten der Prüfanlage und ihres Betriebes beeinflusst werden. Dies ist bei der Festlegung und Überprüfung der Intervalle zu berücksichtigen.

Tabelle 1 — Intervalle für Wartung und Funktionsprüfung der Prüfstandskomponenten

Komponente	Art und Häufigkeit der Wartung/Funktionsprüfung
Prüfluft-Aufbereitungssystem; Prüfluftkanal, Gesamtsystem, Prüfluftfilter	Jährlich, oder — wenn maximale Druckdifferenz erreicht ist, oder — im Fall von Leckagen
aerosolführende Leitungen zu den Messgeräten	Reinigung jährlich oder vor jedem Wechsel der Aerosolsubstanz
Volumenstrommessgerät	Jährlich
Wiederholbarkeit der Einstellung des Prüfvolumenstroms mit Referenzwiderständen	Jährlich
Dichtheit der Unterdruck führenden Teile des Prüfgerätes	Bei unbefriedigender Nullzählrate der Partikelzähler, ansonsten jährlich
Dichtheit der Druckmessleitung	Jährlich
Dichtheit der Aerosoltransportleitungen	Jährlich
Messeinrichtungen für die Volumenströme in den Sonden	Jährlich
Profil der Partikelkonzentration im Anströmquerschnitt	Jährlich
Aerosoltransportverluste auf der An- und Abströmseite	Jährlich
Koordinatenmessung der Scaneinrichtung	Jährlich
Sondengeschwindigkeit der Scaneinrichtung	Jährlich
Überprüfung der Anlage mit Referenzfiltern	Jährlich

Anhang A (normativ)

Ölfaden-Leckprüfung

Die Leckprüfung dient zum Nachweis, dass Filterelemente keine Lecks aufweisen, durch die lokale Durchlassgrade über den erlaubten Grenzwerten ermöglicht werden (siehe ISO 29463-1:2011, Tabelle 1). Für Filter der Gruppe H darf die Ölfaden-Leckprüfung als alternatives Leckprüfverfahren angewendet werden. Das Referenzprüfverfahren ist jedoch das Scanverfahren, das im Hauptteil dieses Teils der ISO 29463 beschrieben ist. Die Ölfaden-Leckprüfung kann auch als Leckprüfverfahren bei Filtern eingesetzt werden, die aufgrund ihrer Bauform nicht mit dem Scanverfahren geprüft werden können (z. B. Filter mit V-förmiger Anordnung mehrerer Faltenpakete oder zylindrische Filter). Zur ordnungsgemäßen Anwendung dieses Verfahrens siehe ISO 29463-1:2011, Tabelle 2.

Die Ölfaden-Leckprüfung ist ein qualitatives Prüfverfahren, bei dem die Leckfreiheit visuell nachgewiesen wird. Daher ist es für die Durchführung äußerst wichtig, das Prüfpersonal regelmäßig zu schulen und die erforderliche Nachweisgrenze des Verfahrens regelmäßig mit Referenzfilterelementen mit genau definierten Lecks, die anhand des Scanverfahrens festgestellt wurden, zu prüfen. Der lokale Durchlassgrad für Lecks im Referenzfilter muss zwischen dem in ISO 29463-1:2011, Tabelle 1, definierten Grenzwert und dem Doppelten des maximal entsprechenden Grenzwerts liegen.

Bei der Prüfung wird das Filter von einem polydispersen Öltröpfchenaerosol mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 1,3 cm/s ($42 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$) angeströmt, die zur Optimierung des Verfahrens variiert werden kann. Das Filter wird horizontal auf einen Diffusor oder Kasten aufgesetzt. Durch die Prüffilteraufnahme ist sicherzustellen, dass das Prüffilter abgedichtet werden kann und den Anforderungen entsprechend durchströmt werden kann. Durch die Prüffilteraufnahme darf kein Teil der Querschnittsfläche des Filters verdeckt sein.

Das polydisperse Prüfaerosol wird aus einer Aerosolsubstanz nach ISO 29463-2:2011, 4.1 durch Zerstäuben erzeugt. Der Mittelwert des Partikeldurchmessers muss zwischen $0,3 \mu\text{m}$ und $1,0 \mu\text{m}$ liegen. Die Massenkonzentration muss $1,5 \text{ g}/\text{m}^3$ betragen. Diese Konzentration kann durch gravimetrische Methoden bestimmt werden.

Die Abströmseite des Filters wird senkrecht von oben mit einer weißen ($\geq 4\,000 \text{ K}$) fluoreszierenden Leuchte oder einer Halogenlampe angestrahlt. Die Helligkeit der Leuchte muss an der Arbeitsebene $\geq 1\,000 \text{ Lux}$ betragen. Die Umgebung des Filters ist abzdunkeln und der Beobachtungshintergrund zu schwärzen. Unkontrollierte Luftströmungen aus der Umgebung sind abzuschirmen.

Unter diesen Voraussetzungen sind Lecks an deutlich sichtbaren, aus den Leckstellen austretenden Ölfäden zu erkennen. Eine Leckfreiheit nach in ISO 29463-1:2011, Tabelle 1, definierten Grenzwerten für Filter bis Klasse ISO 45 H besteht dann, wenn keine sichtbaren Ölfäden auftreten.

Die Position und die Helligkeit der Leuchte kann an den subjektiven Eindruck des Prüfers durch Referenzfilterelemente mit genau festgelegten Lecks, die durch das Scanverfahren bestimmt wurden, eingestellt werden. Es empfiehlt sich auch, Referenzfilter mit genau festgelegten Lecks im Filtermedium, in den Ecken des Filterrahmens und im Randbereich nahe der Dichtmasse zu verwenden.

Der Prüfbericht über den Ölfadentest muss mindestens folgende Angaben umfassen:

- genaue Angaben zum getesteten Filter (Bauart, Abmessungen, Identifikationsnummer, Nennwerte);
- genaue Angaben über die Prüfparameter (Strömungsgeschwindigkeit, Prüfaerosol, mittlerer Partikeldurchmesser und Massenkonzentration des Prüfaerosols);
- ausführender Prüfer und Datum der Prüfung;
- Prüfergebnisse (Bestätigung der Leckfreiheit).

Im Prüfbericht muss deutlich bestätigt werden, dass das Filter nach dem in Anhang A beschriebenen Prüfverfahren getestet wurde.

Anhang B (normativ)

Filter-Scan-Prüfverfahren mit Aerosol-Fotometer

B.1 Hintergrund

Diese Leckprüfung dient der Prüfung von Filterelementen auf Leckdichtigkeit. Für Filter der Gruppe H darf die Scanprüfung mit Aerosol-Fotometer als alternatives Leckprüfverfahren angewendet werden. Das Aerosol-Fotometer wird umfassend zur Leckprüfung von HEPA- und ULPA-Filtern für verschiedene Filtrierindustrien verwendet. Die Verwendung eines Aerosol-Fotometers zur Durchführung der Scanprüfung durch die Fabrik kann eine engere Korrelation zu ähnlichen Geräten, die für in-situ HEPA- und ULPA-Leckprüfsituationen verwendet werden, herstellen.

B.2 Allgemeines

Dieser Abschnitt legt die Grundlage für die Auswahl der Bedingungen für die Durchführung der Filterleckprüfung mit einem Aerosol-Fotometer. Die Wahl der spezifischen Prüfbedingungen ist zwischen Lieferant und Kunde zu vereinbaren. Diese Vereinbarung sollte Folgendes festlegen:

- das zu verwendende Aerosol-Fotometer und dessen Ansprechzeit-Konstante;
- Luftströmungsgeschwindigkeit am Filterausgang, bei der die Leckprüfung durchzuführen ist; wenn nicht anders angegeben, beträgt die Luftströmungsgeschwindigkeit am Ausgang $0,45 \pm 0,05$ m/sec;
- Prüfaerosolmaterial und Erzeugungsverfahren;
- Standard-Leckdurchlassgrad des benannten Lecks (siehe ISO 29463-1:2011, Tabelle 1);
- maximale Scanrate: wenn nicht anders angegeben, sollte die maximale Scanrate bei Verwendung einer quadratischen Sonde 3 m/min (5 cm/sec) nicht überschreiten. Mit einer rechteckigen Sonde sollte die maximale Flächen-Scanrate $0,093$ m²/min nicht überschreiten, außer dies ist anders festgelegt.

Dieser Anhang enthält eine Methode zur Bestimmung der Einlassgröße der Probenahmesonde. Er bezieht sich auch auf die lineare Scanrate, die Fotometer-Reaktionszeitkonstante, die Einlassgröße der Probenahmesonde, den Standard-Leckdurchlassgrad des bezeichneten Lecks und die Schwelle, die ein mögliches Leck während des Scannens anzeigt.

Dieses Prüfverfahren war ein Industriestandard für die Definition von Fehlern in Filtern oder Filtersystemen.

ANMERKUNG Wie in diesem Teil der ISO 29463 dargestellt, wurde das Verfahren verändert, um der Reaktionszeit des Fotometers und rechteckigen Proben zu genügen.

Die Prüfung liefert sowohl qualitative wie auch quantitative Ergebnisse der Leckerkennung. Die Prüfung ist leicht reproduzierbar. Die Erzeugung einer einigermaßen gleichmäßigen Konzentration von flüssigem Aerosol ist für die meisten Systeme nicht schwierig. Eine Konzentration von ca. 10 µg/l bis 90 µg/l Luft ist eine angemessene Prüfkonzentration.

ACHTUNG — Wenn sich das Prüfsystem oder Reinluftgerät in einer nicht sauberen Umgebung oder in einem nur teilweise aktiven Reinraum befindet, kann Aerosol aus dem umgebenden Raum die Leckprüfung stören.

B.3 Geräte und Hilfsmittel

B.3.1 Aerosolgenerator mit Laskin-Düse oder andere Aerosolquelle, die mit einem Aerosol-Fotometer kompatibel ist.

B.3.2 Polythermischer Aerosolgenerator, der mittels eines Verdampfungs-Kondensationsverfahrens bei Abwesenheit der kontrollierten Nukleierung ein flüssiges Aerosol bildet.

Die Partikelgrößenverteilung und der mittlere Massendurchmesser (MMD, mean mass diameter) eines mit einem thermischen Generator erzeugten Aerosols sind messbar kleiner als diejenigen eines Aerosols aus einer Laskin-Düse.

B.3.3 Aerosol-Fotometer mit logarithmischer oder linearer Ablesung (siehe die Definition in 3.6), mit einer Proben-Durchflussmenge von 28,3 l/min und einer bekannten Reaktionszeit-Konstanten.

B.3.4 Probenahmesonde, mit einer Einlassöffnung quadratischer oder rechteckiger Ausführung, die eine Einlass-Luftströmungsgeschwindigkeit innerhalb von $\pm 10\%$ der durchschnittlichen Auslass-Luftströmungsgeschwindigkeit des gescannten Filters (der gescannten Filter) im Betrieb mit der Probendurchflussrate des Fotometers aufweist. (Siehe die Darstellung einer Beispielkonfiguration in Bild 2.)

Die Abmessung D_p der Öffnung des Sondeneinlasses parallel zur Scanrichtung sollte nicht kleiner als 6 mm sein. Die Abmessung W_p der Öffnung des Sondeneinlasses senkrecht zur Scanrichtung wird aus der Proben-Durchflussmenge bestimmt. Der Ein-/Ausmündungsbereich der Sonde, der Teil zwischen dem Einlass und der Verbindung mit dem Geräteschlauch, sollte eine Gesamtlänge T_L aufweisen, die mindestens gleich der maximalen Abmessung W_p des Sondeneinlasses ist.

B.4 Durchführung

B.4.1 Kurzbeschreibung

Diese Prüfung erfolgt durch Einführung des vorgegebenen Prüfaerosols auf der Anströmseite der Filter und die Suche nach Leckagen durch Scannen der Abströmseite der Filter mit der Fotometersonde.

B.4.2 Einlassgröße der Probenahmesonde

Die Einlassgröße der Probenahmesonde, a_p , parallel zur Scanrichtung, sollte aus der Fotometer-Probendurchflussmenge und der Luftgeschwindigkeit am Filterausgang berechnet werden, so dass die Sonden-Einlassluftgeschwindigkeit näherungsweise die durchschnittliche Filterauslass-Luftgeschwindigkeit innerhalb von $\pm 10\%$ bestimmt, wie in Gleichung (B.1) angegeben.

$$a_p = \frac{F_a}{V W_p} \quad (\text{B.1})$$

Dabei ist

F_a die Durchflussmenge des Fotometers;

V die durchschnittliche Geschwindigkeit des Luftstroms am Filterausgang;

W_p die Abmessung der Sonde senkrecht zur Scanrichtung.

Die lineare Scanrate hängt nach Gleichung (B.2) von der Flächen-Scanrate ab:

$$S_r = \frac{A_r}{W_p} \quad (\text{B.2})$$

Dabei ist

S_r die lineare Scanrate in cm/sec;

A_r die Flächen-Scanrate.

B.4.3 Aufbau

B.4.3.1 Vor der Durchführung der Prüfung sollte die Auslegungs-Luftströmungsgeschwindigkeit eingestellt und ihre Gleichmäßigkeit bestätigt werden.

B.4.3.2 Das Aerosol sollte in die dem zu prüfenden Filter oder den Filtern zugeführte Luft derart eingeleitet werden, dass über jeder Filteroberfläche eine gleichmäßige Prüfkonzentration entsteht. Die Exposition der Filter gegenüber dem Prüfaerosol ist zu minimieren.

B.4.3.3 Das Prüfaerosol sollte in Übereinstimmung mit 6.2.4 auf Gleichförmigkeit überprüft werden.

B.4.3.4 Die Konzentration des Prüfaerosols sollte am repräsentativen, anströmseitigen Probenahmeort mit einem Fotometer gemessen werden, dessen Empfindlichkeit in Übereinstimmung mit den Herstelleranweisungen oder einer Kalibrierungskurve auf eine Grundlinie von 100 µg/l eingestellt wird. Für die richtige Prüfkonzentration sollte eine Fotometer-Anzeige von 10 % bis 90 % (was 10 µg/l bis 90 µg/l Luft entspricht) erhalten werden. Die anströmseitige Konzentration sollte über die Zeit derart stabil sein, dass vier aufeinanderfolgende Messungen in Abständen von 1 min innerhalb von 15 % des Messwertdurchschnitts liegen.

- Falls eine repräsentative, anströmseitige Probenahme nicht möglich ist, siehe Anhang H.
- Wenn der Messwert zu hoch ist, kann es wünschenswert sein, die Konzentration des Prüfaerosols zu verringern, um die Exposition des zu prüfenden Filters gegenüber dem Prüfmaterial zu begrenzen. Umgekehrt muss bei niedrigen Werten die Aerosolmenge erhöht werden, um die Empfindlichkeit gegenüber kleinen Leckagen aufrechtzuerhalten.
- Nachdem der korrekte Messwert erreicht wurde, sind Empfindlichkeit, Verstärkung oder Spanne des Photometers für einen Messwert von 100 % oder den Skalenvollausschlag einzustellen, während vom anströmseitigen Aerosol eine Probe entnommen wird.

B.4.3.5 Die gesamte Fläche jedes Filters sollte nach Lecks gescannt werden, wozu die Sonde in leicht überlappenden Bahnen und mit höchstens der maximalen Scangeschwindigkeit gefahren wird.

Außerdem muss der Rand jedes Filters gescannt werden, um Lecks in der Verbindung zwischen dem Filterpaket und dem Rahmen sowie Lecks in der Dichtung zwischen dem Rahmen und der Trägerstruktur zu finden. Die Sonde sollte während des Scannens etwa 25 mm vom Filtermedium entfernt gehalten werden.

B.4.3.6 Mögliche Lecks werden während des Scannens durch ein Ansprechen des Fotometers angezeigt, das größer oder gleich dem Durchlassgrad-Ansprechen ist. Der maximale Durchlassgrad P_m , der angezeigt wird, wenn die Sonde ein Leck der Größe des bezeichneten Lecks scannt, wird durch Gleichung (B.3) berechnet:

$$P_m = L_s \left[1 - \exp\left(\frac{-a_p}{S_r T_c}\right) \right] \quad (\text{B.3})$$

Dabei ist

- L_s der Standard-Leckdurchlassgrad eines bezeichneten Lecks, angegeben als Bruchteil der anströmseitigen Konzentration, z. B. 0,01 % = 0,000 1;
- a_p die Abmessung der Sonde parallel zur Scanrichtung, ausgedrückt in Zentimetern;
- S_r die maximale lineare Scanrate, ausgedrückt in Zentimetern pro Sekunde;
- T_c die Reaktionszeit-Konstante des Fotometers, als ob es zum Scannen benutzt würde (d. h. mit denselben Bereichseinstellungen, denselben Schlauchleitungen, usw.).

Falls der für P_m berechnete Wert kleiner als die minimale Empfindlichkeit des Fotometers ist oder falls P_m kleiner als 0,1 mal L_s ist, dann ist es erforderlich, eine kleinere maximale Scangeschwindigkeit S_r zu wählen und P_m neu zu berechnen.

Wenn ein Bediener während des Scannens ein Messgerät auf Leckagen überwacht, gilt jede Anzeige eines Messgeräts, die größer oder gleich P_m ist, als Anzeige eines Lecks. Falls Alarmeinstellungen zur Benachrichtigung des Bedieners oder ein automatisches Scansystem verwendet werden, sollte der Alarm-Pegel auf P_m eingestellt werden. Jegliche Anzeige eines Lecks, das größer oder gleich P_m ist, sollte als Anlass für längere Verweilzeit der Sonde am Leckort genommen werden. Größe und Ort des Lecks werden durch diejenige Position der Sonde bestimmt, an der auf dem Fotometer dauerhaft der maximale Messwert angezeigt wird.

Falls diese Vorgehensweisen bezüglich P_m nicht zulässig sind, führt das im allgemeinen dazu, dass Lecks in der Nähe der angegebenen Leckgröße übersehen werden, während größere Lecks weiter erkannt werden.

Es ist zu beachten, dass die längere Exposition der Filter gegenüber dem Prüfaerosol vermieden werden sollte.

B.5 Leckkriterien — Zulassung für die Filter-Scanprüfung mit einem Aerosol-Fotometer

Siehe ISO 29463-1:2011, Tabelle 1 für Werte des lokalen Durchlassgrads. Alternative Integritätsanforderungen an Filter sind zwischen Lieferant und Kunde zu vereinbaren.

B.6 Reparaturen für die Filter-Scanprüfung

Die Größe der Reparaturen sollte wie folgt begrenzt werden.

- a) Es ist ein Material zu verwenden, das der Eigentümer für die Anwendung als zulässig erachtet.
- b) Alle Reparaturen insgesamt (einschließlich der durch den Filterhersteller durchgeführten) dürfen nicht mehr als 0,5 % der angeströmten Filteroberfläche (Rahmen ausgeschlossen) abschirmen oder abdecken und die maximale Länge der einzelnen Korrekturstellen darf 3,0 cm nicht überschreiten. Davon abweichende Korrekturkriterien müssen ansonsten zwischen dem Lieferanten und dem Kunden abgestimmt werden.