

DIN 71460-1**DIN**

ICS 43.040.60

**Straßenfahrzeuge –
Luftfilter für Kraftfahrzeuginnenräume –
Teil 1: Prüfverfahren für Partikelfiltration**

Road vehicles –
Air filters for motor passenger compartments –
Part 1: Test for particulate filtration

Véhicules routiers –
Filtres à air pour l'habitacle –
Partie 1: Essai de filtration des particules

Gesamtumfang 22 Seiten

Normenausschuss Kraftfahrzeuge (FAKRA) im DIN

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Bezugszustände und Prüfstoffe	6
4.1 Bezugszustände	6
4.2 Prüfstoffe	6
5 Prüfeinrichtungen	6
5.1 Allgemeiner Aufbau	6
5.2 Luftzuführung	6
5.3 Prüfkanal	7
5.4 Prüfstaub-Zugabeeinrichtung	7
5.5 Prüfstaub-Zuführung	7
5.6 Probenentnahmesonden	7
5.7 Verbindungsleitungen	8
5.8 Partikel-Zählgerät	8
5.9 Gleichförmigkeit der räumlichen Aerosolverteilung für Fraktionsabscheidegradmessung	8
5.10 Druckentnahmestellen	9
5.11 Druckdifferenz-Messgerät	9
5.12 Volumenstrom-Messgerät	9
5.13 Temperaturmesseinrichtung	9
5.14 Feuchtemessgerät	9
5.15 Wägeeinrichtungen	9
6 Anlagensvalidierung	9
7 Vorbereitung eines Filters/Filterelements für die Prüfungen	10
8 Prüfverfahren	10
8.1 Bestimmung der Druckdifferenz-Volumenstrom-Kurve im Neuzustand	10
8.2 Bestimmung der Fraktionsabscheidegrad-Kurve bei Nennvolumenstrom	10
8.3 Bestimmung der Staubspeicherkapazität mit Fraktionsabscheidegrad	11
9 Prüfbericht	11
Anhang A (normativ) Prüfeinrichtungen und Einzelheiten	12
Anhang B (normativ) Tabelle B.1 — Checkliste für den Prüfbericht	16
Anhang C (normativ) Prüfmittelanforderungen, Prüfmittelvalidierung und Routinebetrieb	17
Anhang D (informativ) Erläuterungen — Die wesentlichen Unterschiede zu ISO/TS 11155-1:2001	20
Literaturhinweise	22
 Bilder	
Bild A.1 — Ausführungsbeispiel einer Prüfanlage, schematisch	12
Bild A.2 — Prüfkanal	13
Bild A.3 — Probenentnahmesonde, Ausführungsbeispiele	14
Bild A.4 — Schema einer partikelgröÙenselektiven Verdünnungseinrichtung (Ausführungsbeispiel) ..	15
Bild A.5 — Ausführungsbeispiel eines virtuellen Impaktors	15
 Tabellen	
Tabelle B.1 — Checkliste für den Prüfbericht	16
Tabelle C.1 — Messunsicherheit der Sensoren	17
Tabelle C.2 — Validierung	18
Tabelle C.3 — Routinebetrieb	19

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Normenausschuss Kraftfahrzeuge (FAKRA), Arbeitskreis „Luftfilter-Prüfung“, erarbeitet.

DIN 71460 „Luftfilter für Kraftfahrzeuginnenraum“ besteht aus:

- Teil 1: Prüfverfahren für Partikelfiltration
- Teil 2: Prüfung der Gasadsorption von Filtern (zz. Entwurf)

Diese Norm steht mit dem von der International Organization for Standardization (ISO) herausgegebenen Schriftstück ISO/TS 11155-1:2001 in Zusammenhang, siehe Anhang D.

Einleitung

Verschiedene verwandte Dokumente (z. B. ISO/TS 11155-1:2001) fordern zum Teil für Prüfungen die elektrostatische Neutralisierung der verwendeten Prüfaerosole. Diverse Verfahren der Neutralisierung sind nach wie vor Gegenstand der Forschung, und ein allgemein und international anerkanntes Verfahren, welches sowohl hinsichtlich der wirtschaftlichen als auch der technischen Anwendbarkeit unumstritten ist, existiert zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht. Deshalb wird in diesem Dokument auf die Forderung nach einer Neutralisierung des Prüfaerosols in jeder Form verzichtet. Daraus ergibt sich jedoch, dass die gemessenen Fraktionsabscheidgrade mehr oder weniger stark von dem Dispergierungsverfahren und der Dosierung abhängen können und damit nur bei äquivalenter Dispergierung und ähnlicher apparativer Ausrüstung verglichen werden können.

Die vorliegende Norm genießt eine hohe Akzeptanz im Markt und findet vielfache Anwendung. Aus diesem Grund wurde die vorliegende Norm überarbeitet, um sie an die veränderten Gegebenheiten im Markt anzupassen. In diesem Zusammenhang sei vor allem auf die zunehmende Verwendung von so genannten Kombinationsfiltern hingewiesen. Solche Produkte weisen neben ihren Fähigkeiten zur Abscheidung partikulärer Luftverunreinigungen auch eine adsorptive Komponente zur Gasphasenfiltration auf. Typischerweise handelt es sich dabei um Aktivkohle, die aber auch hygroskopische Eigenschaften besitzt. Damit können die Prüflinge, je nach Rohstoff und Vorgeschichte, durch Adsorption oder Desorption von Wasserdampf aus der oder in die Umgebungsluft ihre Masse mehr oder weniger stark ändern. Für die Filterprüfung bedeutet dies, dass ein Testsystem in der Lage sein muss, die Umgebungsbedingungen hinreichend genau stabil zu halten, falls gravimetrische Untersuchungen (Staubbelaadungsversuche) an den Prüflingen durchgeführt werden sollen (siehe 4.1.1). Dadurch wird erreicht, dass die Adsorbentien in einen Gleichgewichtszustand bezüglich der Wasseradsorption gebracht werden können.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Luftfilter, die in Kraftfahrzeugen zum Reinigen der Außen- bzw. Umluft von Staubpartikeln und gasförmigen Luftverunreinigungen („Kombifilter“ und „Partikelfilter“) für Fahrzeuginnenräume eingesetzt werden. Sie legt Prüfverfahren für Beurteilungskriterien fest, welche die Auswahl und Vergleichbarkeit von Luftfiltern und Filterelementen unter Laborbedingungen gestatten sollen.

Die Prüfungen liefern Informationen über Druckdifferenzen, Fraktionsabscheidegrad und die Staubspeicherkapazität eines Filters.

ANMERKUNG Eine Vergleichbarkeit der Filterelemente ist nur bei gleicher Form, Bauart und Größe sowie gleicher Lage im Prüfkanal möglich. Die Prüfkammermaße sind in dieser Norm nicht mehr frei wählbar, sondern normativ festgelegt (siehe Anhang A).

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ASTM F328-98 (2003), *Standard Practice for Calibration of an Airborne Particle Counter Using Monodisperse Spherical Particles*

E DIN ISO 5011, *Luftfilter für Verbrennungsmotoren und Kompressoren — Prüfverfahren*

DIN EN 1822-1, *Schwebstofffilter (HEPA und ULPA) — Teil 1: Klassifikation, Leistungsprüfung, Kennzeichnung*

DIN EN 779, *Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik — Bestimmung der Filterleistung*

ISO 12103-1:2001, *Road vehicles — Test dust for filter evaluation — Part 1: Arizona test dust*

VDI 2066 Blatt 1, *Messen von Partikeln — Staubmessungen in strömenden Gasen — Gravimetrische Bestimmung der Staubbiladung — Übersicht*

VDI 2066 Blatt 2, *Messen von Partikeln — Manuelle Staubbiladung in strömenden Gasen — Gravimetrische Bestimmung der Staubbiladung — Filterkopfgeräte 4 m³/h, 12 m³/h*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Volumenstrom

$\dot{V}$

Volumen, das je Zeiteinheit ein Filter durchströmt

ANMERKUNG 1 Der Nennvolumen- bzw. Prüfvolumenstrom für den jeweiligen Einsatzfall wird zwischen Hersteller und Anwender vereinbart.

ANMERKUNG 2 Der Volumenstrom wird in m³/min oder m³/h angegeben.

3.2

Druckdifferenz

Δp_d

Differenz der statischen Drücke, die an einem Filter an- und abströmseitig vorhanden sind

ANMERKUNG 1 Wird als Messgröße auch als Differenzdruck bezeichnet.

ANMERKUNG 2 Die Druckmessstellen werden entsprechend der Prüfeinrichtung Einzelheit A nach Bild A.2 angeordnet.

ANMERKUNG 3 Die Druckdifferenz wird in Pa¹⁾ angegeben.

3.3

Anfangsdruckdifferenz

Δp_A

Druckdifferenz an einem neuen, unbeladenen Filter oder Filterelement

ANMERKUNG Die Druckdifferenz wird in Pa¹⁾ angegeben.

3.4

Enddruckdifferenz

Δp_E

Druckdifferenz für ein Filter oder Filterelement nach einer Staubbeaufschlagung

ANMERKUNG Die Druckdifferenz wird in Pa¹⁾ angegeben.

3.5

Filterfläche

A

wirksame Oberfläche eines Filterelements

ANMERKUNG Die Filterfläche wird in m² angegeben.

3.6

Fraktionsabscheidegrad

Abscheidegrad als Funktion der Partikelgröße

$E_f(x)$

$$E_f(x) = 100 \frac{C_1(x) - C_2(x)}{C_1(x)} \%$$

Dabei ist

- $C_1(x)$ die Anzahlkonzentration in Abhängigkeit von der Partikelgröße vor dem Prüfling;
- $C_2(x)$ die Anzahlkonzentration in Abhängigkeit von der Partikelgröße nach dem Prüfling.

ANMERKUNG Der Fraktionsabscheidegrad wird in % angegeben.

3.7

Staubspeicherkapazität

G

(eines Filters oder Filterelements) die Masse des Staubes, die unter festgelegten Versuchsbedingungen bis zum Erreichen eines vereinbarten Versuchsendzustandes, z. B. einer definierten Enddruckdifferenz, vom Prüfling aufgenommen wird

ANMERKUNG 1 Siehe auch DIN ISO 5011.

ANMERKUNG 2 Die Staubspeicherkapazität wird in g angegeben, siehe auch D.3.

1) 1 bar = 10⁵ Pa

4 Bezugszustände und Prüfstoffe

4.1 Bezugszustände

4.1.1 Luftzustand

Die Temperatur der angesaugten Luft muss $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$, die relative Luftfeuchte $(50 \pm 3) \%$ betragen. Zur Messung der Staubspeicherkapazität G an adsorptiven Filtern muss die Anlage hinsichtlich der Temperatur und der relativen Feuchte die obigen Bedingungen für die gesamte Messdauer einhalten können. Dies ist im Rahmen der Validierungsprozedur, beschrieben in Tabelle C.2, zu demonstrieren.

4.1.2 Luftreinigung

Die angesaugte Luft ist mit einem Schwebstofffilter mindestens der Filterklasse H12 nach DIN EN 1822-1 und bei Bedarf mit einem Vorfilter, Filterklasse F7 oder F8 nach DIN EN 779, von natürlichem Aerosol zu reinigen. Es wird empfohlen, aus Gründen der Lufthygiene und zum Schutz der Aggregate abströmseitig mit einer ähnlichen Filtrationseinrichtung die Prüfluft wieder von den aufgegebenen Stäuben zu reinigen.

4.2 Prüfstoffe

4.2.1 Prüfstaub

Die Versuche sind mit Prüfstaub A2 oder A4 nach DIN ISO 12103-1 durchzuführen. Es empfiehlt sich, den Prüfstaub vor Gebrauch zu durchmischen und zu homogenisieren.

4.2.2 Aerosole für Sonderprüfungen

Zur Durchführung von speziellen Prüfungen können andere Aerosole, wie z. B. NaCl, mono- oder polydisperse Latexpartikel, Pflanzenpollen oder andere, verwendet werden. In diesen Fällen sind Prüfverfahren und Bewertungskriterien zwischen Hersteller und Anwender zu vereinbaren.

5 Prüfeinrichtungen

5.1 Allgemeiner Aufbau

Ein Ausführungsbeispiel für die Prüfaufbauten zur Durchführung der Prüfungen zeigen die Bilder A.1 bis A.6. Bild A.2 zeigt den Aufbau. Die Anlage ist, zumindest zwischen Staubaufgabe und der abströmseitigen Probennahme, leitfähig auszuführen und zu erden. Grundsätzlich ist bei der Konzeption auf die Minimierung von Partikelverlusten zu achten. Ein dieser Norm entsprechender Prüfstand muss die Anforderungen nach Abschnitt 5 und den Tabellen C.1 und C.2 erfüllen.

5.2 Luftzuführung

Die angesaugte Luft ist nach 4.1.2 aufzubereiten. Nach der Luftversorgungseinheit ist eine Volumenstromregelung in den Luftzuführungskanal zu integrieren. Es muss sich ein Volumenstrom im Bereich zwischen $150 \text{ m}^3/\text{h}$ und $680 \text{ m}^3/\text{h}$, unabhängig von dem aktuellen Bestaubungszustand des Filters, auf $\pm 3 \%$ einstellen lassen. Die Luftzuführung ist ab der Volumenstromregelung dicht auszuführen. Bei einem Druckunterschied von 500 Pa gegenüber Umgebungsdruck müssen eventuelle Leckströme kleiner 100 l/min erreicht werden.

Die Maße der Luftzuführungsteile sind zweckentsprechend zu wählen.

5.3 Prüfkanal

Der Prüfkanal ist senkrecht anzuordnen. Durch geeignete Maßnahmen, z. B. Leitbleche, ist sicherzustellen, dass die Strömung über dem Querschnitt gleichmäßig wird. In Bild A.2 ist die Ausführung dargestellt.

5.4 Prüfstaub-Zugabeeinrichtung

5.4.1 Bestäubungsprüfung

Es ist eine Zugabeeinrichtung zu verwenden, die den Prüfstaub gleichmäßig nach C.2 zuführt. Die Partikelgrößenverteilung darf für die Prüfungen durch die Einrichtung nicht verändert werden.

5.4.2 Einrichtung zur Modifizierung der Häufigkeitsverteilung des Prüfstaubes

Für die Messung des Fraktionsabscheidegrades ist es im Hinblick auf die Koinzidenzen bei kleinen Partikeln und fehlender statistischer Genauigkeit bei großen Partikeln sinnvoll, die schmalbandige Anzahlhäufigkeitsverteilung des Prüfstaubes durch eine partikelgröÑenselektive Verdünnungseinrichtung nach Bild A.5 zu modifizieren. Diese Einrichtung wird hinter der Zugabeeinrichtung in die Staubaufgabelung geschaltet und kann eine zusätzliche Verdünnungseinrichtung vor dem Partikel-Zählgerät ersetzen.

Bei der Bestimmung der Staubspeicherkapazität ist die partikelgröÑenselektive Verdünnungseinrichtung nicht zu verwenden.

5.5 Prüfstaub-Zuführung

Die Staubeinbringung erfolgt entgegen der Strömungsrichtung, wie in Bild A.2 gezeigt. Die gleichmäßige Verteilung des Prüfstaubes im Prüfkanal muss nachgewiesen werden.

Die Verbindungsleitungen müssen aus elektrisch leitendem Werkstoff sein. Die verwendete Druckluft muss getrocknet und ölfrei zugeführt werden.

Zur Verifikation der Tauglichkeit des Prüfsystems im Hinblick auf Konstanz und Gleichförmigkeit der räumlichen Verteilung des Prüfaerosols, sowie zum Ausschluss von signifikanten Probenentnahmefehlern sind die Überprüfungen nach 5.6 bis 5.9 durchzuführen:

5.6 Probenentnahmesonden

Die Probenentnahmesonden sind grundsätzlich entgegen der Luftströmung einzubauen. Es ist zulässig, mit zwei Sonden an- und abströmseitig oder alternativ mit einer Sonde auf der Abströmseite mit und ohne Filter zu messen. Dabei sollte die Strömungsgeschwindigkeit in der Sonde möglichst genau jener in der Sondenumgebung entsprechen (isokinetische Probenahme). Abweichungen von der Isokinetik von maximal $\pm 20\%$ sind zulässig. Falls mit zwei Sonden gearbeitet wird, muss die Probenahme vor und hinter dem Filter/Filterelement gleichartig sein, insbesondere sind die Anforderungen nach 5.9 zu erfüllen. Die Probenentnahmesonden müssen in der Mitte des Kanalquerschnittes und im gleichen Abstand etwa 100 mm von der Filteroberfläche angeordnet werden; Abweichungen sind zwischen Hersteller und Anwender zu vereinbaren. Die Anordnung ist im Prüfbericht anzugeben.

Sind die Zählratenunterschiede zwischen An- und Abströmseite nicht statistisch, sondern systematisch und reproduzierbar, so sind entsprechende Korrekturfaktoren zu bilden, mit deren Hilfe die Verteilungsmessungen bei der tatsächlichen Filterprüfung zu korrigieren sind. Diese Prüfung muss für stark abweichende Blendengeometrien ebenfalls durchgeführt werden.

HINWEIS Sollten bei diesen Messungen systematische Phänomene auftreten (z. B. ständige Zu- oder Abnahme der Zählraten usw.), so kann auf Probleme geschlossen werden, die ihre Ursachen außerhalb des hier zu untersuchenden Problemkreises haben. Die möglichen Gründe hierfür sollten durch Untersuchung der in Frage kommenden Komponenten geklärt und beseitigt werden.