

DIN EN ISO 16891



ICS 91.140.30

**Prüfmethode zur Ermittlung der Abnahme der Wirksamkeit von
abreinigbaren Filtermedien (ISO 16891:2016);
Deutsche Fassung EN ISO 16891:2016**

Test methods for evaluating degradation of characteristics of cleanable filter media
(ISO 16891:2016);

German version EN ISO 16891:2016

Méthodes d'essais pour l'évaluation de la dégradation des propriétés des medias filtrants
décolmatables (ISO 16891:2016);

Version allemande EN ISO 16891:2016

Gesamtumfang 56 Seiten

DIN-Normenausschuss Maschinenbau (NAM)

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Sie 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 EN ISO 16891:2016.

Die nationalen Interessen bei der Erarbeitung wurden vom Ausschuss NA 060-09-21 AA „Luftfilter“ im Fachbereich „Allgemeine Lufttechnik“ des DIN-Normenausschusses Maschinenbau (NAM) wahrgenommen. Vertreter der Hersteller und Anwender von Luftfilter sowie der Forschungs- und Prüfinstitute waren 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.

Deutsche Fassung

Prüfmethode zur Ermittlung der Abnahme der Wirksamkeit von abreinigbaren Filtermedien (ISO 16891:2016)

Test methods for evaluating degradation of
characteristics of cleanable filter media (ISO
16891:2016)

Méthodes d'essais pour l'évaluation de la dégradation
des propriétés des médias filtrants décolmatables (ISO
16891:2016)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 7. November 2015 angenommen.

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

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

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



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

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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	11
5 Verfahren	12
6 Prüfstücke, Geräte und Prüfverfahren	13
6.1 Allgemeines	13
6.2 Vorbereitung der Schichten für die Gasexposition	14
6.2.1 Form und Größe der Prüfstücke für die Zugprüfung	14
6.2.2 Prüfschicht für die Exposition	15
6.2.3 Wahl der Prüfschichten mittels Messung der Luftdurchlässigkeit	15
6.2.4 Filtermedien für die Exposition	16
6.3 Vorbereitung der Probe	16
6.3.1 Expositionssystem	16
6.3.2 Heizsystem	19
6.3.3 Zufuhrsystem für das Prüfgas	19
6.3.4 Gasanalysator	19
6.3.5 Vorrichtung zur Abgasbehandlung	20
6.4 Expositionsbedingungen und Verfahrensweisen	20
6.4.1 Expositionsbedingungen	20
6.4.2 Expositionsdauer und Expositionszahl	20
6.4.3 Befestigung der Prüfschicht im Probengehäuse	21
6.4.4 Durchführung der Exposition	21
7 Messung der Zugfestigkeit der exponierten Prüfstücke	22
7.1 Zugprüfvorrichtung	22
7.2 Vorbereitung eines Prüfstücks für die Zugprüfung	22
7.3 Verfahrensweise der Zugprüfung	22
7.4 Charakterisierung der Verschlechterung	23
8 Prüfbericht	24
Anhang A (informativ) Ergebnisse und Ursachen für die Verschlechterung von Geweben	26
Anhang B (informativ) Mögliche Verfahren zur Bewertung der Eigenschaften bei Geweben	27
Anhang C (informativ) Theoretische Erörterung des Verschlechterungsvorgangs	29
Anhang D (informativ) Bestimmung der Prüfstückgröße	32
D.1 Auswirkung der Breite der Prüfstücke auf das Messen der Zugfestigkeit	32
D.2 Auswirkung der Spannungsgeschwindigkeit auf die Zugfestigkeit	33
D.3 Auswirkung der Länge zwischen den Haltern auf das Messen der Zugfestigkeit	34
Anhang E (informativ) Versuchsaufbau für die Gasexposition	36
E.1 Allgemeines	36

E.2	Kontinuierliches Durchströmungsverfahren	36
E.3	Diskontinuierliches Durchströmungsverfahren	37
Anhang F (informativ) Betriebstemperatur von Filtermaterialien.....		41
Anhang G (informativ) Beispiel für unter verschiedenen Bedingungen erhobene Gewebedaten.....		42
G.1	Allgemeines	42
G.2	Auswirkung der Temperatur auf die Zugfestigkeit fabrikneuer Medien	42
G.3	Auswirkung der Expositionsdauer auf die bei Raumtemperatur gemessenen mechanischen Eigenschaften	43
G.4	Auswirkung der Expositionsdauer auf die bei hoher Temperatur gemessenen mechanischen Eigenschaften	45
G.5	Verschlechterung durch Temperatur und säurebildendes Gas.....	46
Anhang H (informativ) Beispiel eines Prüfberichts		48
Literaturhinweise.....		53

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 16891:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 142 „Cleaning equipment for air and other gases“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 195 „Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom UNI gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis August 2016, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis August 2016 zurückgezogen werden.

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

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

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 16891:2016 wurde vom CEN als EN ISO 16891:2016 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise 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 Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen 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. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien 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 empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/142 „Cleaning equipment for air and other gases“.

Einleitung

Abreinigbare Filter werden hauptsächlich für die Abscheidung der Staubpartikel von verschmutzten Gasen verwendet. Sie sind gewöhnlich so konstruiert, dass sie für die Dauer von zwei bis vier Jahren verwendet werden können. Dennoch ist es äußerst schwierig, ein Filtermedium fachgerecht zu konstruieren und/oder auszuwählen, da sich die wichtigen Merkmale Sammelleistung und Restdruckverlust im Betriebsverlauf ändern. Physikalische und chemische Eigenschaften der Filtermedien wie z. B. die Verringerung von Zugfestigkeit, Zähigkeit usw. ändern sich gleichfalls im zeitlichen Verlauf. Diese Veränderungen können die Filtermedien beschädigen, zum Reißen des Taschenfilters und zum Austritt von Staub in die Atmosphäre führen. Für eine sinnvolle Konstruktion und die Auswahl geeigneter Filtermedien ist daher die Bewertung dieser Leistungen gleichfalls wichtig. Um dem Bedürfnis der Bewertung von Filtermerkmalen Rechnung zu tragen, wurde ISO 11057:2011 veröffentlicht.

Änderungen der physikalischen und chemischen Eigenschaften von Filtermedien werden durch zahlreiche Faktoren hervorgerufen, wie z. B. Wärme und Schadgase sowie mechanische Gründe, wie z. B. verstopfte oder sich vergrößernde Gewebegitteröffnungen, eine Kombination dieser Faktoren usw. (siehe Anhang A). Bei diesen Änderungen handelt es sich größtenteils um nachteilige Veränderungen der Filtermedien. Eine Qualitätsminderung oder Verschlechterung geht sehr langsam vonstatten und daher dauert es sehr lange, bis die Änderung erkennbar und/oder messbar wird. Des Weiteren hängt das Auftreten von Veränderungen von der Kombination aus Gründen und Faserwerkstoffen ab. Diese Tatsachen sind der Hauptgrund dafür, dass der Vorgang der Eigenschaftsänderung trotz seiner praktischen Bedeutung ^{[1] - [13]} kaum verstanden wird. Daher wurden bis jetzt weder eine Charakterisierung noch ein Bewertungsverfahren für diesen Vorgang eingeführt ^{[14][15]} (siehe Anhang B).

Dessen ungeachtet gibt es nicht nur von Seiten der Hersteller von Filtermedien sondern auch von Seiten der Hersteller und Anwender von Filteranlagen und insbesondere von Nutzern, die Verbrennungsabgase aufbereiten, Forderungen, eine Anleitung zur systematischen Kennzeichnung und Bewertung der Änderung von Eigenschaften bei Filtermedien in Bezug auf deren relevanten Langzeitbetrieb zu erstellen.

Um die Verschlechterung von Filtermedien in einem Labor zu bewerten ist es wichtig, den Versuch innerhalb einer relativ kurzen Zeitspanne durchzuführen, wobei nur einzelne oder eine kleine Anzahl beeinflussbarer Variablen, d. h. der Ursachen für die Änderungen, zur Anwendung gelangt.

Des Weiteren ist es wichtig, dass die erzielten Wirkungen messbar sind. Von diesem Standpunkt aus ist die Wärmeintensität durch die Änderung der Heiztemperatur steuerbar, die Intensität des Schadgases ist gleichfalls über die Änderung der Gaskonzentration steuerbar, womit erwartet werden kann, dass deren Auswirkungen mittels dieser Änderungen beschleunigt werden. Selbstverständlich können die Auswirkungen über die Verschlechterung der Zugspannung bewertet werden.

Die Bewertung einer Eigenschaftsänderung bei Filtermedien durch Schadgase kann über einen Kontakt des Filtermediums mit dem korrosiven Werkstoff während jeder Phase, d. h. gasförmiger, flüssiger und fester Zustand, erfolgen. Die Prüfung durch Eintauchen des Filtermediums in eine Lösung mit dem korrosiven Werkstoff ist einfach und die erzielten Wirkungen werden innerhalb eines kurzen Zeitraums erwartet. Die Chinesische Norm GB/T 6719:2009 wendet dieses Verfahren an ^[16]. Eine Prüfung im festen Zustand kann durch einen kräftigen Kontakt mit dem Filtermedium erfolgen, dauert jedoch sehr lange und die Korrosionsintensität ist nur schwer zu kontrollieren.

Eine Prüfung im gasförmigen Zustand dauert länger, die Korrosionsintensität ist kontrollierbar und die Prüfung lässt sich einfacher als die im festen Zustand durchführen. Des Weiteren sind mit Ausnahme der Schadgaskonzentration die Temperatur- und Gasbedingungen den tatsächlichen Betriebsbedingungen der Filtration ähnlich, was zweckmäßig ist (siehe Anhang B). Daher werden in dieser Internationalen Norm Prüfverfahren zur Bewertung der Verschlechterung abreinigbarer Filtermedien aus Kunststofffasern und Vlies durch Wärme und Schadgase genormt, da diese fast durchgängig bei der Taschenfiltration verwendet werden.

Hauptziel dieser Internationalen Norm ist es, die Prüfverfahren zur Bewertung der relativen Änderung der physikalischen Leistungen neuer und verwendeter abreinigbarer Filtermedien zur industriellen Anwendung zu spezifizieren, indem diese Hochtemperatur- und/oder Schadgasbedingungen ausgesetzt werden ^[17] -^[18].

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt ein Bezugsprüfverfahren zur Bewertung der relativen Verschlechterung von Eigenschaften abreinigbarer Filtermedien zur industriellen Anwendung unter genormten, simulierten Prüfbedingungen fest. Der Hauptzweck der Prüfung besteht im Erlangen von Informationen zu Eigenschaften von Filtermedien, die dadurch, dass sie simulierten Gasbedingungen über einen längeren Zeitraum ausgesetzt sind, eine relative Änderung erfahren. Das Hauptaugenmerk dieser Internationalen Norm liegt auf der Eigenschaftsänderung von Filtern aus Vliesstoff, da diese häufig unter Bedingungen verwendet werden, die den in dieser Internationalen Norm beschriebenen Prüfgasbedingungen ähneln.

Die durch dieses Prüfverfahren erlangten Ergebnisse sind nicht dafür vorgesehen, die vollständigen Eigenschaften kompletter Filteranlagen vorherzusagen. Dennoch unterstützen sie die Konstruktion von Taschenfiltern, die Auswahl und Entwicklung geeigneter abreinigbarer Filtermedien und die Identifizierung zweckmäßiger Betriebsparameter.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 4606, *Textile glass — Woven fabrics — Determination of tensile breaking force and elongation at breaking by strip method*

ISO 13934-1, *Textiles — Tensile properties of fabrics — Part 1: Determination of maximum force and elongation at maximum force using the strip method¹⁾*

ISO 29464:2011, *Cleaning equipment for air and other gases — Terminology*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 29464:2011 und die folgenden Begriffe.

**3.1
gealterte Filterschicht**
Filterschicht, die einem warmen und korrosiven Schadgas unter simulierten Bedingungen für eine vorgegebene Zeitspanne ausgesetzt wurde, um die Änderung von Filtereigenschaften zu bewerten

**3.2
Luftdurchlässigkeit**
Gasvolumenstrom je Einheitsfilterfläche bei einem Druckverlust von 124,5 Pa

**3.3
mittlere Gaskonzentration**
mittlere Konzentration der Prüfgase während der Exposition

**3.4
Chargen-Expositions-kammer**
Kammer, in der Filterschichten einem ortsfesten Prüfgasgemisch ausgesetzt werden

1) Diese Internationale Norm ersetzt ISO 5081, *Textiles — Woven fabrics — Determination of breaking strength and elongation (Strip method)*

3.5

chemische Verschlechterung

Verschlechterung der chemischen Eigenschaften des Filtermediums durch Wechselwirkung mit den Prüfgasen

3.6

abreinigbares Filter

Filter, welches die Entfernung von abgeschiedenem Staub durch geeignete Technik ermöglicht,

[QUELLE: ISO 29464:2011; 3.1.77]

3.7

kontinuierliches Durchströmungsverfahren

Expositionsverfahren, bei dem die Filterschicht einem fortlaufend strömenden Prüfgasgemisch ausgesetzt ist

3.8

Schadgas

Chemikalien, die mit den Filtermedien reagieren und deren chemischen und physikalischen Eigenschaften ändern

3.9

Verschlechterung

Änderung der physikalischen und chemischen Leistung von Filtermedien durch Wechselwirkung mit Schadgasen

3.10

Bruchdehnung

Längenzuwachs des Prüfstücks aufgrund einer Zugprüfung

3.11

Bruchdehnung unter Maximallast

Längenzuwachs des Prüfstücks unter der Maximallast einer Zugprüfung

3.12

Bruchdehnungsverhältnis

Verhältnis des gedehnten Prüfstücks zu seiner Ausgangslänge zwischen den Haltern oder deren prozentuales Verhältnis

3.13

Bruchdehnungsverhältnis unter Maximallast

Verhältnis des während einer Zugprüfung unter Maximallast gedehnten Prüfstücks zu seiner Ausgangslänge zwischen den Haltern

3.14

Expositionskammer

Kammer, um eine Filterprüfschicht einem Schadgas auszusetzen

3.15

Filtermedien

Material, das partikelförmiges Material von Gasen trennt, charakterisiert durch die Trennstruktur sowie die strukturellen und/oder die textiltechnologischen Eigenschaften

3.16

Strömungsaustausch

Verfahren zum Austausch des Prüfgases in der Chargen-Expositionskammer, indem fortlaufend Prüfgas in die Kammer eingeleitet wird

3.17

Ausgangslast

Ausgangslast, die am Prüfstück zu Beginn der Zugprüfung anliegt

3.18

Länge zwischen den Haltern

Länge zwischen oberen und unteren Haltern, die das Spannfutter zu Beginn der Zugprüfung in Position halten

Anmerkung 1 zum Begriff: siehe Bild 3.

3.19

Last

Zugfestigkeit des Prüfstücks, festgestellt durch eine Zugprüfung

3.20

diskontinuierliches Durchströmungsverfahren

Expositionsverfahren, bei dem die Filterschicht einem unbewegten Prüfgasgemisch ausgesetzt wird

3.21

Vliesstoff

Filtermedium aus Gewebe, das aus langen Fasern besteht, die untereinander durch eine chemische oder mechanische Behandlung oder Wärme- oder Lösemittelbehandlung verbunden sind

3.22

Austauschzahl

Zahl des Austausches des Prüfgases für das gesamte erheizbare Volumen der Prüfkammer

3.23

Gasaustausch

Austauschgas, um die Konzentration des Prüfgases innerhalb eines bestimmten Konzentrationsbereichs aufrechtzuhalten

3.24

verbleibende Zugfestigkeit

Verhältnis der Zugfestigkeit eines Prüfstücks, das einer thermischen oder säuregasbildenden Exposition ausgesetzt wurde, und eines Prüfstücks ohne Exposition

3.25

Streifenmethode

Methode zur Umsetzung der Zugprüfung, bei dem die Gesamtbreite des Prüfstücks durch eine Haltevorrichtung gehalten wird

3.26

Spannungsgeschwindigkeit

Geschwindigkeit, mit der ein Prüfstück während einer Zugprüfung gespannt wird

3.27

Zugfestigkeit

Wert des Quotienten aus der Höchstlast und der Breite des Prüfstücks

3.28

Prüfgas

Gas, das Änderungen in den physikalischen Eigenschaften von Filtermedien auslösen kann und die für die Zugprüfung verwendet werden

3.29

Vakuumaustausch

Verfahren zum Austauschen des Prüfgases in der Chargen-Expositionskammer unter Verwendung eines Vakuums

3.30

thermische Exposition

Exposition von Filtermedien bei erhöhten Temperaturen, um die Änderung physikalischer Eigenschaften zu beschleunigen

3.31

Gewebe

Filtermedien, die ein durch Weben erzeugtes, textiles Flächengebilde verwenden

4 Symbole und Abkürzungen

A	Gesamtoberfläche in einem Filtermedium	(m ²)
APA	Vliesstoff mit Aramidfasern	
C	Gaskonzentration	(mg•m ⁻³)
$F_{(A)}$	Konstante für die Gesamtoberfläche der Filtermedien	(N•mm ⁻¹)
Glass	Gewebe mit Glasfasern	
K	effektive Reaktionskonstante	(s ⁻¹)
k	Reaktionskonstante	(m ³ •mg ⁻¹ •s ⁻¹)
L_1	Länge des Prüfstücks	(mm)
L_2	Länge zwischen den Haltern	(mm)
L_3	Länge des Halters	(mm)
MD	Maschinenrichtung	
P	Last	(N)
$P_{\max}$	Höchstlast	(N)
p	Druck	(Pa)
PI	Vliesstoff mit Polyimide	
PPS	Vliesstoff mit Polyphenylensulfid	
PTFE	Vliesstoff mit Polytetrafluorethylen	
Q	Volumenstrom des Prüfgases	(l•min ⁻¹)
q	Luftdurchlässigkeit des Filters	[(cm ³ •s ⁻¹) •cm ⁻²]
S	Zuggeschwindigkeit	(mm•min ⁻¹)
T	Temperatur	(°C)
TD	Querrichtung	
t	Expositionsdauer	(s),(h)
V	Volumen der Expositionskammer	(l)
w	Breite des Halters	(mm)
δ	Bruchdehnung	(mm)

$\delta_{\max}$	Bruchdehnung unter Höchstlast	(mm)
ε	Bruchdehnungsverhältnis	(%)
$\varepsilon_{\max}$	maximales Bruchdehnungsverhältnis	(%)
τ	Zugfestigkeit	(N•mm ⁻¹)
τ_0	Zugfestigkeit der Filtermedien ohne Exposition	(N•mm ⁻¹)
$\Delta\tau$	Unterschied in der Zugfestigkeit nach und vor der Exposition	(N•mm ⁻¹)

5 Verfahren

Die physikalische Leistung von Filtermedien vermindert sich im zeitlichen Verlauf, da sie für längere Zeit massiven Gasbedingungen wie z. B. thermischen und/oder korrosiven Schadgasbedingungen ausgesetzt sind. Wenn Filtermedien thermischen und/oder korrosiven Schadgasatmosphären wie z. B. NO_x, SO_x, HCl und Nässe usw. ausgesetzt sind, wird davon ausgegangen, dass diese Gase mit den Faserwerkstoffen wechselwirken und dadurch die Kristallausprägung und/oder andere Molekülverbindungen in den Fasern beeinflussen, d. h. die Fasern in den Medien in einem gewissen Ausmaß zersetzen. Dadurch werden die Medien irreversibel geschädigt und ihre physikalischen Leistungen, wie z. B. Zugfestigkeit, Bruchdehnung usw., herabgesetzt.

Die Einzelheiten des vorstehend beschriebenen Prozesses werden noch nicht ausreichend verstanden, aber die Zugfestigkeit, nachdem das Filtermedium Schadgasen und/oder hohen Temperaturen ausgesetzt wurde, kann durch folgende Gleichung ausgedrückt werden, wobei unterstellt wird, dass die Verschlechterungsreaktion zwischen dem Schadgas und einigen reaktiven Bestandteilen einer Faser pseudolinear verläuft.

$$\tau(0) - \tau(t) = \Delta\tau = F(A)[1 - \exp(-Kt)] \quad (1)$$

Dabei ist

$T_{(t)}$ Zugfestigkeit des Filtermediums;

$F_{(A)}$ unbekannte Konstante für die Gesamtoberfläche des Filtermediums;

K effektive Reaktionskonstante für die Verschlechterung des Mediums.

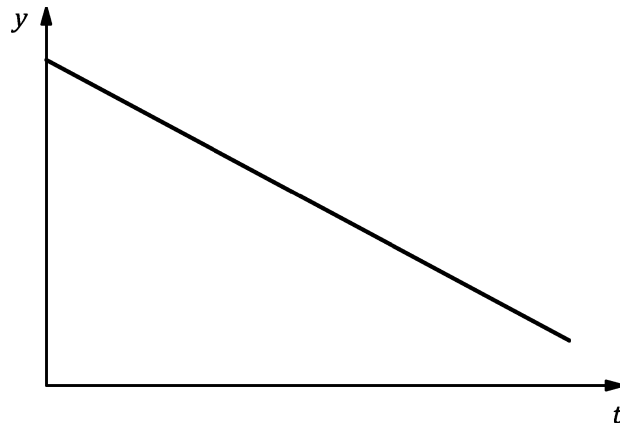
Die erste Ableitung von Gleichung (1) wird dann:

$$\frac{d\Delta\tau}{dt} = -\frac{d\tau}{dt} = KF(A)\exp(-Kt) \quad (2)$$

Eine ähnliche Formel kann bei Anwendung des Hookeschen Gesetzes zwischen Zugfestigkeit und Dehnung erhalten werden:

$$\frac{d\Delta\delta}{dt} \propto KF(A)\exp(-Kt) \quad (3)$$

Wie in Bild 1 gezeigt ist, zeigen Gleichung (2) und (3) an, dass eine gerade Linie aufrechterhalten wird, wenn der Logarithmus der ersten Ableitung der Zugfestigkeit des Filtermediums und die Dehnung gegen die Expositionsdauer t in einem semilogarithmischen Papier aufgetragen wird. Der Kurvenanstieg in Bild 1 ist K (für Einzelheiten der Ableitung von Gleichung (2) und (3) siehe Anhang C).



Legende

t Expositionsdauer (h)
 y $\lg(-d\tau/dt)$

Bild 1 — Verhältnis zwischen dem Gradienten der Zugfestigkeit von Filtermedien und der Expositionsdauer in Schadgas

Der Prozess der Verschlechterung geht normalerweise sehr langsam voran und eine messbare Änderung in den physikalischen Eigenschaften (wie Zugfestigkeit und Dehnung) zeigt sich normalerweise erst nach der Exposition der Filtermedien über einen sehr langen Zeitraum. Damit die Wirkung mittels eines Versuchs bewertet werden kann, muss dieser Prozess durch Hilfsmittel beschleunigt werden.

In dieser Internationalen Norm wird die Verschlechterung dadurch beschleunigt, dass die Filtermedien einer höheren Schadgaskonzentration und einer höheren Gastemperatur ausgesetzt werden.

6 Prüfstücke, Geräte und Prüfverfahren

6.1 Allgemeines

Das Prüfstück, Geräte und Prüfverfahren müssen für jeden Verfahrensschritt so gewählt werden, dass eine gute Vergleichspräzision und Wiederholgenauigkeit der Prüfung sichergestellt ist. Die technischen Ausrüstung zum Vorbereiten der Proben auf die Prüfung bestehen im Allgemeinen aus den folgenden Hauptkomponenten: System für die Gaszufuhr, Expositionskammer und Heizsystem, Abgasbehandlungsanlage, Vakuumpumpe und Analysesystem für Gase. Bild 2 zeigt eine schematische Darstellung der technischen Ausrüstung.

Die Prüfung ist nach den folgenden drei Schritten durchzuführen.

Schritt 1: Vorbereitung der Prüfschichten für die Gasexposition

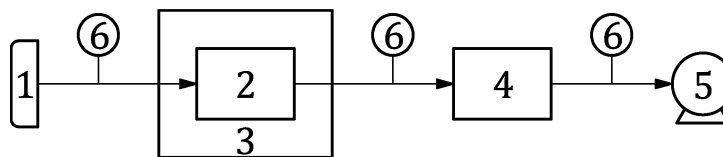
Die Luftdurchlässigkeit der Prüfschichten für die Gasexposition muss ähnlich sein, damit verlässlichen Daten erlangt werden (beschrieben unter 6.2). Die Luftdurchlässigkeit von Filtermedien der unter 6.2.3 festgelegten Größen müssen gemessen und geeignete Schichten auf Grundlage der gemessenen Luftdurchlässigkeit gewählt werden.

Schritt 2: Exposition der Filterschichten

Die in Schritt 1 ausgewählten Schichten sind thermischen und/oder korrosiven Schadgasbedingungen auszusetzen (beschrieben unter 6.3 und 6.4).

Schritt 3: Zugprüfung

Die Prüfstücke sind für die Zugprüfung in Maschinenlaufrichtung (MD) und in transversaler Laufrichtung (TD) aus den exponierten Schichten zu schneiden. Zugfestigkeit und Bruchdehnung der Prüfstücke sind nach der unter Abschnitt 7 beschriebenen Vorgehensweise zu messen



Legende

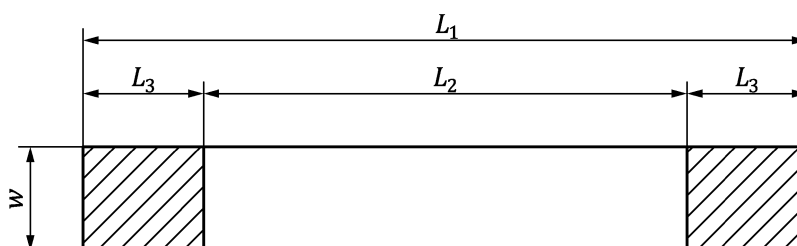
- 1 Gaszuführung
- 2 Expositions-kammer
- 3 Heizsystem
- 4 Abgasbehandlung
- 5 Vakuumpumpe
- 6 Gasanalyse

Bild 2 — Schematische Darstellung der technischen Ausrüstung zur Vorbereitung von Proben auf die physikalische Leistungsprüfung

6.2 Vorbereitung der Schichten für die Gasexposition

6.2.1 Form und Größe der Prüfstücke für die Zugprüfung

Da das Filtermedium weich und porös ist, muss für die Zugprüfung, wie in Bild 3 dargestellt, eine rechtwinklige Form, die nicht über die Halter hinausragt, gewählt werden. Des Weiteren muss, um verlässliche und reproduzierbare Daten zu erhalten, die Größe des zu exponierenden Filtermediums groß genug für die Zugprüfung sein. Nach den in Anhang D dargestellten Ergebnissen ist die gemessene Zugfestigkeit rechtwinkliger Prüfschichten aus Vliesstoff von der Breite w der Halter in einem Bereich zwischen 20 mm und 50 mm und der Länge zwischen den Haltern L_2 zwischen 80 mm und 120 mm (siehe Anhang D) unabhängig. Daher ist in dieser Internationalen Norm eine rechtwinklige Form mit der Breite $w = 25$ mm und der Länge $L_2 = 100$ mm zwischen den Haltern zu verwenden, wobei die weiteren Maße mit $L_3 = 50$ mm und $L_1 = 200$ mm festgelegt sind.



Legende

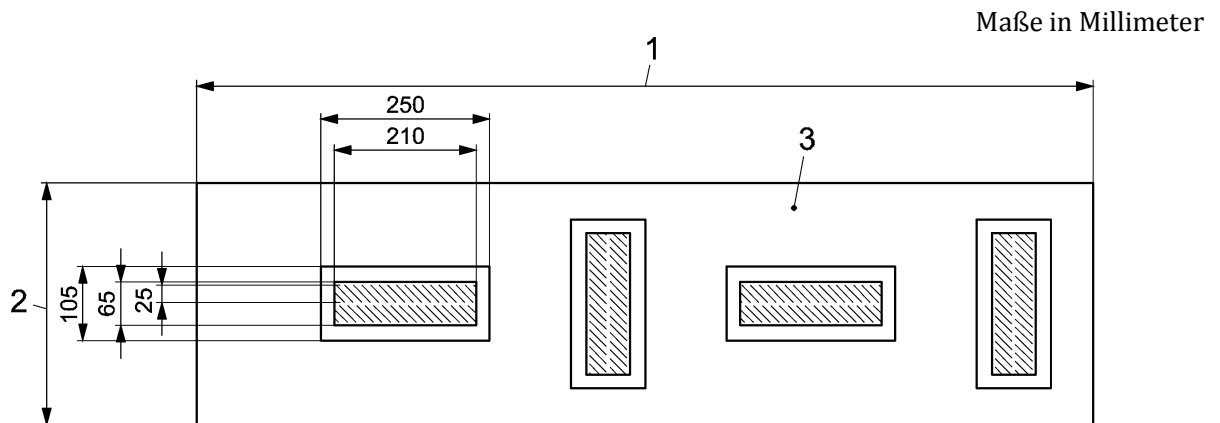
- L_1 Länge des Prüfstückes
- L_2 Länge zwischen den Haltern
- L_3 Länge des Halters
- w Breite des Halters

Bild 3 — Form der Prüfstücke für die Zugprüfung

6.2.2 Prüfschicht für die Exposition

Um jede Filterschicht gleichermaßen zu verschlechtern, müssen die Prüfgase für die gesamte Expositionsdauer mit sämtlichen Fasern des Filters in Berührung kommen. Aus diesem Grund wird für das Prüfgas das kontinuierliche Durchströmungsverfahren verwendet. Beim kontinuierlichen Durchströmungsverfahren strömt das Prüfgas während der gesamten Expositionsdauer wie beim tatsächlichen Betrieb von Taschenfiltern durch die Filterschichten. Die für die Exposition verwendeten Prüfgase sind mit Ausnahme von O₂ Schadgase und daher ist es nicht nur aus Kosten- sondern auch aus Sicherheitsgründen wichtig, den Gasverbrauch so niedrig wie möglich zu halten. 6.3 legt den Halter für die Prüfschicht und den Volumenstrom für die Exposition fest.

Auf diesen Überlegungen basierend, wurde die Größe der den Prüfgasen ausgesetzten Filterschicht mit 105 mm × 250 mm festgelegt, wobei das Prüfgas durch den zentralen Teil mit einer Fläche von 65 mm × 210 mm strömt, der groß genug sein muss, damit, wie in Bild 4 dargestellt, 2 Prüfstücke von 25 mm × 210 mm für die Zugprüfung ausgeschnitten werden können; Prüfschichten sind mit den Maßen 105 mm × 250 mm aus dem zentralen Bereich der Filtermedien auszuschneiden und wenigstens 4 Schichten sind für jede Richtung zu rollen.



Legende

- 1 MD
- 2 TD
- 3 Filtermedium

Bild 4 — Vorbereitung der Prüfschicht auf die Prüfgas-Exposition

6.2.3 Wahl der Prüfschichten mittels Messung der Luftdurchlässigkeit

Die Zugfestigkeit des Prüfstücks ist sehr stark von seiner Struktur abhängig. Filtermedien aus Vlies bestehen aus untereinander verbundenen, ineinander verschränkten Fasern. Auf der makroskopischen Ebene verteilen sie sich gleichmäßig, herstellungsbedingt jedoch nicht auf der mikroskopischen Ebene, woraus sich eine unausgeglichene Packungsdichte oder Fasermasse ergibt. Eine unausgeglichene Verteilung der Fasern in einem Filter, d.h. die Filterstruktur, kann eine Änderung physikalischer Eigenschaften wie z. B. Zugfestigkeit und/oder Bruchdehnung, Luftdurchlässigkeit usw. zur Folge haben. Daher ist es unerlässlich, die Filtermedien mit unterschiedlicher Struktur aus der Prüfung zu entfernen, um eine Schwankung in den gemessenen Daten aufgrund einer unausgegliehenen Filterstruktur zu vermeiden. Somit sind die Prüfschichten mit ähnlicher Struktur auszuwählen, bevor sie dem Prüfgas ausgesetzt werden. Es ist schwierig, die Medien aufgrund der durch den Hersteller gelieferten Produktinformation auszuwählen, d. h. diese ist normalerweise auf den mittleren Wert für die Luftdurchlässigkeit und die Fasermasse je Flächeneinheit begrenzt. Allerdings ist die Luftdurchlässigkeit von Filtermedien gleich, wenn deren Struktur gleich ist. Das bedeutet, dass Filtermedien mit ähnlicher Struktur eine ähnliche Luftdurchlässigkeit aufweisen, so dass dies dazu genutzt werden kann, Filtermedien mit ähnlicher Struktur auszuwählen. Somit sind wenigstens 4 Prüfschichten für eine Gasexposition nach der Luftdurchlässigkeit jeder Schicht auszuwählen. Die Luftdurchlässigkeit jeder Schicht muss innerhalb von ±10 % der durch den Hersteller für die Filtermedien festgelegten, mittleren Luftdurchlässigkeit liegen.