

DIN EN 1751

ICS 91.140.30

Entwurf

Einsprüche bis 2023-03-13
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1751:2014-06

**Lüftung von Gebäuden –
Geräte des Luftverteilungssystems –
Aerodynamische Prüfungen von Drossel- und Absperrelementen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 1751:2023**

Ventilation for buildings –
Air terminal devices –
Aerodynamic testing of damper and valves;
German and English version prEN 1751:2023

Ventilation des bâtiments –
Bouches d'air –
Essais aérodynamiques des registres et clapets;
Version allemande et anglaise prEN 1751:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-01-13 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 nhrs@din.de 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 Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRs), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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 71 Seiten

DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRs)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1751:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 156 „Lüftung von Gebäuden“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 041-02-52 AA „Komponenten (SpA CEN/TC 156/WG 3 und 4)“ im DIN-Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik sowie deren Sicherheit (NHRS).

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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1751:2014-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anhang C „Klassifizierung der Leckage einer Klappe oder eines Ventils“;
- b) die Leckage einer geschlossenen Klappe wurde um Gleichungen für die Berechnung der Klassifizierungsstufen und um eine verbesserte Grafik ergänzt;
- c) für die Gehäuseleckage gibt es jetzt Gleichungen zur Klassifizierung, die auf den Leckageklassen für Luftleitungen in EN 16798-3:2017, Tabelle 19, basieren, wobei eine Bezugsgröße des Gehäuses von 1 m zugrunde gelegt wird, sowie eine verbesserte Grafik;
- d) redaktionelle Überarbeitung des Dokuments.

Lüftung von Gebäuden – Geräte des Luftverteilungssystems – Aerodynamische Prüfungen von Drossel- und Absperrelementen

Ventilation for buildings – Air terminal devices – Aerodynamic testing of damper and valves

Ventilation des bâtiments – Bouches d'air – Essais aérodynamiques des registres et clapets

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
3.1 Begriffe	6
3.2 Symbole	6
3.3 Indizes	7
4 Geräteausstattung	7
4.1 Messung des Luftvolumenstroms	7
4.2 Druckmessung	8
4.3 Temperaturmessung	8
5 Leckageprüfungen	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Leckage von Drossel- und Absperelementen	9
5.3 Gehäuseleckage	9
6 Volumenstrom und Druckprüfung	10
6.1 Verfahren mit Luftleitung	10
6.2 Kammervorgang	11
6.2.1 Allgemeines	11
6.2.2 Größenverhältnis	11
6.2.3 Prüfungen	11
6.3 Berechnungen und Bericht	12
Anhang A (informativ) Mechanische Prüfung von Drossel- und Absperelementen	18
A.1 Anwendungsbereich	18
A.2 Geräteausstattung: Drehmomentmessung	18
A.3 Druckprüfung zur Bestimmung des Grenzwerts für die bauliche Stabilität	18
A.4 Drehmomentprüfungen zur Bestimmung des Drehmoments, das für das Betätigen des Drossel- bzw. Absperelements erforderlich ist, und des Grenzwerts für die Vermeidung von baulichen Schäden	19
A.4.1 Erforderliches Drehmoment zur Betätigung des Drosselements	19
A.4.2 Maximal zulässiges Drehmoment	19
Anhang B (informativ) Wärmedurchgang durch Drossel- und Absperelemente	22
B.1 Einleitung	22
B.2 Anwendungsbereich	22
B.3 Wärmeverlustprüfung unter Anwendung eines Substitutionsverfahrens	22
Anhang C (normativ) Klassifizierung der Leckage von Absperr- bzw. Drosselementen	25
C.1 Anwendungsbereich	25
C.2 Leckage durch geschlossene Klappe(n)	25
C.3 Gehäuseleckage	26
Anhang D (informativ) Auswirkungen der Luftleitungskonfiguration auf den Druckverlustkoeffizienten	29
D.1 Allgemeines	29
D.2 Anwendung des Korrekturfaktors	30
Anhang E (informativ) Korrektur des Luftstroms entsprechend der Umgebungsbedingungen	31
E.1 Berechnung des Luftstroms unter Bezugsbedingungen — Beispiele	31
Literaturhinweise	33

Bilder

Bild 1 —	14
Bild 2 —	15
Bild 3 — Anforderungen an Volumenstrom/Druck — Typischer Prüfaufbau	16
Bild 4 — Prüfgeräteaufbau mit Eintritts- oder Ausströmkammer	16
Bild 5 —	17
Bild A.1 — Prüfaufbau für die Drehmomentmessung	20
Bild A.2 — Darstellung der Ergebnisse	21
Bild B.1 — Messanordnung für den Wärmedurchgang	24
Bild C.1 — Klassifizierung der Leckage bei geschlossener Klappe	26
Bild C.2 — Klassifikation der Gehäuseleckage	28
Bild D.1 — Mögliche Anschlüsse zwischen Luftleitung und Absperrelement	30

Tabellen

Tabelle 1 — Symbole	6
Tabelle 2 — Genauigkeit von Messgeräten für Leckluftströmungen	8
Tabelle 3 — Auflösung für die Messbereiche des Manometers	8
Tabelle 4 — Prüfdaten für Volumenstrom und Druck	11
Tabelle 5 — Prüfdaten für Volumenstrom und Druck	12
Tabelle B.1 — Symbole für die Prüfung des Wärmedurchgangs	23
Tabelle C.1 — Klassifizierung der Leckage bei geschlossener Klappe	25
Tabelle C.2 — Klassifikation der Gehäuseleckage	27
Tabelle D.1 — Korrekturfaktoren für den Druckverlustkoeffizienten — Für die Klappe ist das richtige Format zu verwenden $\alpha = 10^{\circ\text{a}} 40^{\circ}$	30
Tabelle E.1 — Beispielrechnung des Luftstroms in Übereinstimmung mit CEN/TS 17153	31
Tabelle E.2 — Berechnete Beispiele basierend auf verschiedenen Prüfbedingungen	32

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1751:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 156 „Air terminal devices“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument ersetzt EN 1751:2014.

Im Vergleich zur Vorgängerausgabe EN 1751:2014 wurden die folgenden technischen Änderungen vorgenommen:

- Anhang C Klassifizierung der Leckage von Absperr- bzw. Drosselementen;
- die Leckage bei geschlossener Klappe wurde mit Gleichungen für die Berechnung der Klassifizierungsstufen und eine verbesserte Grafik ergänzt;
- die Gehäuseleckage wurde mit Gleichungen für die Klassifizierung versehen, die auf den Leckageklassen von Luftleitungen aus EN 16798-3:2017, Tabelle 19, basieren, wobei eine Gehäuselänge von 1 m als Referenz verwendet wird, sowie einer verbesserten Grafik.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Mandats erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Verfahren zur Prüfung und Bewertung von Drossel- und Absperrelementen fest, die in Luftverteilungssystemen mit Differenzdrücken bis zu 2 000 Pa verwendet werden.

Die in diesem Dokument enthaltenen Prüfungen berücksichtigen:

- Leckage bei einem geschlossenen Drossel- bzw. Absperrelement (Klassifizierung siehe Anhang C);
- Gehäuseleckage (Klassifizierung siehe Anhang C);
- typische Anforderungen an Volumenstrom/Druck;
- Drehmoment (siehe Anhang A);
- Wärmedurchgangskoeffizient (siehe Anhang B).

Die akustische Prüfung von Drossel- und Absperrelementen ist nicht in diesem Dokument enthalten. Die vorstehend festgelegten Prüfungen gelten für Folgendes:

- Messung der Leckage bei einem geschlossenen Drossel- bzw. Absperrelement;
- Messung der Gehäuseleckage;
- Bestimmung der Anforderungen an Volumenstrom und Druck;
- Messung des Drehmomentverlaufs (siehe Anhang A);
- Messung der Wärmeübertragung zur Bestimmung der Wärmedämmungseigenschaften (siehe Anhang B).

ANMERKUNG Bestimmte Aspekte der dynamischen Leistung von Drossel- bzw. Absperrelementen sind abhängig vom Luftverteilungssystem, in das sie eingebunden sind, weshalb es schwierig ist, sie getrennt zu messen. Solche Erwägungen haben dazu geführt, dass diese Aspekte der Messung der dynamischen Leistung nicht in das vorliegende Dokument aufgenommen wurden. Wie auch bei anderen Luftverteilungskomponenten sind die Ergebnisse von Prüfungen nach diesem Dokument möglicherweise nicht direkt anwendbar, wenn das Drossel- bzw. Absperrelement in einem Bereich ungleichmäßiger Strömung angeordnet ist.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

CEN/TS 17153, *Lüftung von Gebäuden — Korrektur des Luftstroms entsprechend der Umgebungsbedingungen*

EN 12792, *Lüftung von Gebäuden — Symbole, Terminologie und graphische Symbole*

EN 16798-3:2017, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Lüftung von Gebäuden — Teil 3: Lüftung von Nichtwohngebäuden — Leistungsanforderungen an Lüftungs- und Klimaanlage und Raumkühlsysteme (Module M5-1, M5-4)*

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

EN ISO 5167-2, *Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt — Teil 2: Blenden (ISO 5167-2)*

EN ISO 5167-3, *Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt — Teil 3: Düsen und Venturidüsen (ISO 5167-3)*

EN ISO 5167-4, *Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt — Teil 4: Venturirohre (ISO 5167-4)*

3 Begriffe

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 12792.

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

- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

3.2 Symbole

Die in diesem Dokument verwendeten Symbole sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1 — Symbole

Symbol	Größe	Einheit
A	Innenquerschnittsfläche der Luftleitung	m^2
C_D	Ausströmkoefizient	—
D_e	äquivalenter hydraulischer Durchmesser runde Kanäle: $\sqrt{\frac{4A}{\pi}}$ quadratische/rechteckige Kanäle: $\frac{2ab}{a+b}$	m
p	absoluter Druck	Pa
p_a	Luftdruck	Pa
p_d	dynamischer Druck $1/2 \rho v^2$	Pa
p_t	Stagnations- oder absoluter Gesamtdruck	Pa
p_s	statischer Überdruck ($p - p_a$)	Pa
Δp_s	Druckdifferenz über das zu prüfende Drossel- bzw. Absperrelement	Pa
Δp	Druckdifferenz am Strömungsmessgerät	Pa
Δp_t	herkömmlicher Wert der Gesamtdruckdifferenz bei einer Luftdichte von $1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ am Eintritt des zu prüfenden Drossel- bzw. Absperrelements	Pa
q_v	Luftvolumenstrom am Strömungsmessgerät	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$
q_{vL}	Leckluftvolumenstrom	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1}$
q_{vLBA}	Leckluftfaktor bei geschlossener Drosselklappe, Leckluftvolumenstrom je Einheit der Luftleitungsquerschnittsfläche	$\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Symbol	Größe	Einheit
q_{vLCA}	Leckluftfaktor des Gehäuses, Leckluftvolumenstrom je Bezugsgehäusefläche (gebildet als Produkt aus dem Umfang des Drosselements und einer äquivalenten Länge von 1 m)	$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$
v	Geschwindigkeit	$m \cdot s^{-1}$
s	Position des Drosselements	%, α oder m
T	Drehmoment	N·m
U	Wärmedurchgangskoeffizient	$W \cdot K^{-1} \cdot m^{-2}$
q	Temperatur	°C
ρ	Luftdichte	$kg \cdot m^{-3}$
ξ	Druckverlustkoeffizient	—

3.3 Indizes

Die folgenden Indizes müssen mit den in Tabelle 1 angeführten Symbolen verwendet werden.

- 1 ist der Eintritt des zu prüfenden Drossel- bzw. Absperrelements;
- 2 ist der Austritt des zu prüfenden Drossel- bzw. Absperrelements;
- u ist der Messpunkt auf der Anströmseite des Strömungsmessgeräts;
- n ist der Wert an einem gewählten Punkt des Diagramms Volumenstrom/statischer Druck.

4 Geräteausstattung

4.1 Messung des Luftvolumenstroms

4.1.1 Zur Messung des Luftvolumenstroms sind Messgeräte nach EN ISO 5167-1, EN ISO 5167-2, EN ISO 5167-3 und EN ISO 5167-4 oder andere Geräte mit gleichwertiger kalibrierter Leistung zu verwenden.

4.1.2 Die Kalibriergenauigkeit der Luftströmungsmessgeräte muss über den gesamten Messbereich mindestens $\pm 2,5$ % betragen.

ANMERKUNG Sofern erforderlich, können Strömungsmessgeräte in situ kalibriert werden, und zwar nach dem in der ISO 3966 beschriebenen Verfahren mit Pitotstaurohrtraverse.

4.1.3 Strömungsmessgeräte sind in angemessenen Abständen zu überprüfen, die jedoch 12 Monate nicht überschreiten dürfen. Diese Überprüfung kann in einer der folgenden Weisen erfolgen:

- eine Überprüfung der Maße bei allen Strömungsmessgeräten, die keiner Kalibrierung bedürfen;
- eine den vollen Messbereich umfassende Kalibrierung unter Anwendung des für die Erstkalibrierung von *in situ* kalibrierten Messgeräten angewendeten Verfahrens;
- eine Vergleichsprüfung gegen ein Strömungsmessgerät, das mit den Festlegungen für Strömungsmessgeräte nach EN ISO 5167-1, EN ISO 5167-2, EN ISO 5167-3 oder EN ISO 5167-4, wie jeweils zutreffend, übereinstimmt.

4.1.4 Messgeräte für Leckluftströmungen müssen mindestens den Genauigkeitsbereichen nach Tabelle 2 entsprechen.

Tabelle 2 — Genauigkeit von Messgeräten für Leckluftströmungen

Messbereich $l \cdot s^{-1}$	Messgenauigkeit
bis einschließlich 0,018	$\pm 0,000\,9\,l \cdot s^{-1}$
mehr als 0,018	$\pm 5\,\%$

ANMERKUNG Wenn sie entsprechend 4.1.3 c) kalibriert sind, können alternativ auch andere Messgeräte angewendet werden, z. B. solche mit variabler Fläche oder integrierende Luftströmungsmessgeräte mit „positiver Verdrängung“.

4.2 Druckmessung

4.2.1 Der Druck in der Luftleitung muss mithilfe eines mit einer Flüssigkeit gefüllten, kalibrierten Manometers oder eines anderen Geräts nach 4.2.2 gemessen werden.

4.2.2 Die Auflösung darf nicht höher sein als die in Tabelle 3 für den jeweiligen Messbereich des Manometers angegebenen Werte.

Tabelle 3 — Auflösung für die Messbereiche des Manometers

Messbereich Pa	Auflösung Pa
bis einschließlich 50	0,1
von 50 bis 250	1
von 250 bis 500	5,0
mehr als 500	25,0

4.2.3 Der Messwert der Druckdifferenz sollte mehr als 10 % des Messbereichs des eingesetzten Messgeräts betragen.

BEISPIEL Bei einem Mikromanometer mit einem Bereich von 0 Pa bis 1 000 Pa beträgt die zu messende Mindest-Druckdifferenz 100 Pa.

4.2.4 Die Unsicherheit der Kalibrierstandards muss wie folgt sein:

- bei Geräten mit einem Messbereich bis 100 Pa höchstens $\pm 0,5$ Pa und
- bei Geräten mit einem Messbereich über 100 Pa höchstens $\pm 0,5\,\%$ des Ablesewerts.

4.3 Temperaturmessung

Die Temperaturmessung muss z. B. mithilfe von Quecksilberthermometern, Widerstandsthermometern oder Thermoelementen durchgeführt werden. Die Geräte müssen eine höhere Auflösung als 0,5 K aufweisen und mit einer Genauigkeit von $\pm 0,25$ K kalibriert sein.

5 Leckageprüfungen

5.1 Allgemeines

Das Leckageverhalten des Drosselements kann unterschiedlich sein, abhängig davon, ob das Element Über- oder Unterdruck ausgesetzt ist. Der Hersteller muss für diese Prüfung die Bedingungen für den Druck festlegen.

5.2 Leckage von Drossel- und Absperrelementen

5.2.1 Leckagemessungen von Drossel- und/oder Absperrelementen in geschlossener Stellung müssen unter realistischen Betriebsbedingungen erfolgen, wobei das Drossel- bzw. Absperrelement gegen den höchsten empfohlenen statischen Druck schließen muss. Da auch beim Schließen des Drossel- und Absperrelements noch kleine Volumenströme vorliegen, wird das zur Messung dieser kleinen Volumenströme angewendete Verfahren einen hohen Druckverlust bewirken, wenn das Drossel- bzw. Absperrelement offen ist. Das verhindert einen hohen Differenzdruck in der Eintrittsluftleitung, bis das Drossel- bzw. Absperrelement sich der Schließstellung nähert.

Mit dem Schließen des Absperrelements und dem Abnehmen des Volumenstroms wird der statische Differenzdruck im Eintritt auf ungefähr den empfohlenen Eintrittsdruck ansteigen.

5.2.2 Zu Beginn jeder Prüfung (bevor das Gebläse des Luftversorgungssystems gestartet wird) ist das Drossel- bzw. Absperrelement 10-mal mithilfe der Stellvorrichtung vollständig zu öffnen und zu schließen, wobei das Drossel- bzw. Absperrelement schließlich in vollständig geschlossener Stellung verbleibt.

ANMERKUNG Für alle Anwendungen in geschlossener Stellung wird der Antrieb des Drosselements dem vom Hersteller empfohlenen Drehmoment ausgesetzt.

5.2.3 Das zu prüfende Drossel- bzw. Absperrelement ist an eine Prüfanlage ähnlich Bild 1a) oder Bild 1b) anzuschließen. Die Luftleitung ist mit einer geeigneten Luftversorgung zu verbinden. In beiden Fällen ist sorgfältig sicherzustellen, dass die Verbindungsstellen zu den Luftleitungen nach den Anweisungen des Herstellers abgedichtet sind.

5.2.4 Der anströmseitige Druck (Zuluftdruck) ist auf die maximal empfohlene Eintrittsdruckdifferenz gemäß der entsprechenden Klassifizierung nach Bild C.1 und Bild C.2 zu erhöhen. Dann ist ohne weitere Verstellung des Volumenstroms des Luftversorgungssystems das Drossel- bzw. Absperrelement in die geöffnete Stellung zu bringen und danach wieder manuell oder mithilfe der vom Hersteller dafür vorgesehenen Vorrichtung zu schließen. Wenn sich das Drossel- bzw. Absperrelement der geschlossenen Position nähert, ist der anströmseitige Druck nachzustellen, um die empfohlene statische Druckdifferenz am Eintritt mit einer Abweichung von $\pm 5\%$ aufrechtzuerhalten. Der vorstehende Prozess dient dazu sicherzustellen, dass der Betriebszustand in Geschlossenstellung für den normalen Betrieb bei vorhandenem Volumenstrom so repräsentativ wie möglich ist.

ANMERKUNG Möglicherweise muss die Volumenstrom-Messeinrichtung zur Messung der Leckage während des vorstehenden Prozesses vom System getrennt werden, um eine mögliche Beschädigung der Einrichtung zur Messung niedriger Volumenströme zu verhindern.

5.2.5 Der Leckluftfaktor des Drossel- bzw. Absperrelements ist als Funktion der Prüfdruckdifferenz in Geschlossenstellung anzugeben. Die Klassifizierung nach Anhang C ist ebenfalls mit einzubeziehen.

5.3 Gehäuseleckage

5.3.1 Die Prüfanlage muss ähnlich der im Bild 2 a) oder Bild 2 b) dargestellten sein. Der Gehäuseaustritt des Drossel- bzw. Absperrelements ist nach Herstellerangaben dicht zu verschließen. Das Drossel- bzw. Absperrelement ist in die geöffnete Stellung zu bringen.

5.3.2 Die Prüfung des Gehäuses ist auszuführen, indem das Gehäuse dem maximal empfohlenen Druck nach 5.2.4 ausgesetzt wird. Vor Beginn der Leckagemessungen ist der Druck für 60 s aufrechtzuerhalten.

5.3.3 Das Prüfergebnis ist in Form des Leckluftfaktors des Gehäuses als Funktion des Prüfdrucks anzugeben. Die Klassifizierung nach Anhang C ist ebenfalls mit einzubeziehen.

6 Volumenstrom und Druckprüfung

6.1 Verfahren mit Luftleitung

6.1.1 Dieses Verfahren gilt für in einer Luftleitung eingebaute Drossel- bzw. Absperrelemente.

6.1.2 Das zu prüfende Drossel- bzw. Absperrelement ist in ein System einzubauen, das ein Gebläse, eine Vorrichtung zur Regelung des Luftvolumenstroms, ein Strömungsmesssystem und Prüfkanäle umfasst (siehe Bild 3).

6.1.3 Die Prüfluftleitungen müssen Querschnittsmaße aufweisen, die gleich den Nennmaßen der zu prüfenden Einheit sind oder den Herstellerangaben entsprechen. Die anströmseitige Prüfluftleitung muss eine gerade Länge von mindestens $5D_{e1}$ aufweisen. Die abströmseitige Prüfluftleitung muss über mindestens $5D_{e2}$ oder 2 m gerade sein, je nachdem, welcher dieser Werte größer ist.

6.1.4 Strömungsgleichrichter sind im anströmseitiger Prüfluftleitung $3D_{e1}$ vom Anschluss an das zu prüfende Drossel- bzw. Absperrelement entfernt zu installieren; alternativ muss eine gerade Luftleitung ohne Strömungsgleichrichter verwendet werden.

6.1.5 Das Geschwindigkeitsprofil in der Nähe des anströmseitigen Anschlusses an das zu prüfende Drossel- bzw. Absperrelement muss auf 10 % des Mittelwerts über den Prüfluftleitungsquerschnitt gleichförmig sein, ausschließlich des Bereichs innerhalb 15 mm von den Luftleitungswänden. Die Geschwindigkeit ist an 10 gleichmäßig voneinander entfernten Punkten entlang eines Paares senkrecht aufeinanderstehender Achsen zu ermitteln um zu bestätigen, dass das Geschwindigkeitsprofil innerhalb dieser Grenzen liegt. Erforderlichenfalls kann Drahtgewebe angebracht werden, jedoch nicht näher als $2,5D_{e1}$ vom anströmseitigen Anschluss an das zu prüfende Drossel- bzw. Absperrelement, um ein hinreichend gleichmäßiges Geschwindigkeitsprofil zu erreichen.

6.1.6 Der anströmseitige statische Überdruck (p_{s1}) in der Luftleitung ist mithilfe vier statischer Druckentnahmen $1,5D_{e1}$ vom anströmseitigen Anschluss an das zu prüfende Drossel- bzw. Absperrelement entfernt zu messen. Bei einer eckigen Luftleitung müssen diese Druckentnahmestellen in der Mitte einer jeden Seite angeordnet sein, bei einer runden Luftleitung in gleichen Abständen auf dem Umfang. Die Druckentnahmestellen sind zu einem piezometrischen Ring zu verbinden. Alternativ ist eine einzelne statische Pitot-Sonde anzuwenden.

6.1.7 Die Lufttemperatur ist am Strömungsmessgerät und mit einem Abstand von $2,5D_{e1}$ anströmseitig des zu prüfenden Drossel- bzw. Absperrelements zu messen; während der Prüfung darf die Temperaturschwankung an einer Stelle nicht mehr als 3 K betragen.

6.1.8 Das Drossel- bzw. Absperrelement ist in die vollständig geöffnete Stellung zu bringen; dann sind die Prüfungen auf folgende Weise durchzuführen:

- Es sind mindestens fünf Luftvolumenströme zu verwenden, die gleichmäßig über den Gesamtbereich des Volumenstroms verteilt sind; der niedrigste Luftvolumenstrom ist dabei so zu wählen, dass der statische Druck in der Prüfluftleitung nicht unter 10 Pa liegt;
- das Drossel- bzw. Absperrelement ist aus der Prüfanlage herauszunehmen, und die anströmseitige Prüfluftleitung ist direkt mit der abströmseitigen Prüfluftleitung zu verbinden. Das Verfahren nach 6.1.8 ist mit fünf Luftvolumenströmen zu wiederholen, die den gleichen Volumenstrombereich wie in 6.1.8 abdecken.

6.1.9 Das in 6.1.8 beschriebene Vorgehen ist, wenn nötig zu wiederholen, wenn sich das Drossel- bzw. Absperrelement in einer anderen als der offenen Stellung befindet.

6.1.10 Die mit Tabelle 4 übereinstimmenden Daten sind aufzuzeichnen.

Tabelle 4 — Prüfdaten für Volumenstrom und Druck

Symbol	Größe	Einheit	Messunsicherheit
$p_{s1(a)}$	statischer Überdruck in der Eintrittsluftleitung bei installiertem Drossel- bzw. Absperrelement	Pa	3 %
$p_{s1(b)}$	statischer Überdruck in der Eintrittsluftleitung bei entferntem Drossel- bzw. Absperrelement	Pa	3 %
p_a	Luftdruck	Pa	1 %
θ_1	Lufttemperatur am Eintritt des zu prüfenden Drossel- bzw. Absperrelements	°C	3 %
Δp^a	Druckdifferenz am Strömungsmessgerät	Pa	3 %
p_{su}	statischer Überdruck unmittelbar anströmseitig vom Strömungsmessgerät	Pa	3 %
θ_u	Lufttemperatur unmittelbar anströmseitig vom Strömungsmessgerät	°C	3 %
S	Position des Drosselements	%, α oder m	2°
CEN/TS 17153 sollte verwendet werden, um die gemessene Luftstromrate auf Normbedingungen zu korrigieren.			
^a Oder der geeignete Parameter, der sich auf q_v bezieht.			

6.2 Kammerverfahren

6.2.1 Allgemeines

Dieses Verfahren gilt für Drossel- und Absperrelemente mit freien Eintritten und freier Ausströmöffnung.

6.2.2 Größenverhältnis

Das Größenverhältnis des Prüfaufbaus für die Bestimmung des Volumenstroms und des statischen Differenzdrucks des zu prüfenden Geräts ist auf Folgendes zu begrenzen:

- Die Querschnittsfläche der Kammer muss mindestens dem 7-Fachen der Innenquerschnittsfläche der Luftleitung (A) des zu prüfenden Geräts entsprechen;
- die weiteren Maße müssen den Angaben von Bild 4 entsprechen.

6.2.3 Prüfungen

6.2.3.1 Die Differenzdrücke nach dem Kammerverfahren beschreiben den Differenzdruck, der zur Beschleunigung der Luft auf eine gegebene Geschwindigkeit erforderlich ist und um die Einströmungs-(Abströmungs-)Verluste, die wegen der Absperrung sowie der Einströmungs-(Abströmungs-)Bedingungen entstehen, zu überwinden.

6.2.3.2 Es sind mindestens fünf Luftvolumenströme zu verwenden, die gleichmäßig über den Gesamtbereich des Volumenstroms verteilt sind; der niedrigste Luftvolumenstrom ist dabei so zu wählen, dass der statische Druck in der Prüfluftleitung nicht unter 10 Pa liegt.

6.2.3.3 Das in 6.2.3.2 beschriebene Vorgehen ist, wenn nötig zu wiederholen, wenn sich das Drossel- bzw. Absperrelement in einer anderen als der offenen Stellung befindet.

6.2.3.4 Die mit Tabelle 5 übereinstimmenden Daten sind aufzuzeichnen.

Tabelle 5 — Prüfdaten für Volumenstrom und Druck

Symbol	Größe	Einheit
Δp_s	Druckdifferenz über das zu prüfende Drossel- bzw. Absperrelement	Pa
p_a	Luftdruck	Pa
θ_1	Lufttemperatur am Eintritt des zu prüfenden Drossel- bzw. Absperrelements	°C
Δp^a	Druckdifferenz am Strömungsmessgerät	Pa
p_{su}	statischer Überdruck unmittelbar anströmseitig vom Strömungsmessgerät	Pa
θ_u	Lufttemperatur unmittelbar anströmseitig vom Strömungsmessgerät	°C
S	Position des Drosselements	%, α oder m
^a Oder der geeignete Parameter, der sich auf q_v bezieht.		

6.3 Berechnungen und Bericht

Die Haupteigenschaft eines Drosselements im Sinne dieser Norm ist der Druckverlustkoeffizient für die offene Stellung. Darüber hinaus ist die drosselnde Wirkung bei verschiedenen Winkellagen und Einbauarten für die Planung wichtig. Die Messung der verschiedenen Winkellagen ist in 6.1 und 6.2 beschrieben. Anhang D enthält Referenzwerte für den Einfluss der verschiedenen Einbauarten.

Die Eigenschaften des Druckabfalls hängen von der Art der Konstruktion ab. Wenn verschiedene Größen eines Typs geometrisch ähnlich sind, muss nur eine mittlere Größe untersucht werden.

6.3.1 Bei jeder Prüfung ist der Luftvolumenstrom am Strömungsmesser (q_v) zu bestimmen. Die Korrektur bezüglich CEN/TS 17153 muss vorgenommen werden (siehe Anhang E), wenn es signifikante Unterschiede der Lufttemperatur und des statischen Drucks zwischen dem Strömungsmessgerät und dem zu prüfenden Drossel- bzw. Absperrelement gibt, sodass das Dichteverhältnis der Luft kleiner als 0,98 oder größer als 1,02 ist.

6.3.2 Nachdem Werte von $p_{s1(a)}$ und $p_{s1(b)}$ gemessen und entsprechende Werte von q_{v1} nach 6.3.1 ermittelt wurden, sind die folgenden Funktionen auf eine lineare Kurve zu übertragen:

$$p_{s1(a)} \text{ vs } (q_{v1})^2 \quad (1)$$

$$p_{s1(b)} \text{ vs } (q_{v1})^2 \quad (2)$$

Unter Verwendung grafischer und/oder rechnerischer Verfahren ist die beste Gerade durch die aufgetragenen Punkte zu bestimmen, wobei darauf zu achten ist, dass diese durch den Nullpunkt verläuft (siehe Bild 5a). Wenn einzelne Punkte außerhalb $\pm 5\%$ des Differenzdruckbereichs um die beste Mittellinie liegen, sind die Prüfungen bei den entsprechenden Volumenströmen zu wiederholen, um die Gültigkeit der Prüfdaten zu überprüfen. Wenn bei montiertem Drosselement Gruppen von Punkten aus der Bandbreite von $\pm 5\%$ herausfallen und damit zeigen, dass die Prüfergebnisse nicht einer linearen Beziehung zwischen $(q_{v1})^2$ und $p_{s1(a)}$ folgen, ist die beste Linie (Kurve) durch die Punkte und den Nullpunkt zu ziehen (siehe Bild 5b). Wenn die $p_{s1(a)}$ Punkte innerhalb von $\pm 5\%$ der Linie (Kurve) liegen, kann die Kurve für die Berechnung nach 6.3.3 und 6.3.4 verwendet werden. Wenn die $p_{s1(a)}$ Punkte außerhalb des Bereichs von $\pm 5\%$ um die Kurve liegen, können nur einzelne Prüfpunkte für $p_{s1(a)}$ in 6.3.3 und 6.3.4 verwendet werden, und die Situation muss bei der Angabe der Prüfergebnisse nach 6.3.7 erklärt werden.

6.3.3 Wenn 6.3.2 eingehalten wurde, ist Folgendes sicherzustellen:

- Wenn $p_{s1(a)}$ gegen $(q_{v1})^2$ eine Gerade ist, so ist aus den untersuchten Volumenströmen ein Wert des Volumenstroms q_{v1n} auszuwählen. Hinsichtlich des statischen Überdrucks gilt für die geprüfte Einheit in diesem Zustand:

$$p_{sn} = p_{s1(a)n} - p_{s1(b)n} \quad (3)$$

- Wenn $p_{s1(a)}$ gegen $(q_{v1})^2$ eine Kurve ist, so ist ein Bereich für q_{v1n} auszuwählen, der mindestens drei Werte umfasst (einen niedrigen, einen mittleren und einen hohen), um so Werte für p_{sn} zu bestimmen.

6.3.4 Der Druckverlustkoeffizient ξ ist unter Verwendung der nach 6.3.3 erhaltenen p_{sn} Werte zu berechnen.

$$\xi = \frac{p_{sn}}{\frac{\rho}{2} v^2} \quad (4)$$

6.3.5 Der Ausströmkoefizient C_D ist wie folgt unter Verwendung der nach 6.3.3 erhaltenen p_{sn} Werte zu berechnen.

$$C_D = \frac{\text{Tatsächlicher Volumenstrom}}{\text{Theoretischer Volumenstrom}} = \frac{q_{v1n}}{A_1 \left(2 \times \frac{p_{sn}}{\rho_{1n}} \right)^{\frac{1}{2}}} \quad (5)$$

Dabei ist

$$\rho_{1n} = 3,47 \times 10^{-3} \left[\frac{p_{s1(a)n} + p_a}{\theta + 273} \right] \quad (6)$$

ANMERKUNG 1 C_D ist normalerweise nur bei vollständig geöffneten Drosselklappen von Bedeutung.

ANMERKUNG 2 Der Zusammenhang zwischen dem Ausströmkoefizienten C_D und dem Verlustkoeffizienten ξ ist:

$$\xi = \frac{1}{C_D^2} \quad (7)$$

6.3.6 Die Prüfungen nach 6.1 und/oder 6.2 und die Reduzierung der Ergebnisse sind entsprechend den Anforderungen für eine Anzahl von Zwischenstellungen der Drosselklappen zu wiederholen.

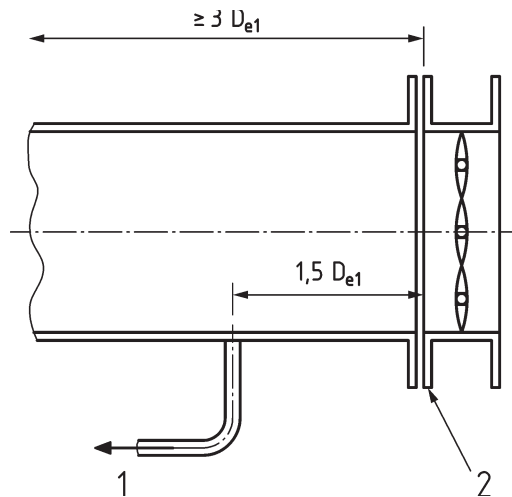
6.3.7 Es sind alle Verluste an Energie und statischem Druck, die sich aus den Prüfergebnissen ergeben, unter Verwendung des Ausströmkoefizienten zu berechnen.

6.3.8 Alle Prüfergebnisse, wie z. B. Druckanforderungen und Ausströmkoefizienten für die geprüften Volumenströme, und gegebenenfalls die entsprechenden Werte der Stellung des Drosselements, sind anzugeben. Der Druckkoeffizient als Funktion des Winkels des Drosselements.

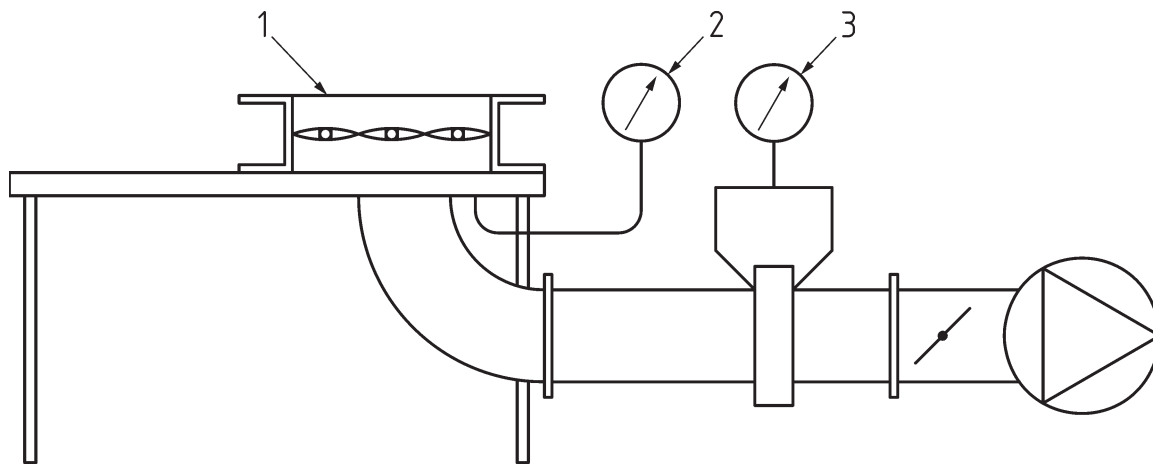
ANMERKUNG Im Rahmen dieses Dokuments ist die Einstellung des Drosselements definiert als der Winkel bzw. die Stellung der Klappe(n) und/oder die physische Verschiebung der einstellbaren Bauteile in Bezug auf einen Bezugswert.

Bei der Bestimmung der Verluste des statischen Drucks war das Drosselement an den Ein- und Austritten an Luftleitungen angeschlossen. Sollen die Prüfdaten für andere Konfigurationen verwendet werden, d. h. für den Luftstrom aus einem Hohlraum durch das Drosselement in eine Luftleitung und umgekehrt, oder Hohlraum/Drosselement/Hohlraum, sollten die zusätzlichen Kontraktions- und/oder Ausdehnungsverluste angemessen berücksichtigt werden.

1 Die theoretische Strömung ist als Strömung mit einem Verlustkoeffizienten $\xi=1$ definiert.



a) Leckage des Drossel- bzw. Absperrelements



b) Alternative Leckage-Messanordnung für Drosselelemente

Legende

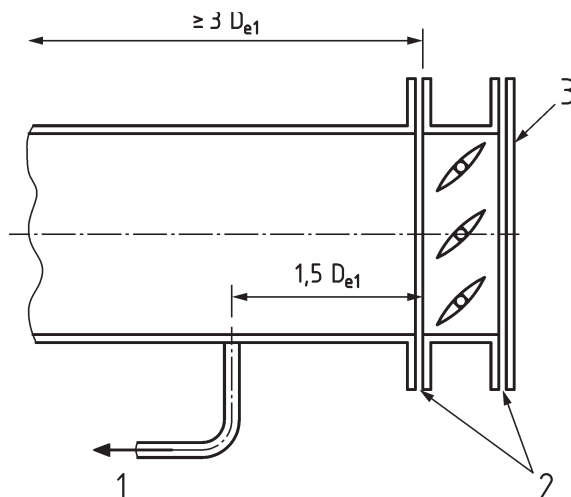
a) Legende zu Teilbild a)

- 1 Zum Manometer
- 2 abgedichtete Verbindung

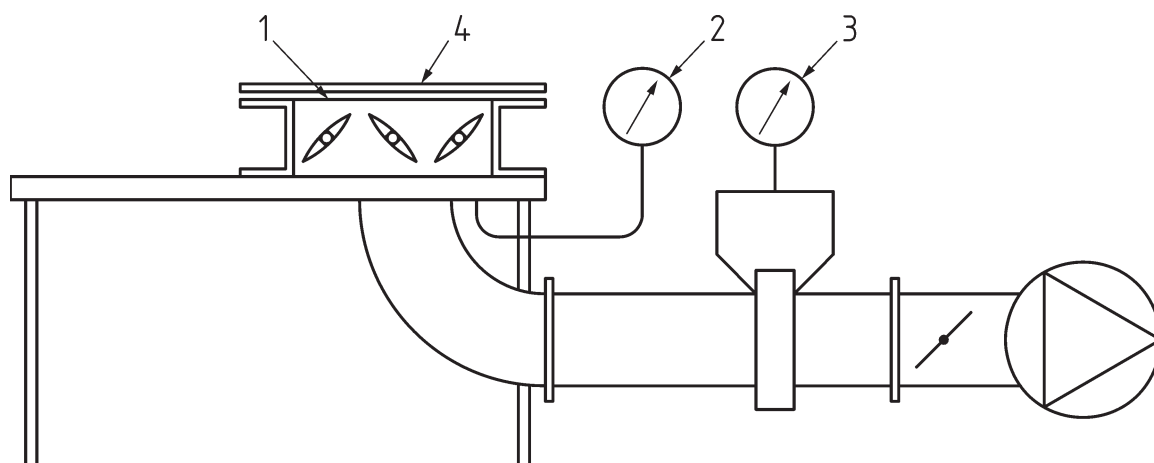
b) Legende zu Teilbild b)

- 1 Zu prüfendes Drossel- bzw. Absperrelement
- 2 Druckmessung
- 3 Messung des Luftvolumenstroms

Bild 1 —



a) Gehäuseleckage



b) Alternative Leckage-Messanordnung für Gehäuse

Legende

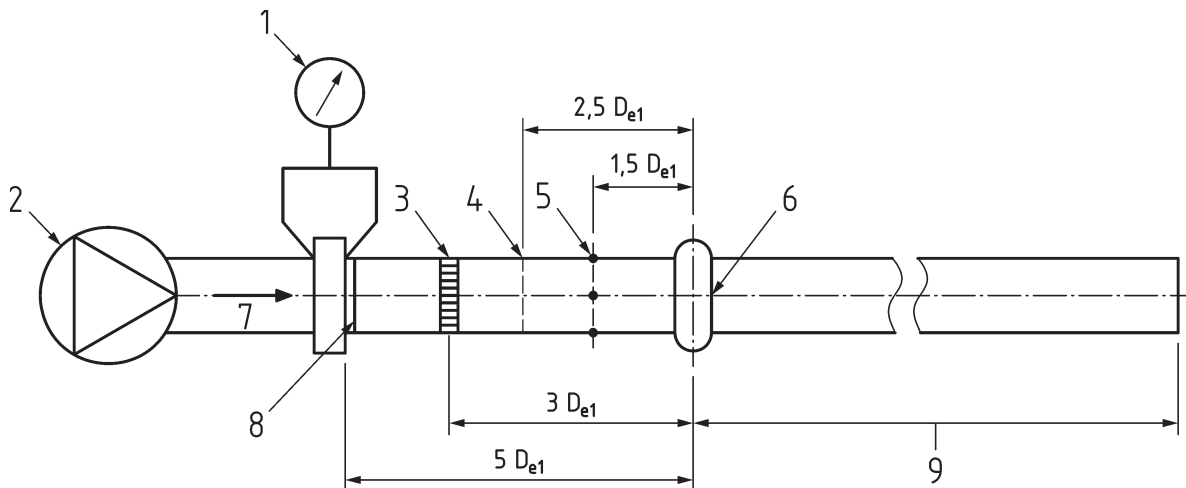
a) Legende zu Teilbild a)

- 1 Zum Manometer
- 2 abgedichtete Verbindung
- 3 Blindflansch

b) Legende zu Teilbild b)

- 1 Zu prüfendes Drossel- bzw. Absperrelement
- 2 Druckmessung
- 3 Messung des Luftvolumenstroms
- 4 Blindflansch

Bild 2 —



Legende

- 1 Strömungsmesseinrichtung
- 2 Ventilator
- 3 Strömungsgleichrichter
- 4 Drahtgewebe, sofern erforderlich, bei min. $2,5D_{e1}$ und Temperaturmesspunkt bei $2,5D_{e1}$
- 5 4 Stellen zur statischen Druckentnahme, die mithilfe eines piezometrischen Ringes miteinander verbunden sind; alternativ kann eine Sonde verwendet werden
- 6 Zu prüfendes Drossel- bzw. Absperrelement
- 7 Strömungsrichtung
- 8 Anschluss an Strömungsmessgerät, Gebläse und Strömungsregler
- 9 $5 D_{e2}$ min. oder 2 m (je nachdem, welcher Wert größer ist)

Bild 3 — Anforderungen an Volumenstrom/Druck — Typischer Prüfaufbau

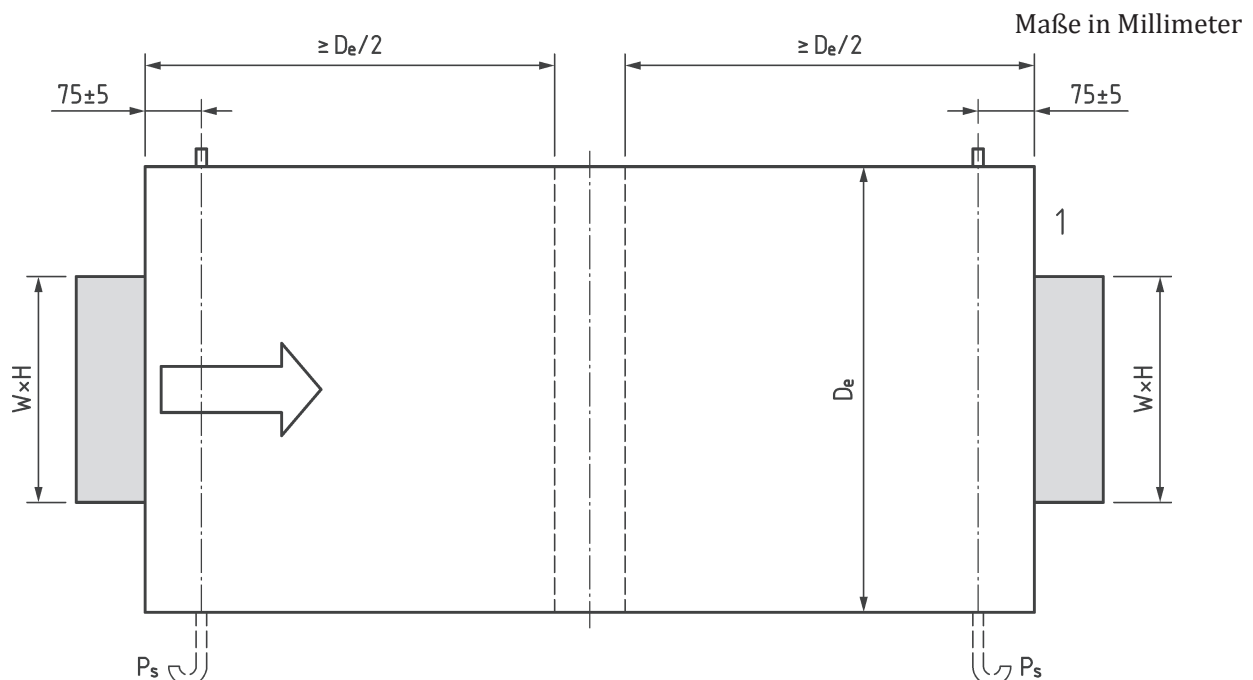
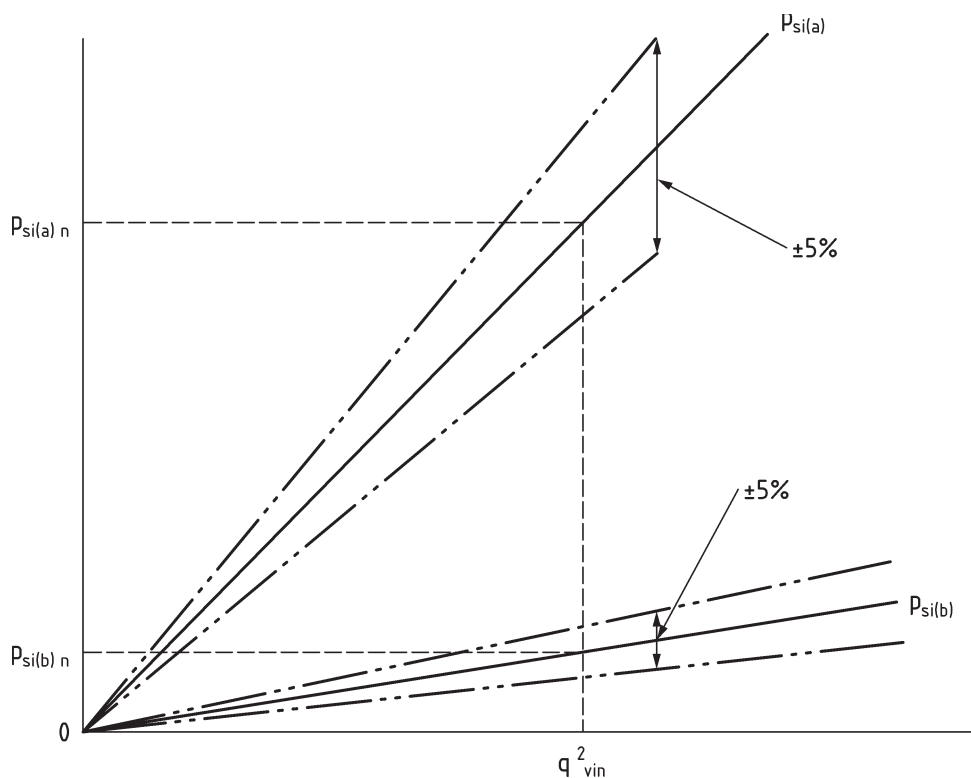
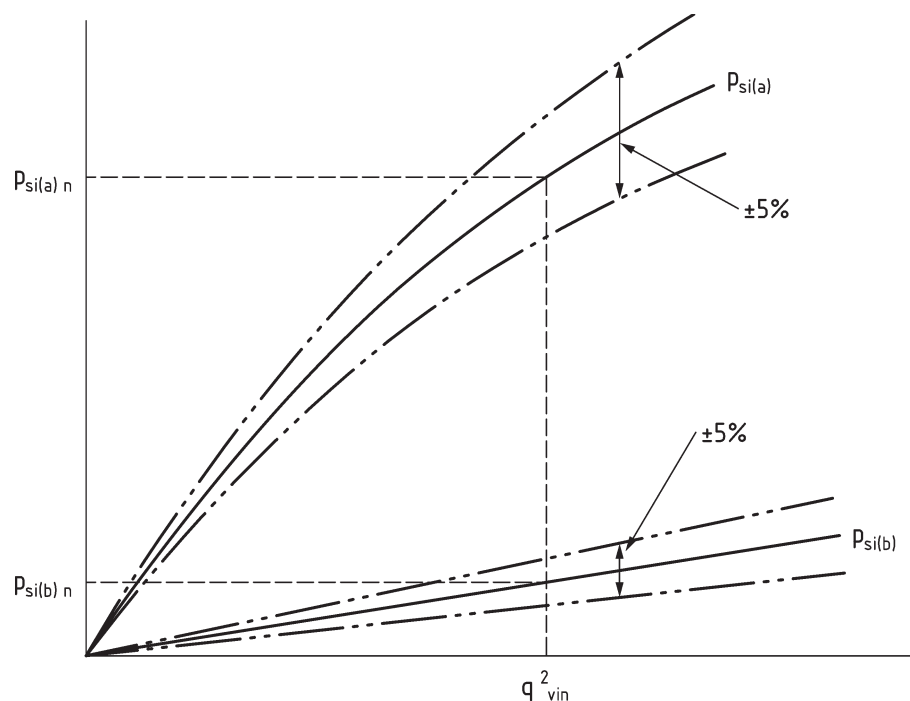


Bild 4 — Prüfgeräteaufbau mit Eintritts- oder Ausströmkammer



a) Anforderungen an Volumenstrom und Druck — Geradlinige Charakteristik für $p_{si(a)}$ gegen q^2_{vin}



b) Anforderung an Volumenstrom und Druck — Beste Näherung (Kurve) für $p_{si(a)}$ gegen q^2_{vin}

Bild 5 —

Anhang A (informativ)

Mechanische Prüfung von Drossel- und Absperrelementen

A.1 Anwendungsbereich

Dieser Anhang legt Verfahren für die mechanische Prüfung und Bewertung der in dieser Europäischen Norm beschriebenen Drossel- und Absperrelemente fest.

Die in diesen Anhang aufgenommenen Prüfungen sind:

- Bestimmung des maximalen Luftleitungsdrucks hinsichtlich der mechanischen Stabilität des Drosselements bei geschlossener Klappe;
- Bestimmung des Drehmoments, das für das Öffnen und Schließen eines Drossel- bzw. Absperrelements erforderlich ist, und
- Bestimmung des maximal zulässigen Drehmoments, das ohne bauliche Schäden an das Drossel- bzw. Absperrelement angelegt werden kann.

A.2 Geräteausstattung: Drehmomentmessung

A.2.1 Die Messung des Losbrech- und des Betriebsdrehmoments kann unter Verwendung eines Drehmomentschlüssels oder mithilfe Hebelarm und Ausgleichsgewicht erfolgen. Die Länge von Hebelarm und Gewicht bzw. die Auswahl des Drehmomentschlüssels sollten Ablesungen von $\pm 0,5 \text{ N}\cdot\text{m}$ gestatten.

A.2.2 Das Drehmoment kann auch unter Verwendung eines Dehnmesswandlers ermittelt werden, der am Hebelmechanismus des Betätigungselements angebracht wird. Die so durch den Detektor ermittelten Werte sollten ständig aufgezeichnet werden, z. B. durch ein Kurvenaufzeichnungsgerät.

A.2.3 Die Einrichtung nach A.2.1 sollte unter Verwendung von Hebelarm und Gewicht kalibriert werden; jegliche Lager sollten eine niedrige Reibung aufweisen. Die Genauigkeit der Kalibrierung sollte $\pm 0,2 \text{ N}\cdot\text{m}$ betragen, und das Ableseintervall sollte einem Drehmoment von $\pm 0,5 \text{ N}\cdot\text{m}$ entsprechen.

A.3 Druckprüfung zur Bestimmung des Grenzwerts für die bauliche Stabilität

Es sind Prüfaufbauten nach Bild 1 a) oder Bild 1 b) zu verwenden. Bei geschlossenen Drosselklappen ist der statische Druck in der Luftleitung stufenweise zu erhöhen. Dann ist der statische Druck wegzunehmen, und eventuelle bleibende bauliche Verformungen sind jeweils im drucklosen Zustand zu messen.

Wenn die bleibende Verformung im drucklosen Zustand nach jedem Druckanstieg fortschreitend zunimmt oder unter den Prüfdrücken bauliche Instabilität (d. h. Vibration) auftritt, ist der Prüfdruck bei baulicher Instabilität bzw. der Druck zu Beginn der Erhöhung der bleibenden Verformung als $X \text{ Pa}$ anzugeben.

Die maximal annehmbare Verformung darf ein Zweihundertfünfzigstel der Spanne nicht überschreiten.

A.4 Drehmomentprüfungen zur Bestimmung des Drehmoments, das für das Betätigen des Drossel- bzw. Absperrelements erforderlich ist, und des Grenzwerts für die Vermeidung von baulichen Schäden

A.4.1 Erforderliches Drehmoment zur Betätigung des Drosselements

A.4.1.1 Zur Bestimmung des erforderlichen Drehmoments ist das Drossel- bzw. Absperrelement nach Bild A.1 an Luftleitungen anzuschließen. Bei offenem Drosselement ist die Luftzufuhr auf eine Luftleitungsgeschwindigkeit von $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ einzustellen. Bei geschlossenem Drosselement ist der anströmseitige statische Druck p_{s1} einzustellen auf:

$$p_{s1} = 0,8p_{\max} \pm 20 \% \quad (\text{A.1})$$

Dabei ist

$p_{\max}$ der unter A.3 ermittelte Luftleitungsgrenzdruck.

A.4.1.2 Unter Verwendung der Geräte nach A.2 sind das erforderliche Drehmoment und die Druckdifferenz über das Drosselement Δp für insgesamt mindestens sechs mit gleichmäßigem Abstand verteilte Drosselementstellungen, einschließlich der vollständig geöffneten und der vollständig geschlossenen Stellung, zu bestimmen. Die Prüfungen sind von „geschlossen“ nach „offen“ und von „offen“ nach „geschlossen“ durchzuführen.

A.4.1.3 Der Drehmomentkoeffizient für jede Drosselementstellung ist wie folgt zu berechnen:

$$a = \frac{T}{\Delta p_t \cdot A} \quad (\text{A.2})$$

Dabei ist

a der Drehmomentkoeffizient, in Meter;

T das gemessene Drehmoment, in Newtonmeter, bei einer bestimmten Drosselementstellung;

Δp_t der Druckabfall über das Drosselement, in Pascal, bei einer bestimmten Drosselementstellung;

A die Luftleitungsquerschnittsfläche, in Quadratmeter.

A.4.1.4 Die Ergebnisse sind als graphische Darstellung des Drehmomentkoeffizienten als Funktion der Drosselementstellung anzugeben.

ANMERKUNG Um mehr Datenpunkte zu erhalten, können zusätzliche Luftgeschwindigkeiten bei offenem Drosselement verwendet werden (siehe Bild A.2 für typische Ergebnisse).

A.4.2 Maximal zulässiges Drehmoment

A.4.2.1 Zur Bestimmung des maximal zulässigen Drehmoments ist ein Drehmomentschlüssel oder ein System aus Hebelarm und Gewicht an dem Antriebsarm oder der Antriebswelle des Drossel- bzw. Absperrelements anzubringen; dabei ist die gleiche Befestigungsart wie für das Betätigungselement zu benutzen.

A.4.2.2 Unter Verwendung des in A.4.2.1 genannten Lastaufbringungsmittels ist die Belastung des Drosselements fortschreitend zu erhöhen, bis eine bleibende Verformung des Drosselements oder seiner Verbindungselemente bzw. der vom Hersteller angegebene Drehmomentgrenzwert erreicht ist. Diese Prüfung ist mit vollständig geöffnetem und mit vollständig geschlossenem Drosselement durchzuführen.

A.4.2.3 Die Prüfergebnisse sind aufzuzeichnen, wobei die Drosselementstellung, d. h. offen oder geschlossen, sowie das maximale Drehmoment in N·m vor der bleibenden Verformung bzw., falls niedriger, der vom Hersteller vorgegebene Grenzwert anzugeben ist.

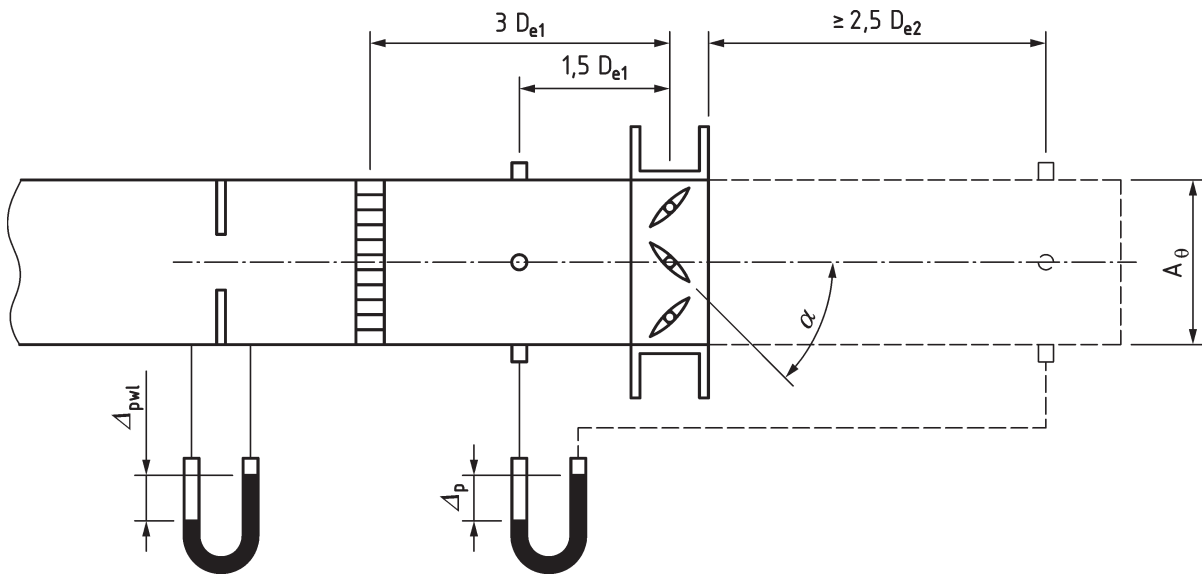


Bild A.1 — Prüfaufbau für die Drehmomentmessung