

**Luftfilter
für Verbrennungsmotoren und Kompressoren
Prüfverfahren
Identisch mit ISO 5011 : 1988**

**DIN
ISO 5011**

Inlet air cleaning equipment for internal combustion engines and compressors – Performance testing; Identical with ISO 5011: 1988

Einsprüche bis 31. August 1992
Anwendungswarnvermerk
auf der letzten Seite beachten!

Séparateurs aérauliques placés à l'entrée des moteurs à combustion interne et des compresseurs – Essai de rendement; Identique à ISO 5011: 1988

Die Internationale Norm ISO 5011, 1. Ausgabe 1988-12-15 "Inlet air cleaning equipment for internal combustion engines and compressors – Performance testing", ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden.

Nationales Vorwort

Diese Internationale Norm wurde im Unterkomitee SC7 des Technischen Komitees ISO/TC22, Straßenfahrzeuge, erarbeitet. In diesem Gremium hat der Arbeitsausschuß AA D7 des Normenausschusses Kraftfahrzeuge (FAKRA) die deutschen Interessen vertreten.

Es ist beabsichtigt, nach einer angemessenen Übergangszeit die DIN 24 189 zurückzuziehen und durch diese Norm zu ersetzen.

Die vorliegende Norm gliedert sich in zwei Bereiche auf:

Zu Bereich 1

Mit dem aufgeführten Prüfverfahren sind Pkw-Trockenluftfilter zu prüfen.

Zu Bereich 2

Diese Prüfverfahren sind für Trocken- und Ölbadluftfilter anzuwenden, die sowohl in der Industrie als auch in Lkw und Traktoren eingesetzt werden.

Zu den in Anhang A enthaltenen Begriffen siehe auch DIN 71 450 Teil 1.

Fortsetzung Seite 2 bis 28

Normenausschuß Kraftfahrzeuge (FAKRA) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Normenausschuß Maschinenbau (NAM) im DIN

Deutsche Übersetzung

Luftfilter für Verbrennungsmotoren und Kompressoren Prüfverfahren

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitglieds Körperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitglieds Körperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein Technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt. Auf allen Gebieten der elektrotechnischen Normung arbeitet ISO eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die von den Technischen Komitees verabschiedeten Entwürfe zu Internationalen Normen werden den Mitglieds Körperschaften zunächst zur Annahme vorgelegt, bevor sie vom Rat der ISO als Internationale Normen bestätigt werden. Sie werden nach den Verfahrensregeln der ISO angenommen, wenn mindestens 75 % der abstimmenden Mitglieds Körperschaften zugestimmt haben.

Die Internationale Norm ISO 5011 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 22, Straßenfahrzeuge, erstellt.

Es wird darauf hingewiesen, daß Internationale Normen von Zeit zu Zeit überarbeitet werden und daß sich jeder Hinweis in dieser Norm auf eine andere Internationale Norm auf die letzte Ausgabe bezieht, falls nicht anders angegeben.

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	5
2 Verweisungen auf andere Normen	5
3 Begriffe und Einheiten	5
4 Meßgenauigkeit	5
5 Prüfstoffe und Prüfbedingungen	5
Bereich 1: Prüfverfahren für Kraftfahrzeug-Luftfilter	7
6 Prüfverfahren für Kraftfahrzeug-Trockenluftfilter	7
6.1 Allgemeines	7
6.2 Prüfeinrichtungen	7
6.3 Messung des Durchflußwiderstands und der Druckdifferenz	8
6.4 Messung des Abscheidegrades	8
6.5 Messung der Staubkapazität	9
6.6 Filterelement – Kollapsprüfung	9
6.7 Wechsellastprüfung	9
6.8 Darstellung der Prüfergebnisse	10
Bereich 2: Prüfverfahren für Industrie-Luftfilter	11
7 Prüfverfahren für Trockenluftfilter im Industrieinsatz	11
7.1 Allgemeines	11
7.2 Prüfeinrichtungen	11
7.3 Messung des Durchflußwiderstands und der Druckdifferenz	11
7.4 Messung des Anfangsabscheidegrades	11
7.5 Messung des Abscheidegrades und der Staubkapazität	12
7.6 Darstellung der Prüfergebnisse	12
7.7 Prüfung von Luftfiltern mit Staubabsaugung	12
7.8 Messung von Vorabscheidern	14

	Seite
8 Prüfverfahren für Ölbadluftfilter im Industrieinsatz	14
8.1 Allgemeines	14
8.2 Prüfeinrichtungen und -bedingungen	14
8.3 Messung des Durchflußwiderstands und der Druckdifferenz	15
8.4 Bestimmung des Ölmitreißverhaltens	15
8.5 Messung des Abscheidegrades und der Staubkapazität	15
8.6 Prüfung nach Wartung	15
8.7 Darstellung der Prüfergebnisse	15
Anhang	
A Begriffe und Einheiten	16
B Prüfstaub	18
C Prüfeinrichtungen	19
D Vordruck zur Luftfilterprüfung nach ISO 5011 Bereich 1: Kraftfahrzeuge	24
E Vordruck zur Luftfilterprüfung nach ISO 5011 Bereich 2: Industrie	25
F Darstellung der Meßergebnisse – Widerstandsverhalten des Luftfilters	26
G Darstellung der Meßergebnisse – Staubkapazität des Luftfilters	27
H Umrechnung von Volumenstrom und Widerstand auf Normbedingungen	28

Luftfilter für Verbrennungsmotoren und Kompressoren – Prüfverfahren

1 Anwendungsbereich und Zweck

Zweck dieser Norm ist die Einführung und Festlegung einheitlicher Prüfverfahren, -bedingungen, und -einrichtungen sowie eines Prüfberichts, um einen direkten Laborvergleich von Luftfiltern zu ermöglichen.

Von besonderem Interesse sind dabei die grundlegenden Filterkenngrößen, wie Durchflußwiderstand oder Druckdifferenz, Abscheidegrad, Staubkapazität und bei Ölbadluftfiltern das Ölmitreibverhalten. Die vorliegende Prüfvorschrift befaßt sich daher mit der Messung dieser Parameter.

Diese internationale Norm gilt für Luftfilter, die bei Verbrennungsmotoren und Kompressoren eingesetzt werden, und besteht aus zwei Hauptbereichen:

Bereich 1: Prüfverfahren für Kraftfahrzeug-Luftfilter
Bereich 2: Prüfverfahren für Industrie-Luftfilter

2 Verweisungen auf andere Normen

ISO 789/8
Landmaschinen - Prüfverfahren - Teil 8: Motorluftfilter. ¹⁾

ISO 5167
Durchflußmessung an Flüssigkeiten mit Blenden, Düsen und Venturirohren, in voll durchströmten Rohren mit Kreisquerschnitt.

3 Begriffe und Einheiten

Siehe Anhang A.

4 Meßgenauigkeit

4.1 Der Volumenstrom ist mit einer Genauigkeit von $\pm 2\%$ des jeweiligen Wertes zu messen. Diese Genauigkeit von $\pm 2\%$ ist bei Wechsellast jedoch bezogen auf den Maximalwert des Volumenstroms.

4.2 Druckdifferenz und Durchflußwiderstand sind auf 0,25 mbar genau zu messen.

4.3 Die Temperatur ist auf 0,5 °C genau zu messen.

4.4 Bei der Massenbestimmung ist eine Genauigkeit, wenn nicht anders angegeben, von 1% einzuhalten.

4.5 Die Luftfeuchtigkeit ist auf $\pm 2\%$ relative Feuchtigkeit genau zu messen.

4.6 Der atmosphärische Luftdruck ist auf 3 mbar genau zu messen.

4.7 Durch regelmäßige Eichungen ist sicherzustellen, daß die Prüfeinrichtungen die geforderten Genauigkeiten einhalten.

5 Prüfstoffe und Prüfbedingungen

5.1 Prüfstaub

5.1.1 Sorten

Es gibt zwei Sorten Prüfstaub "Fein" und "Grob", deren chemische Zusammensetzung und Korngrößenverteilung den Spezifikationen in Anhang B entsprechen.

5.1.2 Vorbereitung

Zunächst ist eine für die Prüfung ausreichende Menge Prüfstaub in einem abgeschlossenen Behälter mindestens 15 min lang durchzumischen. Dieser Prüfstaub ist danach bei einer Temperatur von $105\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ zu trocknen, bis sein Gewicht konstant bleibt. Anschließend ist der Staub auf konstantem Gewicht bei den vorherrschenden Prüfbedingungen zu akklimatisieren.

Anmerkung: Bei einigen Staubgebern kann es notwendig sein, den Staub aufzuheizen, bevor er dem Injektor zugeführt wird, damit die Staubzugabe konstant bleibt.

5.2 Prüföl für Ölbadluftfilter

Als Prüföl bei der Prüfung von Ölbadluftfiltern ist die vom Filter-Hersteller vorgeschriebene und vom Anwender bei der betreffenden Umgebungstemperatur zugelassene Ölsorte zu verwenden. Ist keine Ölsorte angegeben, so ist ein Hochleistungsöl (HD-Öl) zu verwenden, das bei der während der Prüfung herrschenden Temperatur folgende Viskositäten aufweist:

85 mm²/s bei der Prüfung des Ölmitreibverhaltens und bei der Messung von Durchflußwiderstand/Druckdifferenz

¹⁾ Z. Z. Entwurf: Auf die ISO 789/8 wird nur dann Bezug genommen, wenn ISO 5011 zur Prüfung der Leistungsdaten von Landmaschinen zugrunde gelegt wird.

330 mm²/s bei den Prüfungen des Abscheidegrades und der Staubkapazität sowie der Prüfung des Ölmitreibverhaltens nach Prüfen der Staubkapazität.

5.3 Werkstoffe für Absolutfilter

5.3.1 Filtermedium

Das Absolutfilter besteht aus Glasfasermatten und weist eine Mindestdicke von 12,7 mm bei einer Mindestdichte von 9,5 kg/m³ auf¹⁾. Der Faserdurchmesser liegt zwischen 0,76 µm und 1,27 µm und die Feuchtigkeitsaufnahme darf nicht mehr als 1% seiner Masse betragen, nachdem der Werkstoff 96 Stunden lang einer Temperatur von 50°C und 95% relativer Luftfeuchtigkeit ausgesetzt war. Das Filter*) ist mit der rauhen Seite dem Luftstrom entgegen in einer luftdichten Vorrichtung einzubauen und durch diese in geeigneter Weise abzustützen. Die Anströmungsgeschwindigkeit darf einen Wert von etwa 0,8 m/s nicht überschreiten, damit die Matten nicht beschädigt werden.

Um bei den nachfolgenden Messungen Fehler zu verringern, die durch Faser- oder Materialverlust entstehen, ist das Absolutfilter vor dem Wiegen 15 min lang mit mindestens 110% des Nennvolumenstroms mit Umgebungsluft durchzusaugen.

5.3.2 Überprüfen des Abscheidegrades des Absolutfilters

5.3.2.1 Es sind zwei Absolutfilter in Reihe anzuordnen.

5.3.2.2 Bei einer Filter-Abscheideprüfung wird der Massenzuwachs beider Absolutfilter entsprechend den Verfahren nach Abschnitt 6.4.3 oder 7.5.2 ermittelt.

$$\text{Abscheidegrad des Absolutfilters} = \frac{A}{A + B} \times 100 \% \dots (1)$$

Darin bedeuten

A : Massenzuwachs des anströmseitigen Absolutfilters

B : Massenzuwachs des abströmseitigen Absolutfilters

Der Abscheidegrad des Absolutfilters soll mindestens 99 % für den verwendeten Staub betragen.

5.4 Masse des Absolutfilters

Das Absolutfilter wird in einem belüfteten Ofen bei 105 °C ± 5 °C auf 0,01 g genau gewogen, nachdem sich sein Gewicht stabilisiert hat.

Anmerkung: Ist eine Stabilisierung nicht feststellbar, so sind hierfür mindestens 4 Stunden anzusetzen.

5.5 Temperatur und Luftfeuchtigkeit

Bei allen Prüfungen soll die in das Luftfilter einströmende Luft eine Temperatur von 23°C ± 5°C haben. Die relative Luftfeuchtigkeit soll während der Prüfung (55 ± 15)% betragen und während jeder Einzelprüfung zwischen den einzelnen Wägungen um nicht mehr als ±2% schwanken.

Anmerkung: Die Prüfergebnisse bei einem Filter können durch die relative Feuchte der durchströmenden Luft beeinflusst werden; daher sind die Ergebnisse von ansonsten identischen Prüfungen, wenn sie nahe bei den beiden Extremwerten des zulässigen Bereichs für die relative Luftfeuchtigkeit durchgeführt wurden, nur bedingt direkt miteinander vergleichbar.

1) Geeignetes Material ist im Handel erhältlich. Nähere Auskünfte hierüber erteilt das Sekretariat des ISO/TC 22 oder das ISO-Zentralsekretariat.

*) Nationale Fußnote: Hierbei handelt es sich um das Filterelement.

Bereich 1: Prüfverfahren für Kraftfahrzeug-Luftfilter

6 Prüfverfahren für Kraftfahrzeug-Trockenluftfilter

Dieser Bereich behandelt Trockenluftfilter, wie sie üblicherweise in Kraftfahrzeugen zur Anwendung kommen z. B. für Verbrennungsmotoren in Personenkraftwagen. Kommen in solch einem Anwendungsfall Ölbadluftfilter zum Einsatz, sind die Prüfverfahren nach Abschnitt 8 zugrunde zu legen*).

6.1 Allgemeines

Die Prüfungen sind an einem kompletten Luftfilter oder einzelnen Filterelementen vorzunehmen. Die Prüfung kompletter Luftfilter ist zu bevorzugen. Sie bestehen aus einer Prüfung des Durchflußwiderstands, der Druckdifferenz, des Abscheidegrades und der Staubkapazität. Zusätzlich ist ein Kollapstest am Filterelement durchzuführen.

6.2 Prüfeinrichtungen

6.2.1 Typische Aufbauten zur Ermittlung des Widerstandsverhaltens, der Staubkapazität, des Abscheidegrades und des Kollapsverhaltens zeigt Anhang C, Bilder 2, 6, 7, 8, 9 und 11.

6.2.1.1 Der Staubgeber, der in Verbindung mit dem Staubinjektor in Bild 3 verwendet wird, sollte für die Staubzumessung im gesamten Bereich der geforderten Zugaberaten geeignet sein. Diese Staubzugabevorrichtung darf die ursprüngliche Verteilung der Korngröße des Prüfstaubes nicht verändern. Die Druckluft ist auf 1 bar¹⁾ einzustellen.

Die Staubzugabevorrichtung ist wie folgt einzustellen:

- a) Beschicken des Staubgebers mit einer vorher abgewogenen Menge an Prüfstaub
- b) Gleichzeitiges Starten von Staubzugabe und Stoppuhr
- c) Messen der zugegebenen Staubmenge im Abstand von 5 min. Diese Messungen sind über einen Zeitraum von 30 min durchzuführen.
- d) Staubzugabevorrichtung solange nachstellen, bis die mittlere Staubzugabe nicht mehr als 5% von der vorgesehenen Zugaberate abweicht und dieser Durchschnittswert um nicht mehr als 5% schwankt.

6.2.1.2 Es ist ein Zugaberohr zwischen Staubgeber und Injektor mit einem genügend großen Querschnitt zu verwenden, um die Staubverteilung nicht zu stören.

6.2.1.3 Es soll ein Staubinjektor nach Bild 3 verwendet werden. Der gezeigte Injektor ist für eine Zugabe von Prüfstaubraten bis zu 40 g/min geeignet. Für größere Staubraten sind mehrere Injektoren zu verwenden.

Es ist zu beachten, daß die Konstruktion des Staubgebers, der den Injektor mit Prüfstaub versorgt, die maximale Staubrater beeinflussen kann.

¹⁾ 1 bar = 10⁵ kPa = 10⁶ Pa

*) Siehe Nationales Vorwort

Die maximal erreichbare Staubrater sollte deshalb ermittelt werden, bevor das Staubzugabesystem zu Prüfungen eingesetzt wird.

Anmerkung: Die Injektordüsen sind Erosion durch den Prüfstaub ausgesetzt. Es wird daher empfohlen, eine Konstruktion mit auswechselbaren Teilen zu verwenden.

6.2.1.4 Es ist ein Einlaßrohr nach Bild 4 zu verwenden. Staubzugabeinjektor und Einlaßrohr sind so anzuordnen, daß kein Staubverlust eintritt.

6.2.1.5 Manometer oder andere Druckmeßgeräte müssen die geforderte Genauigkeit aufweisen.

6.2.1.6 Für die Prüfung eines kompletten Luftfilters ist ein Gehäuse und ein Prüfaufbau nach Absprache zwischen Hersteller und Anwender unter Berücksichtigung von Bild 11 zu benutzen. Für die Prüfung von Filterelementen ist ein Prüfaufbau und ein Prüfgehäuse nach den Bildern 2 und 5 oder eine Anordnung nach den Bildern 6 oder 7 zu verwenden. Wird ein Aufbau nach Bild 6 gewählt, so ist sicherzustellen, daß sich der Staub, der in die Kammer gelangt, nicht an den Wänden absetzen kann, sondern gleichmäßig verteilt. Dies soll durch Luftstrahlen mit trockener Druckluft aus flexiblen Schläuchen erreicht werden, die so in der Prüfkammer angeordnet sind, daß sie absetzenden Staub aufwirbeln.

Bei der Staubaufwirbelung durch Druckluft ist sorgfältig darauf zu achten, daß kein Staub aus der Prüfkammer absetzen kann. Deshalb sollte in der Prüfkammer gegenüber der Umgebung ein Unterdruck herrschen.

6.2.1.7 Es ist ein Auslaßrohr nach Bild 4 zu verwenden. Dieses muß den gleichen Querschnitt haben wie das Filter an seiner Abströmseite. Bei ungleichmäßiger Strömung, die durch spezielle Auslaßrohre verursacht wird, können besondere Vorkehrungen notwendig sein.

6.2.1.8 Es ist ein Volumenstrommeßgerät mit einer Genauigkeit nach Absatz 4.1 zu verwenden.

Es ist ein geeignetes Volumenstrommeßgerät, eine geeichte Blende mit Manometer nach ISO 5167 einzusetzen. Die kalibrierten Blenden sind dauerhaft zu kennzeichnen, so daß sie nach der Kalibrierung identifiziert werden können. Für die Angabe des Volumenstroms in Kubikmetern pro Minute bezogen auf die Normbedingungen sind entsprechend den Schwankungen des Luftdrucks und der Umgebungstemperatur am Meßgeräteeintritt Korrekturen anzubringen (siehe Anlage A, Absatz A.1.19).

6.2.1.9 Die verwendete Steuerung soll den Volumenstrom auf 1% des Sollwertes genau einhalten, sowohl im Konstant- als auch im Wechsellastbetrieb.

6.2.1.10 Das Zuluft-/Absauggebläse muß die erforderlichen Volumenströme und Drücke liefern können. Ein Pulsieren des Volumenstroms muß so gering sein, daß es vom Volumenstrommeßgerät nicht mehr erfaßt wird.

6.2.2 Anforderungen, bei Anwendung des Absolutfilterverfahrens

6.2.2.1 Der verwendete Ofen muß die zur Stabilisierung des Absolutfiltergewichtes notwendige Temperatur aufrecht erhalten können (siehe Abschnitt 5.4).

6.2.2.2 Für die Wägung von Absolutfiltern ist eine Waage die die erforderliche Genauigkeit aufweist zu verwenden. Sie ist am Ofen montiert und ihre Waagschale befindet sich in seinem Innern (siehe Abschnitt 5.4).

6.3 Messung des Durchflußwiderstands und der Druckdifferenz

6.3.1 Zweck dieser Prüfung ist es, Durchflußwiderstand/Druckdifferenz/Druckverlust zu ermitteln, die beim Durchströmen des Prüflings unter den festgelegten Bedingungen entstehen. Der Durchflußwiderstand oder die Druckdifferenz wird mit einem sauberen Filterelement oder mit Elementen bei fünf gleichverteilten Volumenströmen im Bereich von 50% bis 150% des Nennvolumenstroms oder entsprechend Absprache zwischen Anwender und Hersteller ermittelt. Die Ergebnisse sind als Meßkurve darzustellen.

6.3.2 Der Prüfling ist mit dem vorgesehenen Prüfvolumenstrom mindestens 15 min unter Temperatur- und Feuchtebedingungen entsprechend den Festlegungen nach Abschnitt 5.5 zu beaufschlagen, bis sein Gewicht konstant bleibt.

6.3.3 Der Prüfaufbau ist nach den Bildern 8 oder 9 und 14 oder 15 aufzubauen; alle Verbindungsstellen sind abzudichten um Leckluft zu vermeiden. Danach sind die Druckabnahmestellen anzuschließen.

6.3.4 Der Durchflußwiderstand und die Druckdifferenz sind zu messen und über dem Volumenstrom aufzuzeichnen. Die Messungen erfolgen annähernd bei 50%, 75%, 100%, 125% und 150% des Nennvolumenstroms oder entsprechend Absprache zwischen Anwender und Hersteller.

6.3.5 Umgebungstemperatur, Luftdruck und relative Luftfeuchtigkeit sind festzuhalten.

6.3.6 Die aufgezeichneten Werte für Durchflußwiderstand und Druckdifferenz sind nach Anhang H auf Normbedingungen umzurechnen.

6.3.7 Bei der Ermittlung des Druckverlustes sind die Formeln aus Anhang A, Absatz A.1.13, anzuwenden.

6.3.8 Die Ergebnisse sind wie in Anhang F angegeben, grafisch darzustellen, sinngemäße Änderungen sind zulässig.

6.4 Messung des Abscheidegrades

6.4.1 Zweck dieser Prüfung ist die Bestimmung der Staubabscheidefähigkeit des Prüflings. Die Prüfung kann im Konstant- oder Wechsellastbetrieb durchgeführt werden, wobei grober oder feiner Prüfstaub verwendet wird. Die Ermittlung des Abscheidegrades ist auch zusammen mit der Staubkapazität (siehe Abschnitt 6.5) möglich. Die Abscheidegradmessung bei konstantem Volumenstrom kann beim Nennvolumenstrom oder einem beliebigen Teilstrom erfolgen, je nach Absprache zwischen Anwender und Hersteller. Wird der Abscheidegrad im Wechsellastbetrieb ermittelt, so kann dies wie unter Abschnitt 6.7 beschrieben erfolgen.

6.4.2 Es gibt drei Arten der Abscheidegradmessung:

- a) Abscheidegrad über die gesamte Bestäubung; dieser wird ermittelt, wenn der Versuchsendzustand z. B. ein maximaler Widerstandsanstieg erreicht ist;

- b) Zwischen-Abscheidegrad; dieser wird ermittelt, wenn beispielsweise 10%, 25% und 50% des maximalen Widerstands minus dem Anfangswiderstand erreicht sind,

- c) Anfangsabscheidegrad; dieser wird ermittelt nach Zugabe von 20 g Staub oder der Grammzahl, die dem Sechsfachen des Luftvolumenstroms in Kubikmetern pro Minute entspricht. Mit der größeren der so ermittelten Staubmenge ist die Prüfung durchzuführen.

6.4.3 Prüfablauf bei dem Absolutfilterverfahren

6.4.3.1 Die Staubzugaberate wird aus dem Versuchsvolumenstrom und einer Staubkonzentration von 1,0 g/m³ Luft errechnet; in Sonderfällen z. B. bei kleinen Filtern kann auch mit 0,25 g/m³ oder 0,5 g/m³ gerechnet werden.

6.4.3.2 Der Prüfling ist bei den Bedingungen nach Absatz 6.3.2 zu konditionieren; die Masse ist zu wiegen und festzuhalten.

6.4.3.3 Nachdem sich seine Masse stabilisiert hat, ist das Absolutfilter zu wiegen.

6.4.3.4 Für Messungen an Luftfilteranlagen ist ein Prüfaufbau nach Bild 11, für Messungen an Filterelementen nach Bild 2, 6 oder 7 aufzubauen, wobei auf Dichtigkeit aller Verbindungen zu achten ist, um Leckluft zu vermeiden.

6.4.3.5 Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit sind festzuhalten.

6.4.3.6 Der Prüfstaub wird wie in Abschnitt 5.1 beschrieben vorbereitet; anschließend wird die für den Versuch benötigte Staubmenge in einem geeigneten Staubbehälter abgewogen. Für die Ermittlung des Abscheidegrades während Filterstandzeit sollte diese Staubmenge etwa 125% der geschätzten Kapazität des Prüflings betragen. Die Masse von Staubbehälter und Prüfstaub ist auf 0,1 g genau festzuhalten.

6.4.3.7 Nach Inbetriebnahme des Prüfstandes und Erreichen des eingestellten Volumenstroms ist die Druckdifferenz festzuhalten.

6.4.3.8 Der Staubgeber wird mit Staub aus dem Staubbehälter befüllt und so eingestellt, daß sich eine Staubkonzentration nach Absatz 6.4.3.1 ergibt. Der Staubgeber muß während des Versuchs, falls erforderlich, aus dem Staubbehälter nachgefüllt werden.

6.4.3.9 In vorgegebenen Zeitabständen (empfohlen werden mindestens fünf) wird die Druckdifferenz bei Versuchsvolumenstrom und die dazugehörige Versuchsdauer aufgezeichnet.

6.4.3.10 Die Prüfung ist bis zum Erreichen des vorher festgelegten Endzustandes fortzusetzen.

6.4.3.11 Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit sind festzuhalten.

6.4.3.12 Setzt sich Staub auf der Außenseite der Filteranlage oder im Innern der Prüfkammer/des Einlaßrohres eines Filterelements ab, so ist dieser sorgfältig zu sammeln und in den vor Prüfbeginn gewogenen Staubbehälter zusammen mit dem gesamten im Staubgeber verbliebenen Staub zu geben.

6.4.3.13 Der Staubbehälter ist erneut zu wiegen und das Ergebnis von der in Absatz 6.4.3.6 ermittelten Masse abzuziehen. Die Differenz ist die dem Prüfling zugeführte Staubmasse.

6.4.3.14 Der Prüfling ist sorgfältig auszubauen, ohne daß Staub verlorengeht. Ferner ist auf alle Anzeichen für eventuelle Undichtigkeiten und auf sonstige Unregelmäßigkeiten zu achten. Die Wägung ist mit einer Genauigkeit von 1% vom Meßwert durchzuführen. Der Massenzuwachs des Prüflings ist die Differenz aus dieser und der Wägung nach Abschnitt 6.4.3.2. Bei der Prüfung zur Ermittlung des Abscheidegrades*) ist dieser Massenzuwachs die Staubkapazität des Prüflings.

6.4.3.15 Sollte an der Abströmseite des Prüflings Staub erkennbar sein, so ist dieser auf das Absolutfilter zu übertragen, das anschließend vorsichtig entfernt wird. Die Prüfung nach Absatz 6.4.3.3 ist zu wiederholen und die Massendifferenz zu bestimmen. Dies ergibt den Massenzuwachs des Absolutfilters.

6.4.3.16 Es ist eine Materialbilanz für den Prüfstaub zu erstellen, die innerhalb eines Bereiches von 0,98 bis 1,02 liegen muß, damit die Prüfung gültig ist.

$$\text{Materialbilanz des Prüfstaubes} = \frac{\text{Massenzuwachs des Absolutfilters} + \text{Massenzuwachs des Prüflings}}{\text{Gesamte zugeführte Staubmasse}}$$

6.4.3.17 Der Abscheidegrad wird folgendermaßen berechnet:

$$\text{Abscheidegrad} = \frac{\text{Massenzuwachs des Prüflings}}{\text{Massenzuwachs des Prüflings} + \text{Massenzuwachs des Absolutfilters}} \times 100\% \dots (2)$$

6.4.4 Prüfablauf bei dem Direktwägeverfahren

Wenn eine genügend große und genaue Waage zur Verfügung steht, ist die Anwendung eines Direktwägeverfahrens zulässig, um die Leistungsfähigkeit des Prüflings zu ermitteln. In diesen Fällen ist das Luftfilter entsprechend den Verfahren nach Abschnitt 6.4.3 zu prüfen, wobei die Punkte 6.4.3.3, 6.4.3.15, 6.4.3.16 und 6.4.3.17 entfallen. Der Abscheidegrad wird wie folgt berechnet:

$$\text{Abscheidegrad} = \frac{\text{Massenzuwachs des Prüflings}}{\text{Gesamte zugeführte Staubmasse}} \times 100\% \dots (3)$$

Im Prüfbericht ist zu vermerken, nach welchem Verfahren der Abscheidegrad ermittelt wurde.

6.5 Messung der Staubkapazität

6.5.1 Zweck dieser Prüfung ist die Bestimmung der gesamten Massenzunahme des Prüflings beim Versuchsendzustand. Diese Prüfung kann entweder im Konstant- oder im Wechsellastbetrieb erfolgen, wobei grober oder feiner Prüfstaub verwendet wird. Die Prüfungen zur Ermittlung der Staubkapazität können zusammen mit der Abscheidegradprüfung (siehe Abschnitt 6.4) durchgeführt werden.

6.5.2 Der Prüfling ist bei den Bedingungen nach Absatz 6.3.2 zu konditionieren und die Prüfung nach den Abschnitten 6.4.3 oder 6.4.4 durchzuführen.

6.5.3 Die Daten werden unter der Voraussetzung, daß die Staubkonzentration konstant ist, erfaßt. Daraus wird eine Meßkurve gezeichnet, die den Durchflußwiderstand über dem Massenzu-

wachs darstellt. Der Durchflußwiderstand wird in Zeitintervallen entsprechend den Angaben nach Abschnitt 6.4.3.9 ermittelt. Die Berechnung der Werte für den Massenzuwachs geschieht nach folgender Formel:

$$\text{Massenzuwachs am Ende eines jeden Intervalls} = \frac{\text{Gesamtzeit bis Intervallende}}{\text{Gesamtzeit bis Prüfende}} \times \text{Gesamter Massenzuwachs des Prüflings}$$

6.5.4 Falls der Versuchsendzustand durch den Durchflußwiderstand gegeben ist, so ist darin nicht der Anteil enthalten, der durch den Prüfaufbau verursacht wird.

6.6 Filterelement – Kollapsprüfung

6.6.1 Zweck dieser Prüfung ist es, ob ein Luftfilterelement einer bestimmten Druckdifferenz standhält bzw. bei welcher Druckdifferenz ein Kollaps erfolgt.

6.6.2 Es ist ein Prüfaufbau zur Ermittlung der Staubkapazität entsprechend den Bildern 2, 6, 7 oder 11 aufzubauen. Dafür kann das Filterelement aus der vorhergegangenen Kapazitäts- oder Abscheidegradmessung oder ein neues Element verwendet werden.

6.6.3 Der Volumenstrom durch den Prüfaufbau wird erhöht; falls nötig wird Staub in geeigneter Menge zugegeben, und zwar so lange, bis die festgelegte Druckdifferenz erreicht ist oder bis sich das Kollabieren des Elementes durch Absinken der Druckdifferenz bzw. durch Anstieg des Volumenstroms äußert.

6.6.4 Als Prüfergebnis sind die maximal erreichte Druckdifferenz, der Grund für die Beendigung der Prüfung und der Zustand des Elementes nach der Prüfung festzuhalten.

6.7 Wechsellastprüfung

6.7.1 Wahlweise zur Prüfung mit Konstant-Volumenstrom kann eine Wechsellastprüfung durchgeführt werden, bei dem mit einem variablen Volumenstrom entsprechend Bild 1 gearbeitet wird.

6.7.2 Bei Ölbadluftfiltern und großen Luftfiltern (für Volumenströme > 5 m³/min) kann die Dauer eines jeden Teilabschnittes statt 1 min 5 min betragen.

6.7.3 Die zuzugebende Staubmenge ist nach Absatz 6.4.3.1 zu berechnen; wobei vom Durchschnittswert des Volumenstroms auszugehen ist. Die Staubzugaberate ist konstant zu halten.

6.7.4 Alle Druckdifferenzmessungen sind bei maximalem Volumenstrom vorzunehmen.

6.7.5 Prüfungen bei Wechsellast sind gegenüber denen bei Konstantlast mit folgenden Änderungen durchzuführen.

Nach Beendigung eines jeden Zyklus wird die Druckdifferenz bei maximalem Volumenstrom gemessen. Die Ermittlung des Abscheidegrades soll nach spätestens drei Zyklen erfolgen, wenn die Dauer eines Teilvolumenstroms eine Minute beträgt, und nach jedem Zyklus, wenn ein Teilvolumenstrom 5 min dauert, sowie nach Prüfende.

*) Nationale Fußnote: Nach Absatz 6.4.2.a