

DIN EN ISO 29463-5



ICS 91.140.30

Entwurf

Einsprüche bis 2021-08-11
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 29463-5:2019-05

Schwebstofffilter und Filtermedien zur Abscheidung von Partikeln aus der Luft –**Teil 5: Prüfverfahren für Filterelemente (ISO/DIS 29463-5:2021);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 29463-5:2021**

High-efficiency filters and filter media for removing particles in air –
Part 5: Test method for filter elements (ISO/DIS 29463-5:2021):
German and English version prEN ISO 29463-5:2021

Filtres à haut rendement et filtres pour l'élimination des particules dans l'air –
Partie 5: Méthode d'essai des éléments filtrants (ISO/DIS 29463-5:2021);
Version allemande et anglaise prEN ISO 29463-5:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-06-11 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@vdma.org 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 oder 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 70 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

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 „SpA CEN/TC 195 und ISO/TC 142“ im Fachbereich „Allgemeine Lufttechnik“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Luftfilter sowie aus Forschungs- und Prüfinstituten sind an der Erarbeitung beteiligt.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 5167-1	siehe DIN EN ISO 5167-1
ISO 16890-4	siehe DIN EN ISO 16890-4
ISO 29463-2:2011	siehe DIN EN ISO 29463-2:2019-05
ISO 29463-3	siehe DIN EN ISO 29463-3
ISO 29463-4:2011	siehe DIN EN ISO 29463-4:2019-05
ISO 29464	siehe DIN EN ISO 29464

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 29463-5:2019-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) normative Verweisungen wurden aktualisiert;
- b) Anhang C wurde überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 5167-1, *Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt — Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Anforderungen*

DIN EN ISO 16890-4, *Luftfilter für die allgemeine Raumlufttechnik — Teil 4: Konditionierungsverfahren für die Ermittlung des Fraktionsabscheidegradminimums*

DIN EN ISO 29463-2:2019-05, *Schwebstofffilter und Filtermedien zur Abscheidung von Partikeln aus der Luft — Teil 2: Aerosolerzeugung, Messgeräte und Partikelzählstatistik (ISO 29463-2:2011)*

DIN EN ISO 29463-3, *Schwebstofffilter und Filtermedien zur Abscheidung von Partikeln aus der Luft — Teil 3: Prüfung des planen Filtermediums*

DIN EN ISO 29463-4:2019-05, *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)*

DIN EN ISO 29464, *Reinigung von Luft und anderen Gasen — Terminologie*

— Leerseite —

<i>Titel de:</i>	Schwebstofffilter und Filtermedien zur Abscheidung von Partikeln aus der Luft — Teil 5: Prüfverfahren für Filterelemente (ISO/DIS 29463-5:2021)
<i>Titel en:</i>	High-efficiency filters and filter media for removing particles in air — Part 5: Test method for filter elements (ISO/DIS 29463-5:2021)
<i>Titel fr:</i>	Filtres à haut rendement et filtres pour l'élimination des particules dans l'air — Part 5: Méthode d'essai des éléments filtrants (ISO/DIS 29463-5:2021)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Abscheidegrad-Prüfverfahren	8
4.1 Referenz-Abscheidegradprüfverfahren	8
4.2 Alternative Abscheidegrad-Prüfverfahren für Filter der Gruppen H und U	9
4.3 Statistisches Abscheidegrad-Prüfverfahren für Filter mit niedrigem Abscheidegrad — Filter der Gruppe E	9
5 Prüffilter	10
6 Prüfeinrichtung	10
6.1 Allgemeines	10
6.2 Prüfkanal	11
6.2.1 Prüfluftaufbereitung	11
6.2.2 Einstellung des Volumenstroms	11
6.2.3 Volumenstrommessung	11
6.2.4 Aerosolmischstrecke	11
6.2.5 Zusammenbau der Prüffilteraufnahme	11
6.2.6 Messstellen für die Differenzdruckmessung	11
6.2.7 Probenahme	11
6.3 Aerosolerzeugung und -messtechnik	12
6.3.1 Allgemeines	12
6.3.2 Aufbau zur Prüfung mit monodispersen Prüfaerosol	12
6.3.3 Aufbau zur Prüfung mit polydispersen Prüfaerosol	13
7 Bedingungen für die Prüfluft	18
8 Prüfverfahren	18
8.1 Vorbereitende Prüfungen	18
8.2 Inbetriebnahme des Aerosolgenerators	18
8.3 Vorbereitung des Prüffilters	18
8.3.1 Einbau des Prüffilters	18
8.3.2 Spülen des Prüffilters	18
8.4 Prüfung	19
8.4.1 Messung der Druckdifferenz	19
8.4.2 Prüfung mit einem monodispersen Prüfaerosol	19
8.4.3 Prüfung mit einem polydispersen Prüfaerosol	19
8.4.4 Prüfung von Filtern mit belasteten Medien	19
9 Auswertung	20
10 Prüfbericht	21
11 Wartung und Funktionsprüfungen des Prüfgerätes	22

Anhang A (normativ) Alternatives Abscheidegrad-Prüfverfahren aus der Scanprüfung	24
A.1 Allgemeines	24
A.2 Alternatives Abscheidegrad-Prüfverfahren aus der Scanprüfung.....	24
Anhang B (informativ) Prüfungs- und Klassifizierungsverfahren für Filter mit einer Partikelgröße im Abscheidegradminimum $\leq 0,1 \mu\text{m}$ (z. B. Filter mit Membranfiltermedien)	25
B.1 Hintergrund.....	25
B.2 Partikelgröße im Abscheidegradminimum (MPPS) von Membranfiltermedien.....	25
B.3 Beständigkeit und Gleichmäßigkeit des Durchlassgrades von Membranfiltermedien	25
B.4 Prüfverfahren	26
B.4.1 Integraler Durchlassgrad	26
B.4.2 Klassifizierung.....	26
B.4.3 Lokaler Durchlassgrad	27
B.5 Dokumentation der Daten und Kennzeichnung der Produkte mit Membranfiltermedien.....	27
Anhang C (normativ) Verfahren zur Prüfung und Klassifizierung von Filtern mit Filtermedien mit geladenen Fasern.....	28
C.1 Allgemeines	28
C.2 Anwendungsbereich.....	28
C.3 Verfahren zur Entladung von Filtermedien und zur Klassifizierung von HEPA- und ULPA-Filtern mit Filtermedien mit geladenen Fasern.....	28
C.3.1 Allgemeines	28
C.3.2 Geräte.....	29
C.3.3 Proben	29
C.3.4 Messung des anfänglichen Durchlassgrades von Filtermedien.....	29
C.3.5 IPA-Dampf – Entladungsbedingungen	29
C.3.6 IPA-Entladungsverfahren – sequentielle Probenbehandlung	30
C.3.7 Verfahren bei nur einer Expositionsdauer	31
C.3.8 Klassifizierung.....	32
C.3.9 Prüfhäufigkeit.....	32
C.4 Dokumentation der Daten und Kennzeichnung der HEPA- und ULPA-Filter mit Filtermedien mit (geladenen) synthetischen Fasern.....	32
Anhang D (informativ) Bisherige Abscheidegrad-Prüfverfahren für HEPA- und ULPA-Filter	34
D.1 Verfahren zur Durchlassgradbestimmung mit DOP-Rauch.....	34
D.2 Durchlassgrad-Prüfverfahren mit DOP-Rauch.....	34
D.3 Prüfverfahren mit Natriumflamme	34
Literaturhinweise.....	35

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 29463-5:2021) 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 von UNI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 29463-5:2021 wurde von CEN als prEN ISO 29463-5:2021 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO 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 Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

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. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 142, *Cleaning equipment for air and other gases*, erarbeitet.

Diese zweite Ausgabe ersetzt die erste Ausgabe (ISO 29463-5:2011), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- die normativen Verweisungen wurden aktualisiert;
- Anhang C wurde überarbeitet.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 29463 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

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, grundlegende 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 durch Vereinbarung zwischen Anwendern und Lieferanten verwendet werden können.

ISO 29463 (alle Teile) legt ein Verfahren zur Prüfung des Wirkungsgrads 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 üblicherweise 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 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 Anhang C ein Verfahren 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 der ISO 29463-4:2011 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 der ISO 29463-4:2011 vermerkt.

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 sind in Anhang D dieses Teils der ISO 29463 eine kurze Zusammenfassung dieser Verfahren und ihrer Referenznormen bereitgestellt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der ISO 29463 spezifiziert die Prüfverfahren für die Bestimmung des Abscheidegrads von Filtern für die Partikelgröße im Abscheidegradminimum (MPPS). Er enthält außerdem Richtlinien für die Prüfung und Klassifizierung von Filtern mit einer Partikelgröße im Abscheidegradminimum (MPPS) von weniger als 0,1 µm (Anhang B) und Filtern, die Medien mit (geladenen) synthetischen Fasern (Anhang C) nutzen. Er sollte in Verbindung mit ISO 29463-1, ISO 29463-2, ISO 29463-3 und ISO 29463-4 verwendet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 16890-4, *Air filters for general ventilation — Part 4: Conditioning method to determine the minimum fractional test efficiency*

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

ISO 29463-1:2017, *High efficiency filters and filter media for removing particles from 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 and 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 29463-4:2011, *High-efficiency filters and filter media for removing particles in air — Part 4: Test method for determining leakage of filter elements — Scan method*

ISO 29464, *Cleaning of air and other gases — Terminology*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 29463-1, ISO 29463-2, ISO 29463-3, ISO 29463-4, ISO 29464 und die folgenden Begriffe.

3.1

Probenahmedauer

Zeitraum, in dem die Partikel im Probenahme-Volumenstrom gezählt werden (auf der Anströmseite oder Abströmseite)

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.2.153]

3.2

Messverfahren mit feststehenden Sonden

Bestimmung des Gesamtwirkungsgrads unter Verwendung fester Probenahmesonden auf der Anströmseite und Abströmseite des geprüften Filters

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.2.107]

3.3

integrierendes Partikelzählverfahren

Partikelzählverfahren, mit dem ohne Größenklassifizierung die Gesamtanzahl von Partikeln in einem bestimmten Probevolumen ermittelt wird

BEISPIEL durch Verwendung eines Kondensationspartikelabscheiders

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.2.164, geändert – Beispiel 2 wurde gestrichen.]

3.4

fraktionierendes Partikelzählverfahren

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

BEISPIEL durch Verwendung eines optischen Partikelzählers

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.2.123]

3.5

Partikelkonzentrationsverfahren

Verfahren, mit dem die Gesamtkonzentration von Partikeln im Aerosol entweder durch mehrfache Partikelzählung oder chemische Konzentrationen bestimmt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Mit diesem Verfahren kann keine Partikelgrößenklassifizierung vorgenommen werden.

4 Abscheidegrad-Prüfverfahren

4.1 Referenz-Abscheidegradprüfverfahren

Zur Abscheidegradprüfung 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 mit reiner Luft wird der aufbereiteten Prüfluft das von dem Aerosolgenerator erzeugte Prüfaerosol beigemischt und in einer Mischstrecke homogen über den Kanalquerschnitt verteilt.

Der Abscheidegrad wird immer bei der Partikelgröße im Abscheidegradminimum (MPPS) bestimmt; siehe ISO 29463-3. Die Größenverteilung der Aerosolpartikel kann optional mit einem Partikelgrößenanalyse-System, z. B. DMPS (Differential Mobility Particle Sizer), überprüft werden.

Die Prüfung kann mit einem monodispersen oder mit einem polydispersen Prüfaerosol durchgeführt werden. Bei der Prüfung mit (quasi-) monodispersen Aerosol darf das Gesamtpartikel-Zählverfahren unter Einsatz von Kondensationspartikelzählern (CNC, Condensation Nucleus Counter) oder optischen Partikelzählern (OPC, Optical Particle Counter, z. B. Laserpartikelzählern) verwendet werden. Es muss sichergestellt sein, dass der Medianwert der Anzahlverteilung der Partikeldurchmesser dem Partikeldurchmesser der Partikelgröße im Abscheidegradminimum (MPPS) entspricht.

Bei der Verwendung von polydispersem Aerosol muss mit einem Partikelzählverfahren, z. B. mit einem optischen Partikelzähler oder einem DMPS gearbeitet werden, mit dem neben der Partikelanzahl auch deren Größenverteilung bestimmt werden kann. Es muss sichergestellt sein, dass der Mediandurchmesser, D_M , im durch Gleichung (1) gegebenen Bereich liegt:

$$\frac{S_{MPPS}}{2} > D_M > 1,5 \cdot S_{MPPS} \quad (1)$$

wobei S_{MPPS} die Partikelgröße im Abscheidegradminimum ist.

Zur Ermittlung des gesamten Abscheidegrades werden an- und abströmseitig des Filterelementes repräsentativ Teilströme entnommen und dem jeweils angeschlossenen Partikelzähler über eine feste Messsonde zur Messung der Partikelanzahl zugeleitet. Dazu ist hinter dem Prüffilter eine Mischstrecke zur homogenen Vermischung des Aerosols mit Prüfluft über den Kanalquerschnitt erforderlich (siehe 6.2.4).

4.2 Alternative Abscheidegrad-Prüfverfahren für Filter der Gruppen H und U

Das oben beschriebene Standardverfahren zur Prüfung des Abscheidegrades nutzt eine abströmseitige Durchmischung und eine feste, abströmseitige Sonde. Dennoch wird in Anhang A ein alternatives Prüfverfahren mit beweglicher Sonde (beweglichen Sonden) beschrieben.

4.3 Statistisches Abscheidegrad-Prüfverfahren für Filter mit niedrigem Abscheidegrad — Filter der Gruppe E

Für Filter der Gruppe E muss der gesamte Abscheidegrad durch eines der unten beschriebenen statistischen Prüfverfahren bestimmt werden, und es ist nicht erforderlich, die Prüfung für jedes einzelne Filterelement durchzuführen (wie dies für Filter der Gruppen H und U vorgeschrieben ist). Der gesamte Abscheidegrad von Filtern der Gruppe E muss durch Mittelwertbildung aus den Ergebnissen der nachstehend beschriebenen statistischen Leckprüfungen bestimmt werden.

Ein Bericht mit den Filterdaten in Form eines Typen-Prüfzertifikats oder alternativ in Form eines Werks-Prüfzertifikats ist erforderlich. Der Lieferant muss jedoch in der Lage sein, auf Verlangen einen Nachweis zur Verifizierung der Dokumentation der Daten bereitzustellen. Dies kann entweder erfolgen durch:

- a) Durchführung eines zertifizierten Qualitätsmanagementsystems (z. B. ISO 9000), für das die Anwendung von Prüfverfahren auf statistischer Basis und die Dokumentation des Abscheidegrades für Filter der Gruppe E in Übereinstimmung mit diesem Teil der ISO 29463 erforderlich sind; oder
- b) Anwendung von anerkannten statischen Prüfverfahren für alle Fertigungslose der Filter.

Das in der ISO 2859-1 beschriebene „Skip-Lot“-Verfahren oder jegliches gleichwertige Verfahren darf eingesetzt werden.

Das in ISO 2859-1 beschriebene „Skip-Lot“-Verfahren setzt voraus, dass die Prüfhäufigkeit am Anfang hoch ist und im Laufe weiterer Prüfungen reduziert wird, wenn mit wachsender Erfahrung die fertigten Produkte den Voraussetzungen entsprechen. Beispielsweise werden bei den ersten acht Fertigungslosen 100 % der gefertigten Filter geprüft. Wenn alle Prüfungen positiv ausfallen, wird die Häufigkeit für die nächsten acht Fertigungslose um die Hälfte reduziert. Wenn alle Prüfungen erneut positiv ausfallen, wird die Anzahl erneut um die Hälfte reduziert, und so weiter, bis nur noch eines von acht Losen geprüft werden muss (d. h. bis die minimale Prüfungshäufigkeit erreicht ist). Jedes Mal, wenn ein Filter die Prüfung nicht besteht, wird die Prüfhäufigkeit wieder verdoppelt. Die Anzahl der getesteten Proben je Los muss auf jeden Fall größer als drei sein.

5 Prüffilter

Das zu prüfende Filterelement darf keinerlei Beschädigungen oder sonstige Unregelmäßigkeiten aufweisen. Das Filterelement ist sorgfältig zu behandeln und deutlich sowie dauerhaft mit folgenden Angaben zu kennzeichnen:

- Bezeichnung des Filterelementes;
- Anströmseite des Filterelementes.

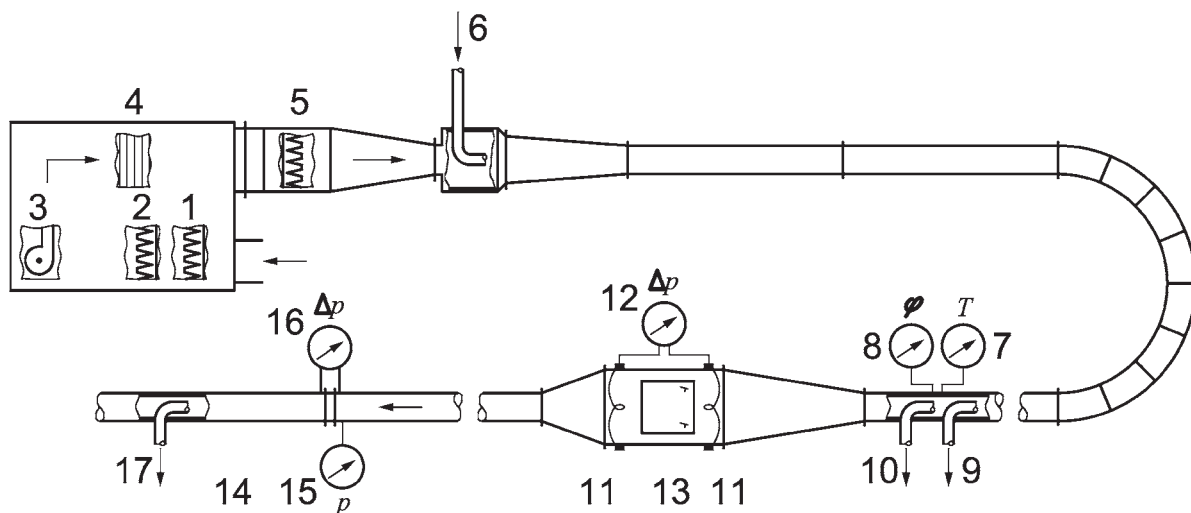
Die Temperatur des Prüffilters muss während der Prüfung der Temperatur der Prüfluft entsprechen.

6 Prüfeinrichtung

6.1 Allgemeines

Den schematischen Aufbau des Prüfgerätes zeigt ISO 29463-1:2017, Bild 4. Bild 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Prüfstands.

Die Grundlagen für die Aerosolerzeugung und -neutralisation mit Angaben zu geeigneten Geräteausführungen, sowie ausführliche Beschreibungen der für die Prüfung erforderlichen Messgeräte, enthält ISO 29463-2.



Legende

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1 Grobstaubfilter | 10 Probenahme, Anströmseite |
| 2 Feinstaubfilter | 11 Ringleitung für Differenzdruckmessung |
| 3 Ventilator | 12 Druckmessgerät |
| 4 Lufterhitzer | 13 Prüffilteraufnahme |
| 5 Schwebstofffilter | 14 Messblende (siehe ISO 5167-1) |
| 6 Aerosoleinleitung in den Prüfkanal | 15 Messung des Absolutdrucks |
| 7 Temperaturmessung | 16 Druckmessgerät zur Differenzdruckmessung |
| 8 Hygrometer | 17 Probenahme, Abströmseite |
| 9 Probenahme, Partikelgrößenanalyse | |

Bild 1 — Beispiel eines Prüfstands

6.2 Prüfkanal

6.2.1 Prüfluftaufbereitung

Die Prüfluftaufbereitung muss aus den Einrichtungen zur Konditionierung des Prüfluftstromes bestehen, die zu dessen Einstellung entsprechend den Anforderungen aus Abschnitt 7 erforderlich sind.

6.2.2 Einstellung des Volumenstroms

Die Filter sind immer bei Nennvolumenstrom zu prüfen. Der Volumenstrom ist durch eine geeignete Einrichtung (z. B. Drehzahländerung des Ventilators, Drosselklappen) auf einen Wert von $\pm 5\%$ des Nennvolumenstroms einzustellen und während jeder Prüfung mit $\pm 2\%$ konstant zu halten.

6.2.3 Volumenstrommessung

Die Messung des Volumenstromes erfolgt nach einem genormten oder kalibrierten Verfahren (z. B. Messung des Differenzdruckes 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 Beispiel in Bild 1) müssen so konstruiert sein, dass die unmittelbar vor dem Prüffilter an einzelnen Stellen des Kanalquerschnitts gemessenen Aerosolkonzentrationen um höchstens 10 % vom Mittelwert der an mindestens neun über den Kanalquerschnitt verteilten Messstellen ermittelten Aerosolkonzentrationen abweichen.

6.2.5 Zusammenbau der Prüffilteraufnahme

Die Prüffilteraufnahme muss sicherstellen, dass der Prüffilter bestimmungsgemäß abgedichtet und durchströmt werden kann.

Durch die Prüffilteraufnahme darf kein Teil der Querschnittsfläche des Filters verdeckt sein.

6.2.6 Messstellen für die Differenzdruckmessung

Die Druckmessstellen sind so anzuordnen, dass der Mittelwert des statischen Druckes anströmseitig und abströmseitig des Prüffilters gemessen werden kann. Die Druckmessebene muss an- und abströmseitig in Bereichen mit gleichmäßiger Strömung sowie mit gleichem Strömungsprofil positioniert sein.

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

6.2.7 Probenahme

Zur Bestimmung des Abscheidegrades werden anströmseitig und abströmseitig über Probenahmesonden Teilströme aus dem Prüfvolumenstrom entnommen und Partikelzählern zugeführt. Die Sondendurchmesser sind so zu wählen, dass bei dem vorgegebenen Probenahme-Volumenstrom im Kanal isokinetische Bedingungen beibehalten werden. Probenahmefehler können wegen der geringen Partikelgröße des Prüfaerosols vernachlässigt werden. Die Zuleitungen zum Partikelzähler müssen möglichst kurz sein. Die anströmseitige Probenahme erfolgt durch eine fest eingebaute Probenahmesonde vor dem Prüffilter. Die Probenahme muss repräsentativ sein, d. h. die bei der Probenahme gemessene Aerosolkonzentration darf um nicht mehr als $\pm 10\%$ von dem nach 6.2.4 bestimmten Mittelwert abweichen.

Die abströmseitige Probenahme erfolgt ebenfalls durch eine fest eingebaute Probenahmesonde nach einer Mischstrecke, die eine repräsentative Messung der abströmseitigen Aerosolkonzentration sicherstellt. Dies gilt als gegeben, wenn bei Vorhandensein eines künstlich hergestellten, großen Lecks im Prüffilter die auf der Abströmseite des Filters gemessene Aerosolkonzentration an keiner Stelle um mehr als $\pm 10\%$ vom Mittelwert aus mindestens neun Messstellen im Kanalquerschnitt abweicht. Es ist allerdings erforderlich, vorher nachzuprüfen, dass das künstlich hergestellte Leck groß genug ist, um den Filter-Durchlassgrad um mindestens den Faktor fünf relativ zum Durchlassgrad des leckfreien Filters zu erhöhen.

Die mittleren Aerosolkonzentrationen, gemessen an der an- und abströmseitigen Teilstromentnahmestelle ohne Prüffilter, dürfen um höchstens 5 % voneinander abweichen.

6.3 Aerosolerzeugung und -messtechnik

6.3.1 Allgemeines

Über die Einstellung der Betriebsparameter des Aerosolgenerators muss ein Prüfaerosol erzeugt werden, dessen anzahl-medianer Durchmesser im Bereich der Partikelgröße im Abscheidegradminimums (MPPS) des planen Filtermediums liegt.

Dabei darf der Medianwert eines monodispersen Prüfaerosols um nicht mehr als $\pm 10\%$ von der Partikelgröße im Abscheidegradminimum (MPPS) abweichen. Bei Verwendung von polydispersem Prüfaerosol ist eine Abweichung von $\pm 50\%$ zulässig.

Der Partikelausstoß des Aerosolgenerators muss auf Prüfvolumenstrom und Filterabscheidegrad so abgestimmt werden, dass die Zählraten auf der An- und Abströmseite unter der Koinzidenzgrenze des Zählers (Koinzidenzfehler maximal 10 % in Übereinstimmung mit ISO 21501-4) und signifikant über der Nullzählrate der Einrichtung liegen.

Die Anzahlverteilungskonzentration des Prüfaerosols kann mit einem geeigneten Partikelgrößenanalysesystem (z. B. DMPS, Differential Mobility Particle Sizer) oder mit einem für diese Prüfaufgabe geeigneten Laserpartikelzähler bestimmt werden. Die Fehlergrenzen dieses Messgerätes zur Bestimmung des Medianwertes dürfen $\pm 20\%$ relativ zum Messwert nicht überschreiten.

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

Bei der Partikelzählung dürfen entweder zwei Zähler anströmseitig und abströmseitig parallel betrieben werden, oder mit einem einzelnen Zähler wird abwechselnd die anströmseitige und abströmseitige Anzahlkonzentration gemessen. Wird mit nur einem Partikelzähler gemessen, muss sichergestellt sein, dass die für die Messung relevanten Eigenschaften des Prüfaerosols (z. B. Anzahlkonzentration, Partikelgrößenverteilung, homogene Verteilung über den Kanalquerschnitt) zeitlich konstant sind. Wenn zwei Zähler parallel betrieben werden, sollten beide vom gleichen Typ und als Doppelgeräte kalibriert sein.

6.3.2 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 Abscheidegradprüfung des Filterelementes für die Bestimmung der Partikelanzahlkonzentrationen sowohl optische Partikelzähler als auch Kondensationspartikelzähler eingesetzt werden.

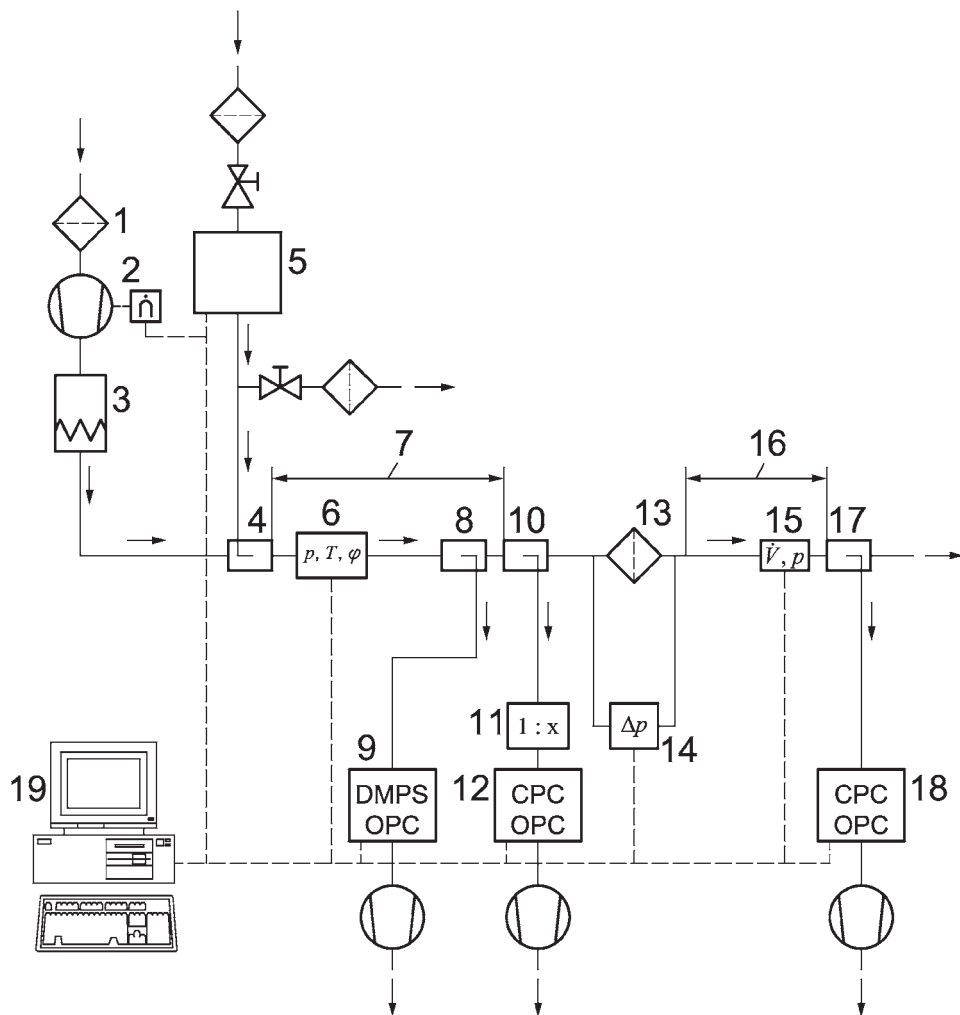
Beim Einsatz eines Kondensationspartikelzählers ist sicherzustellen, dass das Prüfaerosol keinen nennenswerten Anteil an sehr kleinen Partikeln enthält, deren Größe weit unterhalb der Partikelgröße im Abscheidegradminimum (MPPS) liegt. Solche Partikel, die z. B. von einem nicht einwandfrei arbeitenden Aerosolgenerator produziert werden können, werden von einem Kondensationspartikelzähler ebenfalls gemessen und können zu erheblichen Fehlern in der Bestimmung des Abscheidegrades führen. Eine Möglichkeit, auf diesen Fehler zu prüfen, besteht darin, die Anzahlverteilung des Prüfaerosols mit einem Messgerät zu bestimmen, dessen Messbereich sich von der unteren Messbereichsgrenze des Kondensationspartikelzählers bis zu der Partikelgröße von etwa 1 µm erstreckt. Die so bestimmte Anzahlverteilung muss quasi-monodispers und ohne große Konzentration sehr kleiner Partikel sein.

Den prinzipiellen Aufbau des Gerätes zur Prüfung mit monodispersen Aerosol zeigt Bild 2.

6.3.3 Aufbau zur Prüfung mit polydispersen Prüfaerosol

Bei der Abscheidegradprüfung des Filterelementes mit einem polydispersen Prüfaerosol muss die Bestimmung der Partikelanzahlkonzentrationen und der Größenverteilung mit optischen Partikelzählern (z. B. Laserpartikelzählern) erfolgen.

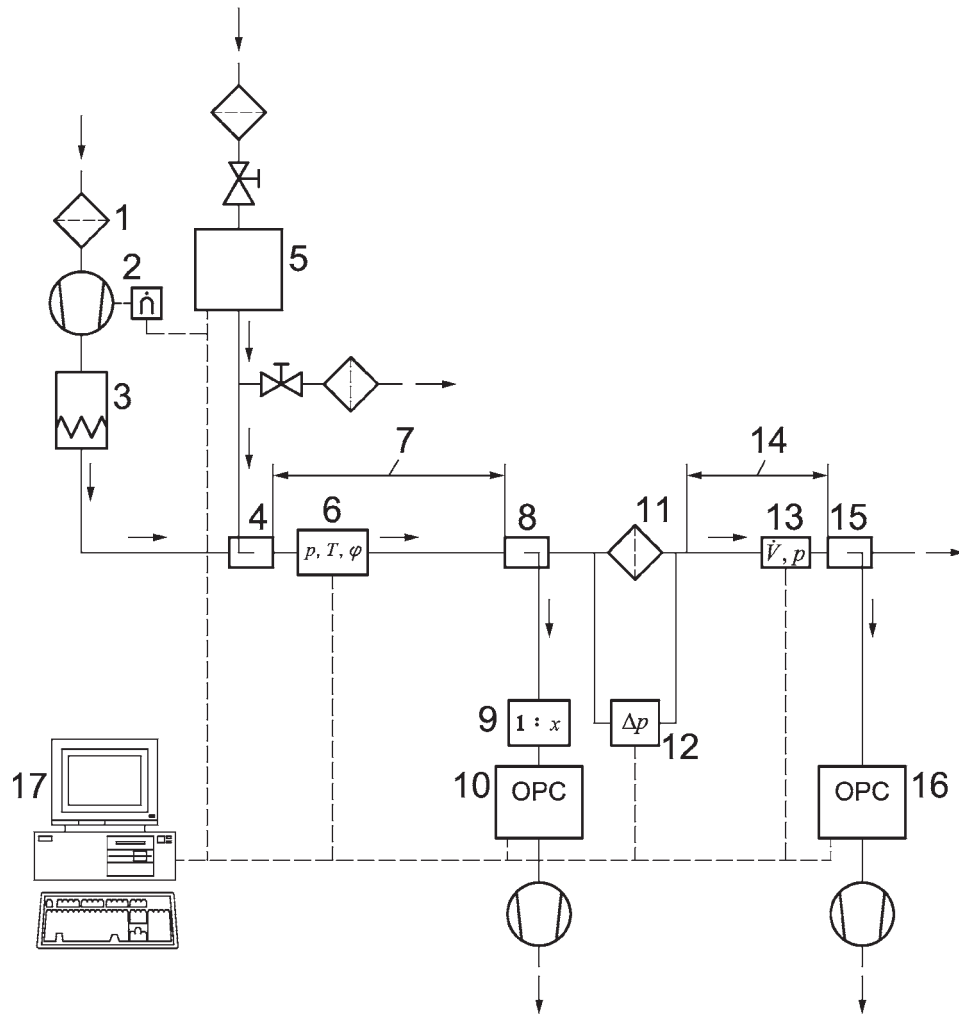
Das Prüfgerät für die Prüfung mit einem polydispersen Aerosol ist in Bild 3 dargestellt.



Legende

- | | |
|--|--|
| 1 Vorfilter für die Prüfluft | 11 Verdünnungssystem (optional) |
| 2 Ventilator mit Drehzahlregelung | 12 anströmseitiger Partikelzähler (CNC oder OPC) |
| 3 Lufterhitzer | 13 Prüffilter |
| 4 Aerosoleinleitung in den Kanal | 14 Messung des Druckabfalls am Prüffilter |
| 5 Aerosolgenerator zur Erzeugung von monodispersen Aerosol | 15 Messung des Absolutdrucks und des Volumenstroms |
| 6 Messung von Temperatur, barometrischem Druck und relativer Feuchte | 16 abströmseitige Mischstrecke |
| 7 anströmseitige Mischstrecke | 17 Probenahme für abströmseitige Partikelzählung |
| 8 Probenahme für Partikelgrößenanalyse | 18 abströmseitiger Partikelzähler (CNC oder OPC) |
| 9 Partikelgrößen-Analysesystem (DMPS oder OPC) | 19 Rechner zur Steuerung und Messwerterfassung |
| 10 Probenahme für die anströmseitige Partikelzählung | |

Bild 2 — Aufbau zur Prüfung mit monodispersen Aerosol



Legende

- | | |
|--|--|
| 1 Vorfilter für die Prüfluft | 9 Verdünnungssystem (optional) |
| 2 Ventilator mit Drehzahlregelung | 10 anströmseitiger OPC |
| 3 Lufterhitzer | 11 Prüffilter |
| 4 Aerosoleinleitung in den Kanal | 12 Messung des Druckabfalls am Prüffilter |
| 5 Aerosolgenerator zur Erzeugung von polydispersem Aerosol | 13 Messung des Absolutdrucks und des Volumenstroms |
| 6 Messung von Temperatur, barometrischem Druck und relativer Feuchte | 14 abströmseitige Mischstrecke |
| 7 anströmseitige Mischstrecke | 15 Probenahme für abströmseitige Partikelzählung |
| 8 Probenahmeort für die anströmseitige Partikelzählung | 16 abströmseitiger OPC |
| | 17 Rechner zur Steuerung und Messwerterfassung |

Bild 3 — Aufbau zur Prüfung mit polydispersem Aerosol

Der Messbereich des für die Abscheidegradmessung verwendeten optischen Partikelzählers muss mindestens den Partikelgrößenbereich zwischen $\frac{S_{MPPS}}{1,5}$ und $1,5 \times S_{MPPS}$,

wobei S_{MPPS} die Partikelgröße im Abscheidegradminimum ist.

Die Verteilung der Klassengrenzen muss derart sein, dass eine (untere) Klassengrenze im Durchmesserbereich zwischen $\frac{S_{MPPS}}{2}$ und $\frac{S_{MPPS}}{1,5}$ (Bild 4, Bereich II a)

und eine (obere) Klassengrenze im Durchmesserbereich zwischen $1,5 \times S_{MPPS}$ und $2 \times S_{MPPS}$ liegt (Bild 4, Bereich II b).

Aus praktischen Erwägungen sollten für die gängigsten verwendeten Filtermedien Klassendurchmesser von 0,1 µm bis 0,2 µm und von 0,2 µm bis 0,3 µm, die für die meisten handelsüblichen optischen Partikelzähler verfügbar sind, ausreichend zur Erfüllung dieser Anforderung sein.

Insbesondere für die verschiedenen Bereiche von Partikelgrößen im Abscheidegradminimum (MPPS), die häufig vorliegen, muss der empfohlene Messbereich des für die Abscheidegradprüfung verwendeten optischen Partikelzählers die folgenden Partikelgrößen nach Gleichung (2) (Bild 4, Bereich I) abdecken:

$$\frac{S_{MPPS}}{1,5} \text{ to } 1,5 \times S_{MPPS} \quad (2)$$

Dabei ist S_{MPPS} die Partikelgröße im Abscheidegradminimum.

Die Verteilung der Größenklassen muss derart sein, dass jede der Klassengrenzen eine der entweder in Gleichung (3) (wie in Bild 4, Bereich II a) oder in Gleichung (4) (wie in Bild 4, Bereich II b) gegebenen Bedingungen erfüllt:

$$\frac{S_{MPPS}}{2} < C_{LL} \leq \frac{S_{MPPS}}{1,5} \quad (3)$$

Dabei ist C_{LL} der untere Klassengrenzwert.

$$1,5 \times S_{MPPS} \leq C_{UL} < 2 \times S_{MPPS} \quad (4)$$

Dabei ist C_{UL} der obere Klassengrenzwert.

Alle Klassen zwischen diesen zwei Grenzen können für die Bestimmung des Abscheidegrades bewertet werden. Es ist jedoch nicht mehr als eine Klasse erforderlich, so dass die obige Bedingung im Extremfall von nur einer Klasse erfüllt werden kann.

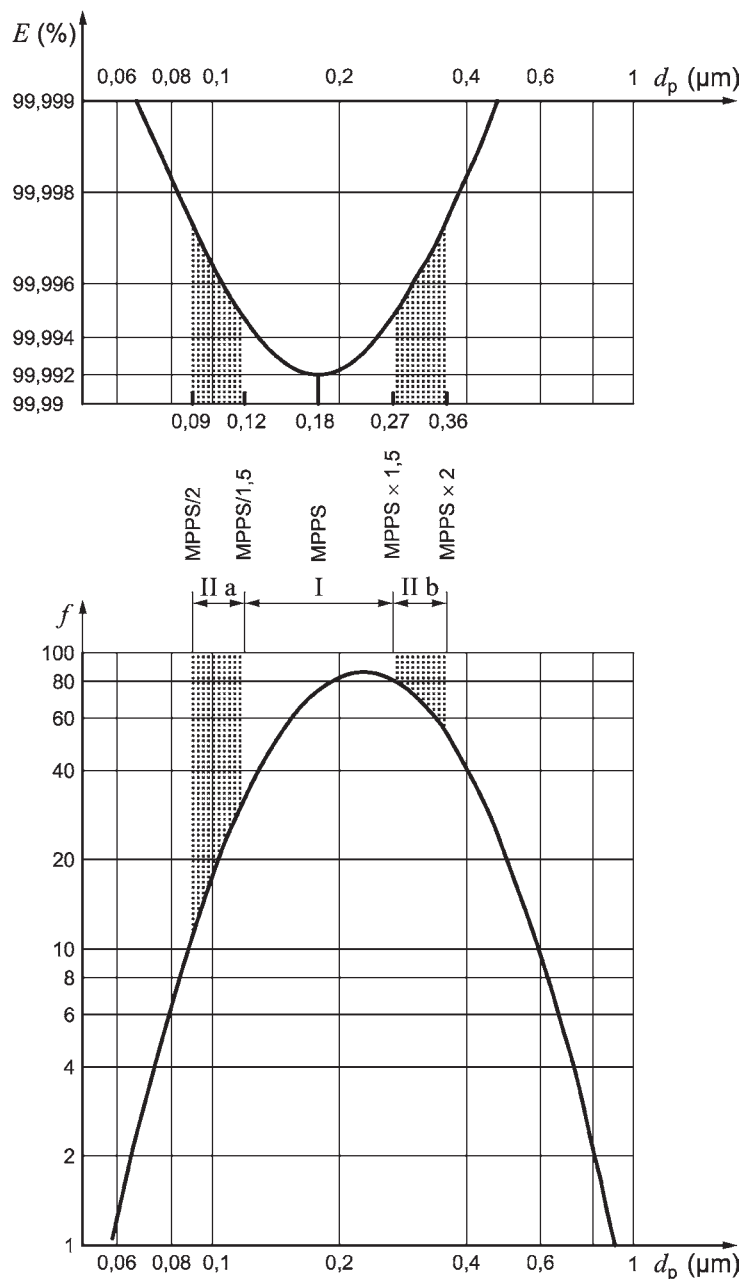


Bild 4 — Partikelgrößenbezogener Abscheidegrad, E , und zulässige Messbereiche relativ zum Abscheidegradminimum (MPPS gleich $0,18 \mu\text{m}$) und Anzahlverteilung, f , eines polydispersen Prüfaerosols mit d_p gleich $0,23 \mu\text{m}$