

DIN EN ISO 29461-7



ICS 29.160.99

Einsprüche bis 2022-02-10

Entwurf**Ansaugfiltersysteme von Rotationsmaschinen –
Prüfverfahren –****Teil 7: Dauertest für Filterelemente in Nebel- und Nebelumgebungen
(ISO/DIS 29461-7:2021);****Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 29461-7:2021**

Air intake filter systems for rotary machinery –
Test methods –

Part 7: Filter element endurance test in fog and mist environments (ISO/DIS 29461-7:2021);
German and English version prEN ISO 29461-7:2021

Systèmes de filtration d'air d'admission pour machines tournantes –
Méthodes d'essai –

Partie 7: Essai d'endurance d'élément filtrant en brouillard et environnement brumeux
(ISO/DIS 29461-7:2021);

Version allemande et anglaise prEN ISO 29461-7:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-12-10 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 69 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 29461-7:2021) 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.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung werden vom Arbeitsausschuss NA 060-09-21 AA „Luftfilter (SpA ISO/TC 142 und CEN/TC 195)“ im Fachbereich „Allgemeine Lufttechnik“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der interessierten Kreise, darunter Hersteller von Luftfilter, Anwender, Forschungs- und Prüfinstitute sind an der Erarbeitung beteiligt.

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

ISO 29464:2017	siehe	DIN EN ISO 29464:2020-09
ISO 16890-2:2016	siehe	DIN EN ISO 16890-2:2017-08
ISO 29461-1	siehe	E DIN EN ISO 29461-1

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.

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

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 29464:2020-09, *Reinigung von Luft und anderen Gasen — Terminologie (ISO 29464:2017); Deutsche Fassung EN ISO 29464:2019*

DIN EN ISO 16890-2:2017-08, *Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik — Teil 2: Ermittlung des Fraktionsabscheidegrades und des Durchflusswiderstandes (ISO 16890-2:2016); Deutsche Fassung EN ISO 16890-2:2016*

E DIN EN ISO 29461-1, *Ansaugfiltersysteme von Rotationsmaschinen — Prüfverfahren — Teil 1: Statische Filterelemente (ISO/DIS 29461-1:2020)*

<i>Titel de:</i>	Ansaugfiltersysteme von Rotationsmaschinen — Prüfverfahren — Teil 7: Dauertest für Filterelemente in Nebel- und Nebelumgebungen (ISO/DIS 29461-7:2021)
<i>Titel en:</i>	Air intake filter systems for rotary machinery — Test methods — Part 7: Filter element endurance test in fog and mist environments (ISO/DIS 29461-7:2021)
<i>Titel fr:</i>	Systèmes de filtration d'air d'admission pour machines tournantes — Méthodes d'essai — Partie 7: Essai d'endurance d'élément filtrant en brouillard et environnement brumeux (ISO/DIS 29461-7:2021)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	9
5 Allgemeine Anforderungen	10
6 Prüfbedingungen	10
6.1 Prüfluft	10
6.2 Prüfwasser	10
7 Prüfstand und -ausrüstung	11
7.1 Prüfstand	11
7.2 Wassersprüheinrichtung	12
7.3 Befeuchtungseinrichtung	12
7.4 Wassersammelnut	12
8 Qualifizierung des Prüfstands und des Prüfgeräts	12
8.1 Drucksystemprüfung	12
8.2 Luftundichtigkeitsprüfung	12
8.3 Gleichmäßigkeit der Luftgeschwindigkeit im Prüfluftkanal	12
8.4 Druckabfall im Prüfkanaal ohne eingebautes Prüffilter	12
8.5 Stabilität der feuchten Umgebungsbedingungen	13
8.6 Kontrolle von Wassernebelkonzentration und Ablagerung	13
8.7 Prüfung der Wasserdichtheit ohne eingebautes Filter	13
8.8 Wassertröpfchen-Größenverteilung	14
8.9 Zusammenfassung der Qualifikationsanforderungen	14
8.10 Geräteinstandhaltung	15
9 Durchführung der Prüfung	15
9.1 Vorbereitung des zu prüfenden Filters	15
9.2 Anfangsdruckdifferenz	16
9.3 Prüfverfahren für Wasserbeständigkeitsverhalten von Filterelementen	16
9.3.1 Allgemeines	16
9.3.2 Feuchtegleichgewichts-Vorbehandlung	16
9.3.3 Wassernebelprüfung	17
9.4 Wassereintrittsverhältnis	17
10 Prüfbericht	17
10.1 Allgemeines	17
10.2 Auswertung der Prüfberichte	18
10.3 Zusammenfassung der Prüfungsergebnisse	18
10.4 Wassernebelmasse und Druckdifferenz	19
10.5 Kennzeichnung	19

Anhang A (informativ) Berechnung des Strömungswiderstandes und der Masse der Wassererzeugung.....	20
A.1 Berechnung des Strömungswiderstands.....	20
A.2 Berechnung der Masse der Wassererzeugung.....	20
Anhang B (informativ) Wasserbeständigkeitsprüfung für vertikal montierte Luftfilter.....	21
B.1 Allgemeines.....	21
B.2 Prüfverfahren.....	21
B.2.1 Ausrüstung.....	21
B.2.2 Vorbereitung des zu prüfenden Filters.....	22
B.2.3 Prüfbedingungen.....	22
B.2.4 Anfangsdruckdifferenz.....	22
B.2.5 Prüfverfahren für Wasserbeständigkeitsverhalten von Filterelementen.....	22
B.2.6 Prüfbericht.....	22
Anhang C (informativ) Wasserbeständigkeit von Luftfilterelementen ohne Feuchtegleichgewichts-Vorbehandlung.....	23
C.1 Allgemeines.....	23
C.2 Prüfverfahren.....	23
C.2.1 Ausrüstung.....	23
C.2.2 Wasserbeständigkeitsprüfung.....	24
C.3 Prüfbericht.....	24
Anhang D (normativ) Prüfung des Wassereintrittsverhältnisses.....	25
D.1 Allgemeines.....	25
D.2 Prüfverfahren.....	25
D.2.1 Ausrüstung.....	25
D.2.2 Prüfverfahren.....	25
Anhang E (informativ) Leckerkennung und Erkennungsverfahren für den ersten Wassertropfen....	26
E.1 Allgemeines.....	26
E.2 Prüfverfahren zur Erkennung des Eintretens von Tröpfchen.....	26
E.2.1 Ausrüstung.....	26
E.2.2 Prüfverfahren.....	28
E.3 Prüfbericht.....	28
Anhang F (informativ) Beispiele für vollständige Prüfberichte.....	29
F.1 Beispiel für den Prüfbericht.....	29
F.2 Beispiel eines Prüfberichts für Vergleiche.....	32

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 29461-7:2021) 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 29461-7:2021 wurde von CEN als prEN ISO 29461-7:2021 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.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 29461 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

Die Normenreihe ISO 29461 wird eine Möglichkeit bieten, diese Produkte mit einem ähnlichen Verfahren zu vergleichen und festzulegen, welche Kriterien für Luftfiltereinlasssysteme für die Leistung von Rotationsmaschinen von Bedeutung sind. Für den Leistungsvergleich der Produkte in diesem weit gefassten Bereich muss eine geeignete Basis angewendet werden. Der Vergleich verschiedener Filter und Filtertypen muss im Hinblick auf die Betriebsbedingungen erfolgen, unter denen sie letztendlich eingesetzt werden.

Das Lufteinlassfiltersystem von Rotationsmaschinen ist ein wichtiger Teil des gesamten Gasturbinen- und Luftkompressorsystems. Es besteht in der Regel aus Filterelementen, die auf geeignete Weise installiert werden können. Die Betriebsumgebung von Rotationsmaschinen, einschließlich Gasturbinen und Kompressoren, und deren Einlassluftfiltereinheiten sind kompliziert und anspruchsvoll. Luftfilter fangen Wassernebel und -tröpfchen ab, wenn die Luft durch die Luftfiltereinheit strömt, falls das Gerät bei Regen, Nebel, Dunst oder in einer anderen Umgebung mit hoher Luftfeuchte oder in einer lokalen Produktionsumgebung arbeitet, die große Mengen an Wasserdampf enthält, z. B. in einem Kühlturm. Wenn sich zu viel Wasser ansammelt, wird unter Umständen die Leistung der Filter beeinträchtigt, steigt die Druckdifferenz schnell an und führt in schweren Fällen sogar zur Abschaltung.

Zuverlässigkeit und störungsfreier Betrieb von Rotationsmaschinen hat für den Endverbraucher oberste Priorität, und die Druckdifferenz, die bei hoher Feuchte schnell ansteigt, ist in der Regel sein wichtigstes Anliegen. Überall auf der Welt gibt es Arbeitsunfälle mit Rotationsmaschinen, die durch hohe Luftfeuchte verursacht werden, sei es im Binnenland, an Flüssen oder an der Küste.

Um den Anforderungen von Produktion und Betrieb gerecht zu werden, muss das Wasserbeständigkeitsverhalten von Luftfilterelementen neben der Bewertung des anfänglichen Druckdifferenzverhaltens, der Filtrationseffizienz und des Staubrückhaltevermögens berücksichtigt werden, insbesondere wenn die Luftfilterelemente in Umgebungen mit hoher Luftfeuchte eingesetzt werden oder die angesaugte Luft eine große Menge an Flüssigkeitströpfchen enthält.

Dieses Dokument enthält ein Prüfverfahren für die Wasserbeständigkeit von Filterelementen und kann zur Bewertung der Tendenz der Leistungsänderung von Filterelementen beim Kontakt mit Wasser und Nebel verwendet werden. Diese Norm kann benutzt werden für:

- die Produktentwicklung für Filterhersteller;
- die Lieferantenauswahl für Endverbraucher;
- die Entwicklung von wasserbeständigen Medien durch Medienhersteller.

Dieses Dokument stellt ein wiederholbares, einfach durchzuführendes und wirtschaftliches Prüfverfahren bereit, das für mit Luftstrahlstößen gereinigte Filterelemente und auch für Filterelemente für die allgemeine Belüftung angewendet werden muss.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 29461 legt die allgemeinen Prüfanforderungen, den Prüfstand und die Prüfausrüstung, die Prüfmateriale, das Prüfverfahren und den Prüfbericht für die Bestimmung des Wasserbeständigkeitsverhaltens von Luftfilterelementen fest, die in Lufterlassfiltersystemen für Rotationsmaschinen wie stationäre Gasturbinen, Kompressoren und andere stationäre Verbrennungsmotoren verwendet werden.

Die Prüfung bewertet das Wasserbeständigkeitsverhalten von Luftfilterelementen unter Laborbedingungen. Die nach diesem Teil von ISO 29461 für die Leistung ermittelten Ergebnisse können nicht unmittelbar zur quantitativen Vorhersage der Leistung bezogen auf Wasserbeständigkeit und Lebensdauer für den jeweiligen Anwendungsfall des Filters verwendet werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text 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 29464:2017, *Cleaning of air and other gases — Terminology*

ISO 16890-2:2016, *Air filters for general ventilation — Part 2: Measurement of fractional efficiency and air flow resistance*

ISO 29461-1, *Air intake filter systems for rotary machinery — Test methods — Part 1: Static filter elements*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 24964 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org>

3.1 Luftströmung und Druckdifferenz

3.1.1

Luftvolumenstrom

durch das Filter hindurchgehende Luftvolumen je Zeiteinheit

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.1.24]

3.1.2

Luftvolumenstrom

Volumenstrom durch eine Prüfeinrichtung, entweder wie durch den Hersteller für festgelegte Nutzungsbedingungen angegeben oder wie zwischen den interessierten Parteien für eine bestimmte Installation vereinbart

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.1.27]

3.1.3

Prüfvolumenstrom

für Prüfungszwecke verwendeter Luftvolumenstrom

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.3.2]

3.1.4

Druckabfall

Druckdifferenz über das Filterelement bei Prüfvolumenstrom

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.1.36]

3.1.5

Anfangsdruckdifferenz

Druckdifferenz des unbestaubten Filters bei Betrieb mit dem Prüfvolumenstrom

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.3.17]

3.1.6

Enddruckdifferenz

Druckdifferenz des Filters, bis zu der die Filtrationsleistung gemessen wird

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.3.15]

3.1.7

empfohlene Enddruckdifferenz

maximale Betriebsdruckdifferenz des Filters zur Beendigung der Prüfung, der beim Nennvolumenstrom empfohlen wird

3.2 Filter

3.2.1

Prüfeinrichtung

Filterelement, das der Leistungsprüfung unterzogen wird

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.1.38]

3.2.2

Filterelement

Aufbau aus Filtermaterial, Filterrahmen und seinen Schnittstellen zu dem Filtergehäuse

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.2.77]

3.2.3

Anströmseite

U/S

Bereich oder Region, aus dem der Luftstrom in die Prüfeinrichtung fließt

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.1.39]

3.2.4

Abströmseite

D/S

Bereich, in welchen der Luftstrom strömt, nachdem er die Probe verlassen hat

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.1.11]

3.2.5

statisches Filter

Luftfilter, das nach Erreichen seiner Enddruckdifferenz entfernt (ausgewechselt) und nicht mit Druckluftstößen oder auf andere Weise gereinigt wird, um seine Anfangsleistung (bezüglich der Druckdifferenz und des Wirkungsgrads) vollständig oder teilweise wieder zu erlangen

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.3.12]

3.2.6

Puls-Jet-Filter

abreinigbares Filter, das üblicherweise mit Luftstrahlstößen gereinigt wird, um die Lebensdauer zu erhöhen

[QUELLE: ISO 29464:2017, 3.3.11]

3.3

Prüfdauer

Dauer des Erreichens eines bestimmten Druckabfalls oder andere Abbruchbedingungen zur Beendigung der Prüfung

3.4 Prüfmaterialien

3.4.1

Wassernebel

Wassertröpfchen und Nebel, die von einer Wassersprüheinrichtung erzeugt werden

3.4.2

gesättigte Luft

Luft, die die maximale Menge an Wasserdampf enthält, die sie bei ihrer Temperatur und ihrem Druck aufnehmen kann

3.4.3

Wassernebel-Massenkonzentration

Masse der flüssigen Wassertröpfchen je Volumeneinheit der Luft

4 Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten folgende Symbole und Abkürzungen.

c_{wm}	Wassernebel-Massenkonzentration, g/m ³
d	Feuchtegehalt der feuchten, gesättigten Luft, g/kg
d_0	Feuchtegehalt der Umgebungsluft, g/kg
m_p	durch das geprüfte Filter eingedrungene Wassermasse am Ende der Prüfung, kg
m_{tot}	Gesamtmenge des erzeugten Wassernebels, kg
m_u	abgesetzte Wassermasse vor dem Filter, kg
m_{wm}	Gesamtmenge des erzeugten Wassernebels je Stunde, kg/h
$m_{wm,1}$	Menge des erzeugten Wassernebels je Stunde bei gesättigter Befeuchtungsluft, kg/h
$m_{wm,2}$	Menge des erzeugten Wassernebels je Stunde, kg/h
p	atmosphärischer Druck, Pa
p_a	absoluter Luftdruck auf der Anströmseite des Filters, Pa
p_w	Partialdampfdruck von Wasser in Luft, Pa
p_{ws}	Sättigungsdampfdruck der Befeuchtungsluft, Pa
q_v	Volumenstrom der nicht befeuchtenden Luft, m ³ /h
t_d	Temperatur auf der Abströmseite des Filters, °C
t_0	Trockenkugelmperatur der Umgebungsluft, °C

t_u	Temperatur auf der Anströmseite des Filters, °C
t_{wb}	Feuchtkugelttemperatur der Umgebungsluft, °C
T	Prüfzeit, min
T_{tot}	Gesamtprüfzeit, min
Δp_b	Anfangsdruckdifferenz am Filter bei Prüfvolumenstrom, Pa
Δp_f	Enddruckdifferenz am Filter bei Prüfvolumenstrom, Pa
Δp_T	Filterdruckdifferenz bei Prüfvolumenstrom zur Zeit T nach dem Sprühen, Pa
η_p	Wassereintrittsverhältnis
ρ	Umgebungsluftdichte, kg/m ³
ρ_a	Luftdichte vor dem Filter, kg/m ³
ρ_s	Dichte der gesättigten, feuchten Luft, kg/m ³
φ	relative Feuchte, %
φ_u	relative Feuchte auf der Anströmseite des Filters, %
φ_d	relative Feuchte auf der Abströmseite des Filters, %
DEHS	Flüssigkeit (Di-Ethyl-Hexyl-Sebacat), die zur Erzeugung des DEHS-Prüfaerosols verwendet wird
ISO	Internationale Organisation für Normung (en: International Organization for Standardization)

5 Allgemeine Anforderungen

Luftfiltersysteme verwenden üblicherweise mehrere Stufen grober und feiner Filterelemente zum Schutz der Maschinen. Der Anwendungsbereich dieses Teils von ISO 29461 beinhaltet Verfahren zur Wasserbeständigkeitsprüfung individueller Filterelemente. Nicht enthalten sind Verfahren für die direkte Messung der Leistung von gesamten Systemen, wie sie im Betrieb installiert sind, ausgenommen die Fälle, in denen die Qualifikationskriterien für den Prüfaufbau erfüllt werden können.

Der Auftraggeber der Prüfung kann anhand der Prüfungsergebnisse eine Rangfolge des Wasserbeständigkeitsverhaltens mehrerer Filterkandidaten aufstellen.

6 Prüfbedingungen

6.1 Prüfluft

Als Prüfluftquelle wird Raumluft oder Außenluft verwendet. Die Umgebungstemperatur muss im Bereich von 10 °C bis 38 °C liegen (vor der Feuchtegleichgewichts-Vorbehandlung). Der Auslassluftstrom muss ins Freie oder in einen Innenraum abgeleitet oder im Kreislauf geführt werden. Wenn Prüfaerosol oder Beladungsstaub vorhanden sein könnte, wird empfohlen, den Auslassluftstrom zu filtern.

6.2 Prüfwasser

Der pH-Wert des Prüfwassers muss im Bereich von 6 bis 8 liegen, die Alkalität darf nicht mehr als 50 mg/l betragen und die Gesamthärte darf nicht mehr als 70 mg/l betragen. Die Temperatur des Prüfwassers darf nicht höher als die Temperatur der Prüfluft sein.

7.2 Wassersprüheinrichtung

Die Wassersprüheinrichtung dient zur kontinuierlichen Erzeugung eines gleichmäßigen Wassernebels, mit dem das zu prüfende Filter während der Prüfung versorgt wird.

Es wird eine Düse für zwei Fluide empfohlen, und die Sprüheinrichtung muss mit der Richtung des Einlassluftstroms identisch sein. Der Abstand zwischen den Düsenöffnungen und dem zu prüfenden Kanalabschnitt des Filters darf nicht weniger als 1 m betragen.

Die Wassernebel-Partikelgröße kann über die Druckluft und die Wasserströmungsgeschwindigkeit eingestellt werden. Das kumulative Volumen der Wassernebelteilchen im Größenbereich von 5 µm bis 30 µm muss mehr als 90 % des gesamten Wassernebelvolumens betragen.

Der Wassernebel-Massenfluss muss präzise geregelt werden, und die Abweichung darf 3 % des gemessenen Wertes nicht überschreiten, der die Anforderungen aus 8.6 erfüllen muss.

Andere Arten von Wassersprüheinrichtungen, wie z. B. Ultraschallbefeuchter, Düsenbefeuchter, können verwendet werden, wenn diese Geräte die gleiche Leistung erzielen können.

7.3 Befeuchtungseinrichtung

Die Befeuchtungseinrichtung muss die erforderliche Luftfeuchte im Prüfkanal aufrechterhalten, die für die Vorbehandlung im Feuchtgleichgewicht verwendet werden kann. Die optionalen Befeuchtungseinrichtungen, wie z. B. Ultraschallbefeuchter, Zerstäuber, müssen den Anforderungen aus 8.5 entsprechen.

7.4 Wassersammelnut

Die Wassersammelnuten müssen an der Unterseite auf der Anströmseite und auf der Abströmseite des zu prüfenden Filters eingebaut werden, um während der Prüfung Wasser zu sammeln.

8 Qualifizierung des Prüfstands und des Prüfgeräts

8.1 Drucksystemprüfung

Die Drucksystemprüfung ist in Übereinstimmung mit ISO 16890-2, 8.2.1, durchzuführen.

8.2 Luftundichtigkeitsprüfung

Die Luftundichtigkeitsprüfung ist in Übereinstimmung mit ISO 16890-2, 8.2.8, durchzuführen.

8.3 Gleichmäßigkeit der Luftgeschwindigkeit im Prüfluftkanal

Die Prüfung der Gleichmäßigkeit der Luftgeschwindigkeit im Prüfkanal ist in Übereinstimmung mit ISO 16890-2, 8.2.9, durchzuführen.

8.4 Druckabfall im Prüfkanal ohne eingebautes Prüffilter

Die Prüfung des Druckabfalls im Prüfkanal ohne eingebautes Prüffilter ist in Übereinstimmung mit ISO 16890-2, 8.2.12, durchzuführen.

8.5 Stabilität der feuchten Umgebungsbedingungen

Das Temperaturmessinstrument muss die Temperaturmessung mit einer Genauigkeit von ± 1 °C ermöglichen. Das Messinstrument für die relative Feuchte muss die Messung der relativen Feuchte mit einer Genauigkeit von ± 2 % ermöglichen. Die Messinstrumente für Temperatur und relative Feuchte müssen jährlich kalibriert werden.

Wenn der Prüfvolumenstrom 3 400 m³/h beträgt, wird die Befeuchtungseinrichtung eingeschaltet, bis die Messung der relativen Feuchte im Kanal auf der Anströmseite und auf der Abströmseite 95 % überschreitet. Beim ersten Mal werden die Temperatur und die relative Feuchte aufgezeichnet.

Alle 2 min werden die Temperatur und die relative Feuchte im Prüfkanal auf der Anströmseite und auf der Abströmseite aufgezeichnet. Die Gesamtprüfzeit beträgt 30 min.

Die relative Feuchte auf der Anströmseite und auf der Abströmseite muss während der Prüfung immer über 95 % liegen, und Aufzeichnungen mit einer relativen Feuchte von weniger als 95 % dürfen höchstens 3 Mal vorkommen.

Während der Prüfung dürfen keine Tröpfchen aus dem Prüfkanal austreten.

Die Gesamtmasse des gesammelten Wassers im gesamten Prüfkanalabschnitt muss nach der Prüfung weniger als 50 g betragen. Die Differenzen zwischen der tatsächlichen Wasserspraymasse und dem berechneten Wert der Befeuchtungseinrichtung darf während der Prüfung ± 3 % nicht überschreiten; die Gleichung zur Berechnung der Befeuchtungswassermasse findet sich in Anhang A.

8.6 Kontrolle von Wassernebelkonzentration und Ablagerung

Mit dieser Prüfung wird sichergestellt, dass die Wassernebelkonzentration in dem Abschnitt, in dem das Filter installiert ist, den Anforderungen dieser Norm entsprechen kann.

Das Endfilter wird gewogen, mit der Umluftbefeuchtung mit einem Prüfvolumenstrom von 3 400 m³/h wird begonnen, wobei die relative Feuchte auf der Anströmseite und auf der Abströmseite nicht weniger als 95 % betragen darf.

Die Wassersprüheinrichtung wird eingeschaltet und die Wassernebelkonzentration auf 6,0 g/m³ eingestellt. Die Dauer beträgt 30 min, und die relative Feuchte im Kanal auf der Anströmseite darf während der Prüfung nicht weniger als 95 % betragen.

Die Wassersprüheinrichtung wird nach 30 min abgeschaltet und das Endfilter gewogen.

Das Wasser auf der Anströmseite des Kanals in der Nut auf der Anströmseite wird gesammelt; die aufgefangene Wassermasse muss weniger als 5 % der gesamten Wassermasse betragen.

8.7 Prüfung der Wasserdichtheit ohne eingebautes Filter

Diese Prüfung dient dazu, die Wasserdichtigkeit des Kanals sicherzustellen; während der gesamten Wasserdichtheitsprüfung wird keine Leckage festgestellt.

Diese Prüfung wird gemeinsam mit 8.5 und 8.6 durchgeführt.

Während der Prüfung wurde keine Tröpfchenleckage aus dem Prüfkanal gefunden.

Das Wasser auf der Anströmseite, im Prüfkanal des zu prüfenden Filters, auf der Abströmseite und im Endfilter wird gesammelt; die gesammelte Wassermasse muss mindestens 90 % der gesamten Wassermasse betragen.

8.8 Wassertröpfchen-Größenverteilung

Mit dieser Prüfung wird sichergestellt, dass die Wassertröpfchen-Größenverteilung in dem Abschnitt, in dem das Filter installiert ist, den Anforderungen dieser Norm entsprechen kann.

Es wird ein Laserbeugungs-Partikelgrößenanalysator empfohlen, der die Technik der Laserbeugung zur Messung der Größe von Sprühtröpfchen verwendet, wobei die Genauigkeit besser als 3 % sein muss. Der Messpunkt muss sich in seitlicher Richtung in der Mitte des Kanalabschnitts auf der Anströmseite befinden, und zwar so nahe wie möglich an dem Kanalabschnitt des zu prüfenden Filters.

Die Wassersprüheinrichtung wird eingeschaltet und die Wassernebelkonzentration auf 6,0 g/m³ bei 3 400 m³/h eingestellt. Die relative Feuchte im Prüfkanal auf der Anströmseite muss während der Prüfung mindestens 95 % betragen.

Die Größe und Größenverteilungen von Wassertröpfchen werden mit dem Laser-Partikelgrößenanalysator gemessen. Das kumulative Volumen der Wassertröpfchen im Größenbereich von 5 µm bis 30 µm muss mehr als 90 % des gesamten Wassernebelvolumens betragen.

8.9 Zusammenfassung der Qualifikationsanforderungen

Der Qualifikationsanforderungen für Prüfstand und Prüfeinrichtung sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1 — Zusammenfassung der Qualifikationsanforderungen

Komponente	Unterabschnitt	Anforderungen
Drucksystemprüfung	8.1	Keine Änderung des Pa-Werts
Luftundichtigkeitsprüfung	8.2	< 1 %
Gleichmäßigkeit der Luftgeschwindigkeit	8.3	CV < 10 %
Druckabfall im Prüfkanal ohne eingebautes Prüffilter	8.4	< 5 Pa
Stabilität der feuchten Umgebungsbedingungen	8.5	Aufzeichnungen mit einer relativen Feuchte von weniger als 95 % dürfen nicht häufiger als 3 Mal vorkommen
Kontrolle von Wassernebelkonzentration und Ablagerung	8.6	Die im Prüfkanal auf der Anströmseite gesammelte Wassermasse beträgt weniger als 5 % der Gesamtwassermasse
Prüfung der Wasserdichtheit ohne eingebautes Filter	8.7	Keine Tröpfchenleckage, die im Prüfkanal und im Endfilter gesammelte Wassermasse muss mindestens 90 % der gesamten Wassermasse betragen
Wassertröpfchen-Größenverteilung	8.8	Das kumulative Volumen der Wassertröpfchen im Größenbereich von 5 µm bis 30 µm muss mehr als 90 % des gesamten Wassernebelvolumens betragen

8.10 Geräteinstandhaltung

Der Instandhaltungsplan ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2 — Instandhaltungsplan

Instandhaltungs- aspekte	Unter- abschnitt	Bei jeder Prüfung	Monat- lich	Viertel- jährlich	Jährlich	Nach jeder Änderung, die das Betriebs- verhalten verändern könnte
Drucksystemprüfung	8.1					X
Luftundichtigkeits- prüfung	8.2					X
Gleichmäßigkeit der Luftgeschwindigkeit	8.3					X
Druckabfall im Prüfkanal ohne eingebautes Prüffilter	8.4			X		X
Stabilität der feuchten Umgebungs- bedingungen	8.5			X		X
Kontrolle von Wassernebelkon- zentration und Ablagerung	8.6			X		X
Prüfung der Wasserdichtheit ohne eingebautes Filter	8.7			X		X
Kontrolle der Wassertröpfchen- Größenverteilung	8.8			X		X
ANMERKUNG Das Gerät muss regelmäßig gereinigt werden, sodass das Betriebsverhalten des Prüfsystems aufrechterhalten wird.						

9 Durchführung der Prüfung

9.1 Vorbereitung des zu prüfenden Filters

Das Filter wird entsprechend der Empfehlung des Prüfungskunden oder der realen Anwendung installiert. Für zylindrische Filter wird die horizontale Installation empfohlen. Ein spezieller vertikaler Prüfkanal muss für die vertikale Installation vorhanden sein, siehe Anhang B.

Das Filter muss vor der Installation mit einer Genauigkeit von einem Gramm gewogen werden.

Das Filter, einschließlich eines üblichen Einbaurahmens, muss so im Kanal abgedichtet werden, dass Leckagen vermieden werden. Die Dichtigkeit muss durch Sichtprüfung kontrolliert werden, und es sind keine sichtbaren Undichtigkeiten zulässig.

Geräte, die externes Zubehör erfordern, müssen während der Prüfung mit Zubehör betrieben werden, dessen Eigenschaften denen des in der tatsächlichen Praxis verwendeten Zubehörs entsprechen.

Wenn die Abmessungen aus irgendwelchen Gründen die Prüfung entsprechend den genormten Prüfbedingungen nicht gestatten, darf ein Zusammenbau von zwei oder mehr Filtern desselben Typs verwendet werden, vorausgesetzt, es treten keine Lecks in dem resultierenden, zusammengefügt Filter auf. Die Betriebsbedingungen solcher Zubehörausrüstung müssen aufgezeichnet werden.

9.2 Anfangsdruckdifferenz

Die Anfangsdruckdifferenz wird beim Prüfvolumenstrom vor der Feuchtegleichgewichts-Vorbehandlung gemessen.

Nach ISO 16890-2, Anhang B, sollten alle Druckdifferenzmessungen auf eine Referenzluftdichte von $1,20 \text{ kg/m}^3$ korrigiert werden, die den folgenden Standardluftbedingungen entspricht: Temperatur 20°C , barometrischer Luftdruck $101\,325 \text{ kPa}$, relative Feuchte 50% . Jedenfalls sind, solange die Luftdichte zwischen $1,16 \text{ kg/m}^3$ und $1,24 \text{ kg/m}^3$ liegt, keine Korrekturen vorzunehmen.

9.3 Prüfverfahren für Wasserbeständigkeitsverhalten von Filterelementen

9.3.1 Allgemeines

Die Prüfung der Prüfeinrichtung muss mit dem Nennvolumenluftstrom durchgeführt werden, der vom Hersteller für das Gerät angegeben wurde.

Wenn der Nennvolumenstrom nicht vom Hersteller angegeben wurde, wird der Prüfvolumenstrom mit dem Auftraggeber der Prüfung festgelegt. Für statische Filter wird $4\,250 \text{ m}^3/\text{h}$ empfohlen, für einzelne zylindrische Kartuschen wird $1\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ empfohlen, und für zylindrische und zylindrische (konische) kombinierte Kartuschen wird $2\,500 \text{ m}^3/\text{h}$ empfohlen.

Die Feuchtegleichgewichts-Vorbehandlung wird in einer bestimmten Zeit vor der Wasserbesprühung durchgeführt; die relative Feuchte der durch das geprüfte Filter angesaugten Luft muss über 95% liegen. Die Wassernebelprüfung wird nach der Feuchtegleichgewichts-Vorbehandlung gestartet.

Bei den Prüfständen ohne Feuchtegleichgewichts-Vorrichtung kann die Vorbehandlung entfallen, wenn der Auftraggeber der Prüfung zustimmt, doch muss im Prüfbericht eine Interpretation vermerkt werden. Der Prüfstand und die Prüfverfahren für die kurze Prüfung sind in Anhang C aufgeführt.

Der verwendete Wassernebel muss den Anforderungen aus 7.2 entsprechen. Unterbrechungen der Luftzufuhr und des Wassernebels verändern unter Umständen die Wasserbeständigkeit des zu prüfenden Filters. Sobald die Prüfung beginnt, dürfen die Luftzufuhr und das Sprühen des Wassernebels bis zum Ende der Prüfung nicht unterbrochen werden.

9.3.2 Feuchtegleichgewichts-Vorbehandlung

Die Befeuchtungsvorrichtung wird zur Erhöhung der Feuchte beim Prüfluftdurchsatz eingestellt, die Feuchtegleichgewichts-Vorbehandlung wird durchgeführt und die Zeitmessung wird gestartet, wenn die relative Feuchte auf der Anströmseite und auf der Abströmseite des geprüften Filters 95% übersteigt.

Die Dauer der Feuchtegleichgewichts-Vorbehandlung beträgt 60 min , und die relative Feuchte der Luft im Prüfkanal muss während der Prüfung mindestens 95% betragen.

Der Druckabfall wird zu Beginn, am Ende und alle 15 Minuten während der Prüfung aufgezeichnet. Wenn der Druckabfall stark schwankt, werden häufiger Aufzeichnungen vorgenommen, um eine gleichmäßige Kurve des Druckabfalls als Funktion der Zeit zu erhalten.

9.3.3 Wassernebelprüfung

Die Wassernebelprüfung muss sofort nach der Feuchtegleichgewichts-Vorbehandlung durchgeführt werden.

Die Wassernebelmasse wird durch eine Wassersprühvorrichtung auf der Basis gesättigter feuchter Luft erhöht, und die Wassernebelprüfung wird bei einer Belastung mit gesättigter Luft mit der Tröpfchenkonzentration c_{wm} unter Prüfvolumenstrom durchgeführt. Das Medium im Prüfkanal ist ein gasförmig-flüssiger Zweiphasenstrom aus gesättigter Luft und Wassernebel der Konzentration c_{wm} . Die in dieser Norm empfohlene Wassernebelkonzentration beträgt $6,0 \text{ g/m}^3$.

Die Druckdifferenzänderung während der Prüfungsdauer wird gemessen und aufgezeichnet. Das Aufzeichnungsintervall darf 5 min nicht überschreiten, und der zugehörige Anstieg der Druckdifferenz darf 20 Pa nicht überschreiten. Für ein Prüffilter mit schnell ansteigender Druckdifferenz sind mehr Messungen erforderlich.

Die Wassernebelprüfung wird beendet, wenn die vorgegebene Dauer oder die vorgegebene Druckdifferenz erreicht ist. Der Wert der Enddruckdifferenz kann vom Auftraggeber der Prüfung festgelegt werden. Die empfohlene Wassersprühdauer beträgt 180 min, und die empfohlene Enddruckdifferenz beträgt 1 000 Pa; die Prüfung wird beendet, sobald eines von beiden eintritt.

Die Prüfung wird beendet und die Daten werden aufgezeichnet.

9.4 Wassereintrittsverhältnis

Das auf der Abströmseite des geprüften Filters angesammelte Wasser wird aufgefangen und der Wassereintritt nach Anhang D berechnet.

Wird gleichzeitig die Zeit bis zum ersten Eindringen eines Wassertropfens untersucht, empfiehlt sich als Prüfmaterial Wasser mit Markierungsfarbstoffen. Einige informative Hinweise finden sich in Anhang E.

10 Prüfbericht

10.1 Allgemeines

Der Prüfbericht muss mindestens die folgenden Punkte enthalten:

- allgemeine Auswertung der Prüfergebnisse (siehe 10.2);
- Art der Wassersprüheinrichtung;
- Beschreibung des Prüfverfahrens;
- Zusammenfassung der Prüfergebnisse (siehe 10.3);
- Daten und Ergebnisse der Luftvolumenstrom- und Druckdifferenzmessungen (siehe 10.4).

Prüfergebnisse müssen in dem in dieser Norm verwendeten Prüfberichtsformat angegeben werden. Anhang F enthält ein Beispiel für das Prüfberichtformat. Exakte Formate sind nicht erforderlich, jedoch muss der Bericht alle dargestellten Punkte enthalten. Die Legende jeder Tabelle und jeder Grafik sollte vorzugsweise die folgenden Punkte enthalten:

- Filtertyp;
- die Nummer dieser Norm;
- Prüfungsnummer;
- Prüfvolumenstrom.

10.2 Auswertung der Prüfberichte

In den Prüfberichten muss eine kurze Zusammenfassung enthalten sein. Die Auswertung muss im Anschluss an den erstellten Bericht eingefügt werden und eine zusätzliche Seite umfassen.

Für diejenigen, die mit den ISO-Verfahren nicht vertraut sind, wird ein kurzer Überblick über die Prüfverfahren gegeben. Dies soll helfen, die Ergebnisse in den Prüfberichten/Zusammenfassungen zu verstehen und zu interpretieren.

Die Umgebungen und Partikel sind an den verschiedenen Standorten unterschiedlich. Das Wassernebelbeständigkeitsverhalten in der Prüfung kann nicht zur quantitativen Bewertung des Verhaltens von Filtern unter realen Einsatzbedingungen herangezogen werden. Die Prüfergebnisse dürfen zum Vergleich und zur Klassifizierung des Filterverhaltens herangezogen werden, es ist jedoch zu bedenken, dass das Verhalten des Filters unter realen Einsatzbedingungen von den tatsächlichen Umgebungsbedingungen vor Ort abhängt.

10.3 Zusammenfassung der Prüfungsergebnisse

Die Zusammenfassungen des Berichts zum Betriebsverhalten müssen die folgenden Punkte beinhalten:

- a) Allgemeines:
 - 1) prüfende Organisation;
 - 2) Datum der Prüfung;
 - 3) Name des Prüfers;
 - 4) Berichtsnummer;
 - 5) Auftraggeber der Prüfung;
 - 6) Gerät geliefert von;
 - 7) Empfangsdatum des Geräts;
- b) Herstellungsdatum des geprüften Geräts:
 - 1) Beschreibung des Geräts;
 - 2) Typ, Bezeichnung und Kennzeichnung;
 - 3) Hersteller;
 - 4) physikalische Beschreibung der Konstruktion;
 - 5) Maße;
 - 6) Art der Medien;
 - 7) die Abbildungen der Seiten für ungefilterte und gefilterte Luft des Geräts;
 - 8) zusätzliche Informationen, die für die richtige Erkennung des Filters erforderlich sind;
- c) Parameter der Wassersprüheinrichtung:
 - 1) Typ;
 - 2) Druck der Druckluft;
 - 3) Luftvolumenstrom;
 - 4) Wasserdruck;
 - 5) Wasserpartikelgröße;

d) Prüfdaten:

- 1) Prüfungsvolumenstrom;
- 2) Prüflufttemperatur und relative Feuchte, und barometrischer Druck;
- 3) Wassernebelkonzentration;
- 4) Druckdifferenz am Anfang und am Ende der Prüfung;
- 5) das Wassernebel-Durchlassverhältnis (falls erforderlich);
- 6) die Druckdifferenzkurve des geprüften Filters als Funktion der Prüfungsdauer im Zustand des Feuchtegleichgewichts und das Sprühbild;

e) Vermerk:

- 1) die Ergebnisse gelten nur für das geprüfte Teil;
- 2) die Ergebnisse für das Betriebsverhalten können nicht quantitativ zur Vorhersage des Filterverhaltens im Einsatz verwendet werden.

In den Zusammenfassungen des Prüfberichts müssen alle Daten auf eine ganze Zahl gerundet werden.

10.4 Wassernebelmasse und Druckdifferenz

Alle Daten und Ergebnisse der erforderlichen Wasserspraymassen- und Druckdruckdifferenzmessungen müssen im Bericht in tabellarischer Form aufgeführt werden. Eine Druckdifferenzkurve des geprüften Filters wird als Funktion der Prüfungsdauer auf einer Zusammenfassungsseite dargestellt. Die im Bericht angegebene Wassernebelmasse ist der gemessene Wert. Die während der Prüfung gemessene Anfangsdruckdifferenz muss auf eine Referenz-Luftdichte von 1,20 kg/m³ korrigiert werden, wie in 9.2 beschrieben.

10.5 Kennzeichnung

Das Filter muss mit der folgenden, vom Auftraggeber bereitgestellten Kennzeichnung versehen sein:

- Name des Herstellers, Handelsname oder sonstige Angaben zur Identifikation des Herstellers;
- Typ und Referenznummer des Filters;
- Nummer dieser Norm;
- Durchflussmenge, die der Filterklasse zugrunde liegt.

Ist die richtige Montage nicht erkennbar, ist eine Kennzeichnung für den richtigen Einbau in den Lüftungskanal erforderlich (z. B. „oben“, „Strömungsrichtung“). Die Kennzeichnung muss so deutlich lesbar und so dauerhaft wie möglich sein.