

Abgasanlagen
Metall-Abgasanlagen
Prüfverfahren
Deutsche Fassung EN 1859:2000

DIN
EN 1859

ICS 91.060.40

Ersatz für
DIN 18160-6:1982-07

Chimneys — Metal chimneys — Test methods;
German version EN 1859:2000
Conduits de fumée — Conduits de fumée métalliques —
Méthodes d'essais;
Version allemande EN 1859:2000

Die Europäische Norm EN 1859:2000 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

EN 1859:2000 wurde am 1999-04-16 angenommen.

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm wurde unter spanischer Federführung im CEN/TC 166/SC 2 erarbeitet. National wurden diese Arbeiten vom Arbeitsausschuss 11.39.04 „Abgasanlagen — Metall“ des Normenausschusses Bauwesen (NABau) begleitet.

Für die in Abschnitt 2 zitierte Europäische Norm wird auf die entsprechende Deutsche Norm hingewiesen:
EN 60529 siehe DIN VDE 0470-1

Änderungen

Gegenüber DIN 18160-6:1982-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Grundsätzliche Überarbeitung;
- b) Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Wärme und Abgase neu definiert;
- c) Prüfung der mechanischen Festigkeit für Metall-Abgasanlagen abgestimmt;
- d) Prüfung der Brandübertragung von einer Etage in eine andere Etage nicht aufgenommen;
- e) Die Prüfung des Wärmedurchlasswiderstandes übernommen und durch ein alternatives Rechenverfahren ergänzt.

Frühere Ausgaben

DIN 18160-6: 1968-08, 1982-07

Nationaler Anhang NA (informativ)**Literaturhinweise**

DIN VDE 0470-1

Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code); [IEC 60529 (1989), 2. Ausgabe]; Deutsche Fassung EN 60529:1991

Fortsetzung 38 Seiten EN

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Abgasanlagen

Metall-Abgasanlagen

Prüfverfahren

Chimneys — Metal chimneys — Test methods

Conduits de fumée — Conduits de fumée métalliques —
Méthodes d'essais

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1999-04-16 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

European Committee for Standardization

Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	Anhang B (normativ)	
1 Anwendungsbereich	2	Verfahren zur Messung der Heißgastemperatur ..	26
2 Normative Verweisungen	2	Anhang C (normativ)	
3 Begriffe	3	Verfahren zur Messung der Metalloberflächen-	
4 Prüfverfahren für Bauteile für Metall-Abgas-		temperatur	27
anlagen	3	Anhang D (normativ)	
4.1 Druckfestigkeit	3	Verfahren zur Messung der Temperatur von	
4.2 Zugfestigkeit	3	Oberflächen aus Holz und brennbaren Stoffen ..	27
4.3 Widerstand gegen seitliche Lasten	3	Anhang E (normativ)	
4.4 Gasdichtheit	4	Stellen für die Anordnung der Thermoelemente	
4.5 Prüfung des Wärmedämmverhaltens	4	zur Messung der Oberflächentemperatur	28
4.6 Wärmedurchlaßwiderstand	6	Anhang F (normativ)	
4.7 Wasserdampfdiffusionswiderstand	8	Vereinfachte Berechnung des Wärmedurchlaß-	
4.8 Prüfung der Kondensatbeständigkeit	8	widerstands von kreisförmigen Innenrohren	33
4.9 Regenwasserbeständigkeit	8	Anhang G (normativ)	
4.10 Windwiderstand des Aufsatzes	9	Differenzgleichung des Wärmedurchlaßwider-	
4.11 Aerodynamisches Verhalten des Aufsatzes		stands für kreisförmige Innenrohre	34
unter Windeinwirkung	9	Anhang H (informativ)	
4.12 Windwiderstand der Formstücke	9	Verfahren zum Aufbringen einer gleichmäßig ver-	
5 Prüfbericht	10	teilten Last	37
Anhang A (normativ)		Anhang I (informativ)	
Verfahren zur Messung der Umgebungsluft-		Mögliche Prüffolge	38
temperatur	26	Anhang J (informativ)	
		Verfahren zur Messung des Heißgasvolumen-	
		stroms	38

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 166 „Abgasanlagen“ 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 2000-07, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis 2000-07 zurückgezogen werden.

Diese Europäische Norm sollte in Zusammenhang mit den allgemeinen Anforderungen nach EN 1443, den Produktanforderungen nach prEN 1856-1 und prEN 1856-2 sowie den allgemeinen Prüfverfahren nach WI 166005 gelesen werden, die geeignete Alternativen zu den in diesem Dokument genannten Prüfverfahren darstellen können. Es wird auch auf andere werkstoffbezogene Europäische Normen hingewiesen, die von CEN/TC 166 erarbeitet wurden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm beschreibt Prüfverfahren für Bauteile für Metall-Abgasanlagen.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 1443

Abgasanlagen — Allgemeine Anforderungen

prEN 1856-1

Abgasanlagen — Anforderungen an Metall-Abgasanlagen — Teil 1: Bauteile für System-Abgasanlagen

prEN 1856-2

Schornsteine — Anforderungen an Metall-Schornsteine — Teil 2: Innenrohre und Verbindungsstücke aus Metall

EN 60068-2-59

Umweltprüfungen — Teil 2: Prüfungen; Prüfung Fe: Schwingen, Sinusimpulse (IEC 60068-2-59:1990)

EN 60529

Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989)

ISO 3966

Measurement of fluid flow in closed conduits — Velocity area method using Pitot static tubes

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die in EN 1443 und prEN 1856-1 angegebenen Begriffe.

4 Prüfverfahren für Bauteile für Metall-Abgasanlagen

4.1 Druckfestigkeit

4.1.1 Formstück

4.1.1.1 Prüfanordnung

Ein Formstück und ein Abschnitt der Abgasanlage sind nach den Anweisungen des Herstellers zwischen zwei Adapter einzubauen (siehe Bild 1a)). Die Adapter müssen vom Hersteller der Abgasanlage geliefert werden und die Prüflast in der üblichen Weise, wie beim Einbau, auf die lasttragende Wand der Prüfbauteile übertragen. Die Prüflast ist mittels einer Zentrierplatte auf die Prüfbauteile zu übertragen.

4.1.1.2 Durchführung und Ergebnisse

Die Prüflast auf die Bauteile ist stoßfrei bis zur 4fachen Bemessungslast zu erhöhen, wenn das Innenrohr lasttragend ist, oder bis zur 3fachen Bemessungslast, wenn das Innenrohr nicht lasttragend ist. Die Last ist mit einer Genauigkeit von 2 % der Bemessungslast zu messen. Das Ergebnis ist aufzuzeichnen.

Wenn die Bemessungslast nicht bekannt ist, ist die Prüflast gleichmäßig zu erhöhen und die Ergebnisse sind aufzuzeichnen, um den Versagenspunkt zu ermitteln. Der Versagenszustand gilt als erreicht, wenn das Formstück keine weitere Laststeigerung mehr aufnehmen kann.

Für die Bestimmung der Bemessungslast gilt der Mindestwert von drei Bruchlasten.

4.1.2 Stütze der Abgasanlage

4.1.2.1 Prüfanordnung

Die Stütze der Abgasanlage ist nach den Anweisungen des Herstellers einzubauen. Die Prüflast ist über einen Abschnitt der Abgasanlage und einen Adapter auf die Stütze aufzubringen (siehe Bild 1b)). Der Adapter muß vom Hersteller der Abgasanlage geliefert werden und die Prüflast in der üblichen Weise auf die lasttragende Wand der Abschnitte der Abgasanlage übertragen. Die Prüflast ist mittels einer Zentrierplatte auf das Prüfbauteil zu übertragen.

4.1.2.2 Durchführung und Ergebnisse

Die Prüflast ist stoßfrei bis zur Bemessungslast zu erhöhen. Die Höchstauslenkung der Abgasanlage ist aufzuzeichnen. Die Auslenkung ist mit einer Genauigkeit von 0,1 mm zu messen.

Die Prüflast ist bis zur 3fachen Bemessungslast zu erhöhen. Die Ergebnisse sind aufzuzeichnen.

Die Last ist mit einer Genauigkeit von 2 % der Bemessungslast zu messen.

Wenn die Bemessungslast nicht bekannt ist, ist die Prüflast gleichmäßig zu erhöhen und die Ergebnisse sind aufzuzeichnen, um den Versagenspunkt zu ermitteln. Der Versagenszustand gilt als erreicht, wenn die Stütze keine weitere Laststeigerung mehr aufnehmen kann.

Die Auslenkung während der Lasterhöhung ist aufzuzeichnen. Für die Bestimmung der Bemessungslast gilt der Mindestwert von drei Bruchlasten.

4.2 Zugfestigkeit

4.2.1 Prüfanordnung

Die Abschnitte der Abgasanlage sind nach den Anweisungen des Herstellers einzubauen. Die Prüflast ist über einen Adapter aufzubringen (siehe Bild 1c)). Der Adapter muß vom Hersteller der Abgasanlage geliefert werden und die Prüflast in der üblichen Weise auf die lasttragende Wand der Abschnitte der Abgasanlage übertragen.

4.2.2 Durchführung und Ergebnisse

Die Prüflast auf die Bauteile ist stoßfrei bis zur 1,5fachen Bemessungslast zu erhöhen. Die Last ist mit einer Genauigkeit von 2 % der Bemessungslast zu messen. Das Ergebnis ist aufzuzeichnen.

Wenn die Bemessungslast nicht bekannt ist, ist die Prüflast gleichmäßig zu erhöhen und die Ergebnisse sind aufzuzeichnen, um den Versagenspunkt zu ermitteln. Der Versagenszustand gilt als erreicht, wenn die Stütze der Abgasanlage keine weitere Laststeigerung mehr aufnehmen kann.

Für die Bestimmung der Bemessungslast gilt der Mindestwert von drei Bruchlasten.

4.3 Widerstand gegen seitliche Lasten

4.3.1 Widerstand gegen Durchbiegung

4.3.1.1 Prüfanordnung

Die Formstücke und die Stützen der Abgasanlage sind nach den Anweisungen des Herstellers mit dem Höchstwinkel von der Vertikalen einzubauen, wobei zusätzliche vertikale Stützen verwendet werden, um die Abschnitte ohne Durchbiegung einzubauen (siehe Bild 2).

4.3.1.2 Durchführung und Ergebnisse

Die zusätzlichen vertikalen Stützen sind zu entfernen. Die Höchstdurchbiegung ist mit einer Genauigkeit von 0,1 mm aufzuzeichnen.

4.3.2 Widerstand gegen Windlasten

4.3.2.1 Prüfanordnung

Die Bauteile der Abgasanlage sind nach den Anweisungen des Herstellers einzubauen. Die Prüfanordnung muß aus den vom Hersteller ausgewiesenen freistehenden Bauteilen sowie weiteren Abschnitten der Abgasanlage bestehen, mit einem Maß bis zu dem vom Hersteller angegebenen Höchstabstand zwischen den seitlichen Stützen sowie dem gleichen Abstand bis zum Verankerungspunkt (siehe Bild 3).

4.3.2.2 Durchführung und Ergebnisse

Es ist eine gleichmäßig verteilte Prüflast aufzubringen, die gleichmäßig bis $1,5 \text{ kN/m}^2 \pm 2,5 \%$ erhöht wird.

ANMERKUNG: Ein Verfahren für das Aufbringen einer gleichmäßig verteilten Last ist im informativen Anhang H beschrieben. Es dürfen auch andere Verfahren unter Verwendung einer vertikalen Anordnung angewandt werden.

Die Prüflast ist mit Ausnahme von 50 % des letzten seitlich gestützten Abschnitts der Abgasanlage auf die oben beschriebene Prüfanordnung aufzubringen.

Die Prüflast ist über eine Anzahl von gleichmäßig verteilten Einzellasten, die vom freistehenden Ende in gleichmäßigen Abständen von nicht mehr als $(0,2 \pm 0,01) \text{ m}$ angeordnet sind, aufzubringen. Die Einzellasten dürfen um nicht mehr als 1 % voneinander abweichen. Die Ergebnisse sind aufzuzeichnen.

4.4 Gasdichtheit

4.4.1 Prüfanordnung

Die Prüfanordnung ist nach 4.5 zu errichten. Der Abgasstutzen der Prüfanordnung ist luftdicht zu verschließen. Es sind vom Hersteller gelieferte Adapter zu verwenden, um sicherzustellen, daß Abgasanlagenenden auf die übliche Weise verschlossen sind. Eine Überdruckzuführung und ein Durchflußmeßgerät sind mit entsprechenden Dichtungen mit dem Einlaß der Prüf-Abgasanlage zu verbinden. Am Innenrohr der Prüfanordnung ist ein Manometer anzuschließen (siehe Bild 4).

4.4.2 Durchführung und Ergebnisse

Die Prüfung ist bei Umgebungstemperatur durchzuführen. Von der Druckluftzuführung ist Luft mit einem Volumenstrom in das Innenrohr zu leiten, der erforderlich ist, um den geforderten Prüfdruck nach der Tabelle 1 für die Ermittlung der Leckrate nach prEN 1856-1 zu erzielen und aufrechtzuerhalten.

Der Prüfdruck und der Volumenstrom sind mit einer Genauigkeit von $\pm 2,0\%$ zu messen.

Der Volumenstrom ist aufzuzeichnen.

4.5 Prüfung des Wärmedämmverhaltens

4.5.1 Geräte

Die Prüfanordnung besteht aus einem Prüfstand (siehe 4.5.1.2), einer Prüf-Abgasanlage (siehe 4.5.1.3), einem Heißgasverbindungsrohr (siehe 4.5.1.4) und Meßvorrichtungen (siehe 4.5.1.5).

4.5.1.1 Prüfanordnung

Es ist entweder

- eine offene Prüfanordnung zu errichten, die aus der Prüf-Abgasanlage in dem Prüfstand besteht,

ANMERKUNG: Bild 5 stellt eine Anordnung für Prüfabschnitte von Abgasanlagen mit brennbarer Ummantelung und Bild 6 eine Anordnung mit Schrägführung dar.

oder

- eine Prüfanordnung mit geschlossenem Heißgaskreislauf (siehe Bild 7), bei der sich die Prüf-Abgasanlage in einem Arm der Anordnung befindet, welcher Verbindungsrohre aufweist, so daß das Heißgas in der Prüfanordnung zirkulieren kann.

4.5.1.2 Prüfstand

4.5.1.2.1 Allgemeines

Der Prüfstand muß aus zwei Wänden im rechten Winkel und zwei Geschoßdecken bestehen, durch welche die Prüf-Abgasanlage geführt wird, und die Konstruktion muß den Beschreibungen nach 4.5.1.2.2 und 4.5.1.2.3 entsprechen oder vergleichbare Wärmedämmeigenschaften und Maße aufweisen, wobei der Bereich unterhalb der ersten Geschoßdecke als Zone A, der Bereich zwischen der ersten und der zweiten Geschoßdecke als Zone B und der Bereich oberhalb der zweiten Geschoßdecke als Zone C bezeichnet wird, wie in Bild 5 dargestellt. Die Wand/Geschoßdecken-Grenzfläche ist mit einer Leiste mit den Nennmaßen $20\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ versehen. Der vertikale Abstand zwischen dem Boden und der Decke in der Zone B muß $(2400 \pm 25)\text{ mm}$ betragen. Die Prüf-Abgasanlage muß mindestens 900 mm in die Zone C hineinragen. Die zulässige Maßabweichung des Bauholzes beträgt $\pm 1\text{ mm}$.

4.5.1.2.2 Wände

Die Wände müssen aus einem Holzrahmen mit den Nennmaßen $38\text{ mm} \times 89\text{ mm}$ (siehe Bild 5) bestehen, der auf jeder Seite mit einer Schicht aus Sperrholz mit einer Nenndicke von 12 mm verkleidet ist, so daß die Gesamtdicke 114 mm beträgt. Die Hohlräume müssen mit Mineralfaserdämmstoffen mit einer Wärmeleitfähigkeit von $0,035\text{ W/mK}$ bei 20°C und mit einer Dichte von 100 kg/m^3 wärmegeklämt sein. Die Wände müssen eine Breite von 1200 mm aufweisen.

4.5.1.2.3 Geschoßdecken

Die Geschoßdeckenrahmen müssen für die erste Geschoßdecke aus Holzbalken mit den Nennmaßen $50\text{ mm} \times 200\text{ mm}$ und für die zweite Geschoßdecke $50\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ bestehen, so daß eine Öffnung entsteht, in der die Prüf-Abgasanlage so errichtet werden kann, daß alle Teile des Prüfstands entsprechend den Herstellerangaben einen Abstand von $X\text{ mm}$ zu den Formstücken der Abgasanlage aufweisen (siehe Bild 5). Die Bodendielen müssen eine Nenndicke von 20 mm und das Sperrholz der Decken muß eine Nenndicke von 12 mm aufweisen, mit Ausnahme der zweiten Geschoßdecke (freiliegende Oberseite). Die Zwischenräume zwischen den Sperrholzschichten müssen mit Mineralfaserdämmplatten mit einer Dicke von 100 mm , einer Wärmeleitfähigkeit von $0,035\text{ W/mK}$ bei 20°C und einer Dichte von 100 kg/m^3 gefüllt sein.

4.5.1.3 Prüf-Abgasanlage

Die Prüf-Abgasanlage muß einschließlich eines Abschlusses und, falls vorhanden, der Fugen aus den Werkstoffen und Konstruktionen des Herstellers errichtet sein. Die Abgasanlage ist nach den Anweisungen des Herstellers einschließlich Brandabschlüssen oder Brandabschlüssen und Abstandshaltern bis zu einer Höhe von mindestens $4,5\text{ m}$ einschließlich eventuell verwendeter Stützbauteile zu errichten.

Alle in den Anweisungen des Herstellers festgelegten Verkleidungen (z. B. nichtbrennbare Ummantelungen oder Außenwandverkleidungen) sind einzubauen.

4.5.1.4 Verbindungsrohr für das Heißgas

Es ist ein wärmegeklämttes gerades Abgasrohr mit einem Innendurchmesser herzustellen, der dem Innendurchmesser des Innenrohrs der Prüf-Abgasanlage entspricht. Seine Länge muß ungefähr dem 7fachen Innenrohrdurchmesser entsprechen, gemessen von der Mittellinie des Heißgasgenerators bis zum Einlaß der Prüf-Abgasanlage. Die Wärmedämmung muß einen Wärmedurchlaßwiderstandswert ergeben, der nicht geringer ist als der Wert, der einem Werkstoff mit einer Dicke von 50 mm und einer Wärmeleitfähigkeit von $(0,125 \pm 0,005)\text{ W/mK}$ bei 750°C entspricht.

ANMERKUNG: Dieses Rohr sollte vom Hersteller der Abgasanlage geliefert werden.

4.5.1.5 Meßvorrichtung und ihre Anordnung

4.5.1.5.1 Umgebungslufttemperatur

Die Umgebungslufttemperatur ist mit einer Genauigkeit von $\pm 1,5^\circ\text{C}$ in Zone A in einer Höhe von $(300 \pm 5)\text{ mm}$ unterhalb der Decke und in allen anderen Zonen $(300 \pm 5)\text{ mm}$ oberhalb des Bodens zu messen.

Wenn eine nicht ummantelte Abgasanlage geprüft wird, sind zusätzliche Meßpunkte für die Umgebungstemperatur an den Höhen vorzusehen, die der Meßhöhe der Oberflächentemperatur entsprechen.

Das Verfahren ist im normativen Anhang A beschrieben.

4.5.1.5.2 Heißgastemperatur

Die Heißgastemperatur ist mit einer Genauigkeit von $\pm 3^\circ\text{C}$ bei Heißgastemperaturen von weniger oder gleich 600°C und mit $\pm 0,75\%$ bei Heißgastemperaturen von mehr als 600°C an einer Stelle (50 ± 2) mm vor dem Einlaß in die Prüf-Abgasanlage und an dem Punkt des Querschnitts, der dem Punkt mit der höchsten Temperatur entspricht, zu messen.

Das Verfahren ist im normativen Anhang B beschrieben.

4.5.1.5.3 Metalloberflächentemperatur

Die Oberflächentemperatur von Metallbauteilen ist mit einer Genauigkeit von $\pm 1,5^\circ\text{C}$ zu messen.

Das Verfahren ist im normativen Anhang C beschrieben.

4.5.1.5.4 Oberflächentemperatur von Holz und brennbaren Stoffen

Die Oberflächentemperatur der an den Prüfstand angrenzenden Teile aus Holz und brennbaren Stoffen ist mit einer Genauigkeit von $\pm 1,5^\circ\text{C}$ zu messen.

Das Verfahren ist im normativen Anhang D beschrieben.

4.5.1.5.5 Lage der Meßstellen für die Oberflächentemperatur

Die Lage der Meßstellen für die Höchsttemperatur der Oberflächen des Prüfstands und der Prüf-Abgasanlage sind während des Heizzyklus entsprechend der Bezeichnung zu bestimmen.

Die Lage für Thermoelemente ist im normativen Anhang E beschrieben.

4.5.1.5.6 Messung des Unterdrucks

Der Unterdruck in der Abgasanlage ist mit einer Genauigkeit von $\pm 2\%$ mit Hilfe eines Edelstahlrohrs mit einer Länge von (150 ± 2) mm und einem Innendurchmesser von 3^{+1}_0 mm zu messen, das bündig in die Wand des Innenrohrs eingelötet ist. Der Abstand muß (100 ± 2) mm zum Einlaß der Prüf-Abgasanlage betragen.

4.5.1.5.7 Heißgasvolumenstrom

Der Heißgasvolumenstrom ist mit einer Genauigkeit von $\pm 10\%$ zu messen.

Im informativen Anhang J sind geeignete Verfahren angegeben.

4.5.2 Prüfumgebung und Konditionierung

4.5.2.1 Prüfraum

Der Prüfraum muß aus einem belüfteten Raum bestehen, in dem die Luftbewegungen, gemessen an den Meßstellen der Thermoelemente für die Umgebungslufttemperatur (siehe 4.5.1.5), nicht höher als $0,5$ m/s sind.

Die Umgebungslufttemperatur innerhalb des Prüfraums, gemessen an den bezeichneten Meßstellen für die Umgebungslufttemperatur (siehe 4.5.1.5) muß innerhalb von $(20 \pm 15)^\circ\text{C}$ aufrechterhalten werden.

Die relative Luftfeuchte muß zwischen 30% und 70% betragen.

Die Umgebungsluft muß zwischen allen Teilen des Prüfraums frei zirkulieren können.

Der Abstand zwischen der Prüfanordnung und anderen Konstruktionen (z. B. Prüfraumwände) muß mindestens $1,0$ m betragen.

4.5.2.2 Konditionierung durch Vibration

Die Konditionierung durch Vibration ist mit Vibrationseinrichtungen und Meßverfahren durchzuführen, welche die Anforderungen nach EN 60068-2-59 erfüllen.

4.5.2.2.1 Durchführung

Jedes für die Prüfung des Wärmedämmverhaltens vorgesehene Formstück ist vertikal auf den Vibrationstisch zu stellen. Jedes Formstück ist für 45 min einer sinusförmigen Bewegung mit einer Beschleunigung von $9,81$ m/s² bei einer Frequenz von 10 Hz und einer Amplitude von $2,5$ mm auszusetzen.

4.5.2.3 Trocknungs-/Konditionierungsphase

Wenn in den Anweisungen des Herstellers gefordert, ist in den Heizzyklus eine Trocknungsphase zu integrieren.

Sofern nicht anders gefordert, sind Heißgase so in die Abgasanlage zu leiten, daß die am Heißgasverbindungsrohr gemessene Temperatur (siehe 4.5.1.5.2) innerhalb von (60 ± 5) min bis zur Nennprüftemperatur ansteigt.

4.5.3 Durchführung der Prüfung

Nach Durchführung der Konditionierung durch Vibration nach 4.5.2.2 sind die Bauteile der Abgasanlage in die Prüfanordnung einzubauen, die der Produktbezeichnung des Herstellers entspricht.

Eine Abgasanlage für die Verwendung im Innenbereich und mit brennbarer Ummantelung ist in Zone B auf den beiden verbleibenden Seiten mit Platten mit einem Nennmaß von 12 mm so zu verkleiden, wie dies vom Hersteller bezüglich des Abstands zu Ummantelungen und Wänden angegeben ist. Die Abstände sind zwischen der Außenwand der Abschnitte der Abgasanlage und der Innenfläche der Ummantelungen zu messen. Dieser Abstand ist in Bild 5 als Maß X bezeichnet. Die Deckendurchbrüche jedes Geschoßbereichs sind mit vom Hersteller gelieferten Brandabschlüssen oder einer Verbindung von Brandabschluß und Abstandhalter zu verschließen.

Nur die Fugen und Öffnungen zwischen Abstandhaltern oder Stützen und dem Prüfstand und alle Fugen der Ummantelung sind abzudichten.

Eine Abgasanlage ohne Ummantelung ist in dem Prüfstand ohne Ummantelung der Prüf-Abgasanlage und ohne Verschließen der Deckendurchbrüche zu errichten (siehe Bild 8).

Bei einer Abgasanlage für die Verwendung im Innenbereich und mit nicht brennbarer Ummantelung müssen die Seiten der Ummantelung an die Wände der Prüfanordnung anschließen, sofern vom Hersteller nicht anders angegeben, siehe Bild 9. Die vom Hersteller gelieferten Deckendurchbrüche sind einzubauen.

Die Umgebungsbedingungen der Prüfanordnung sind aufrechtzuerhalten.

Das Heißgas ist mit dem Volumenstrom und der Prüftemperatur nach Tabelle 1 und Tabelle 2 entsprechend der Produktbezeichnung und dem Durchmesser zu erzeugen.

Der Heißgasstrom ist so einzustellen, daß der Gesamttemperaturverteilungsfaktor (OTDF) für das Heißgas nicht größer als $1,05$ ist.

Dabei ist:

$$\text{OTDF} = \frac{\text{höchste Heißgastemperatur}}{\text{mittlere Heißgastemperatur}} \quad (1)$$

Es ist sicherzustellen, daß das Heißgas ein CO/CO_2 -Verhältnis von nicht mehr als $0,01$ aufweist.

Die Umgebungslufttemperatur des Prüfraums ist während der Prüfung so aufrechtzuerhalten, daß sie um nicht mehr als 5°C variiert.

4.5.3.1 Heizversuch

Das Heißgas ist mit dem Volumenstrom und der Prüftemperatur nach Tabelle 1 und Tabelle 2 entsprechend der Produktbezeichnung und dem Durchmesser zu erzeugen.

Die Anstiegsrate der Heißgastemperatur ist so zu regulieren, daß die festgelegte Gastemperatur (T_t) in $T = (T_t \times 60/50 \text{ s}) \pm 30 \text{ s}$ erreicht wird.

Die Heißgastemperatur ist bei der festgelegten Prüftemperatur bis zum Gleichgewichtszustand aufrechtzuerhalten. Der Gleichgewichtszustand gilt als erreicht, wenn der durchschnittliche Temperaturanstieg auf der Prüf-Abgasanlage oder dem Prüfstand nicht mehr als 2°C je 30 min beträgt.

Zusätzlich ist nur bei Überdruck-Abgasanlagensystemen Heißgas mit dem Volumenstrom und der Prüftemperatur nach Tabelle 1 und Tabelle 2 entsprechend der Produktbezeichnung und dem Durchmesser zu erzeugen. Diese Bedingung ist für 5 min aufrechtzuerhalten; danach ist der Heißgasgenerator auszuschalten und das System ist für 10 min abkühlen zu lassen. Dieser Zyklus ist fünfzigmal zu wiederholen. Die Gasdichtheit ist nach 4.4 zu messen und aufzuzeichnen.

4.5.3.2 Ausbrennversuch

Wenn die Temperatur der Prüfanordnung auf mindestens 10°C über der Umgebungslufttemperatur des Prüfraums abgekühlt ist, muß Heißgas mit dem Volumenstrom und der Prüftemperatur nach Tabelle 1 und Tabelle 2 entsprechend dem Durchmesser erzeugt werden. Die Anstiegsrate der Heißgastemperatur ist so zu regulieren, daß innerhalb von $(10 \pm 1) \text{ min}$ $1\,000^{+20}_0^\circ\text{C}$ erreicht werden.

Die Heißgastemperatur ist für 30 min bei $1\,000^{+20}_0^\circ\text{C}$ aufrechtzuerhalten. Danach ist der Heißgasgenerator auszuschalten.

Die Temperaturen der Prüfanordnung sind so lange aufzuzeichnen, bis sie ihren Höchstwert erreicht haben und niedriger werden.

Die Gleichmäßigkeit des Innenrohrs ist zu messen und aufzuzeichnen und die Gasdichtheit ist nach 4.4 zu messen.

Der Heizversuch ist zu wiederholen.

4.5.4 Ergebnisse

Alle nach 4.5.1.5 ermittelten Temperaturwerte sind aufzuzeichnen. Es sind alle Vorgänge aufzuzeichnen, bei denen die Temperatur die zulässigen Werte überschritten hat.

Für die Bestimmung des Temperaturanstieges von Zubehörteilen der Abgasanlage sowie von Ummantelungen und Konstruktionen sind diese Temperaturen wie folgt auf die Umgebungstemperatur zu beziehen.

Die Temperaturen der Balken sind auf den Mittelwert der Umgebungstemperaturen ober- und unterhalb der Balkenfläche zu beziehen.

Die Temperaturen der Boden- und Dachbaustoffe sind auf die Umgebungstemperaturen oberhalb des Bodens oder Daches zu beziehen.

Die Temperaturen der Deckenbaustoffe sind auf die Umgebungstemperatur unterhalb der Decke zu beziehen.

Die Temperaturen der Abgasanlagen-Oberflächen oder -Zubehörteile sind auf die Umgebungstemperatur des Bereiches zu beziehen, in dem die Temperatur der Abgasanlagen-Oberflächen oder -Zubehörteile gemessen wird.

Während des Heizversuchs muß der Temperaturanstieg auf der am Ende der entsprechenden Heizdauer aufgetragenen Umgebungstemperatur beruhen.

4.6 Wärmedurchlaßwiderstand

4.6.1 Prüfanordnung

Die Prüfanordnung muß aus zwei Lüftern, zwei elektrischen Heizgeräten und Verbindungsrohren bestehen, so daß erhitzte Luft um die Prüfanordnung strömen kann. In jedem Abzweig der Prüfanordnung sind ungefähr 2 m der bereits wärmedämmgeprüften Abschnitte der Abgasanlage einschließlich mindestens zweier Fugen einzubauen (siehe Bild 10).

Alternativ müssen die Abschnitte der Abgasanlage der geschlossenen Heißgasprüfanordnung nach 4.5.1.1 verbunden werden, siehe Bild 11.

4.6.2 Durchführung

Es ist die Prüfumgebung nach 4.5.2.1 aufrechtzuerhalten.

Durch die Prüfanordnung ist Heißgas zu leiten. Die Geschwindigkeit des Heißgases muß mindestens 4 m/s betragen, und die Heißgastemperatur an den Enden der Prüfabschnitte darf um nicht mehr als 10 K differieren. Für Abgasanlagen mit Unterdruck ist der Druck in der Prüf-Abgasanlage zwischen 0 Pa und -10 Pa aufrechtzuerhalten.

Die Temperatur der Innen- und der Außenoberfläche der Abschnitte der Abgasanlage ist nach 4.5.1.5.5 zu messen.

Bei Abgasanlagen für Trockenbetriebsweise müssen der Wärmestrom und die Temperatur des Heizgases so hoch sein, daß die Innenoberfläche der Abschnitte der Abgasanlage bei Prüfung eine Temperatur von 20% unter der bezeichneten Temperatur (Betriebsnenntemperatur), jedoch nicht mehr als 200°C erreicht.

Für kondensatbeständige Abgasanlagen muß das Heißgas wasserdampfgesättigt sein, und der Wärmestrom sowie die Temperatur müssen so hoch sein, daß die Innenoberfläche eine Temperatur von 70°C erreicht. Das Heißgas gilt als wasserdampfgesättigt, wenn die Feuchte $\geq 95\%$, gemessen am Eingang in die Prüfprobe, beträgt.

Die Temperatur, der Wärmestrom und die Feuchte des Heißgases sind bis zum Erreichen des Gleichgewichtszustands zu regulieren. Der Gleichgewichtszustand ist erreicht, wenn die Differenz zwischen der Temperatur der Außenoberfläche der Abschnitte der Abgasanlage und der Umgebungslufttemperatur in 60 min um nicht mehr als 1% abweicht. Die Heizleistung (Q_1), in Watt, die Abgastemperatur t_g sowie die Temperatur der Innenoberfläche (t_i) und der Außenoberfläche (t_o) sind aufzuzeichnen.

Die Prüfanordnung ist ohne die Abschnitte der Prüf-Abgasanlage oder mit dem kalibrierten Abschnitt als Ersatz wieder zusammenzubauen. Die Prüfung ist wie oben beschrieben zu wiederholen, bis die Heißgastemperatur der Temperatur während der Prüfungen mit eingebauten Abschnitten der Abgasanlage entspricht und der Gleichgewichtszustand erreicht ist. Der Gleichgewichtszustand ist erreicht, wenn die Differenz zwischen der Heißgastemperatur und der Umgebungslufttemperatur in 3 h um nicht mehr als 1% abweicht.

Die Heizleistung (Q_2) ist aufzuzeichnen.

Tabelle 1: Heißgas-Volumenstrom als Funktion der Prüftemperatur

Wärmedämmverhalten											
Durchmesser mm	Volumenstrom in m ³ /h Temperatur in °C										
	100	120	150	170	190	250	300	350	500	550	700
80	41,80	42,21	43,51	44,61	45,88	49,82	53,29	56,71	63,73	66,83	79,98
100	65,31	65,95	67,99	69,70	71,69	77,84	83,27	88,61	99,58	104,42	124,97
125	102,05	103,05	106,23	108,90	112,01	121,63	130,10	138,45	155,60	163,16	195,27
150	146,94	148,39	152,97	156,82	161,30	175,15	187,35	199,36	224,06	234,95	281,18
175	200,01	201,97	208,21	213,44	219,54	238,40	255,00	271,36	304,97	319,80	382,72
200	261,24	263,80	271,94	278,78	286,75	311,38	333,07	354,42	398,33	417,69	499,88

Tabelle 2: Heißgas-Volumenstrom als Funktion des Innenrohrdurchmessers

Ausbrennversuch						
Temperatur °C	Volumenstrom in m ³ /h Durchmesser in mm					
	80	100	125	150	175	200
1 000	108,00	144,00	252,00	360,00	468,00	612,00

4.6.3 Ergebnisse

Der Wärmedurchlaßwiderstand $1/\Lambda$ ist wie folgt zu berechnen:

$$1/\Lambda = A_i \times (t_i - t_o) / (Q_1 - Q_2) \quad (2)$$

Dabei ist:

- Q_1 die Gesamtheizleistung mit den Abschnitten der Abgasanlage, in Watt;
- Q_2 die Gesamtheizleistung ohne die Abschnitte der Abgasanlage, in Watt;
- t_i die Temperatur der Innenoberfläche;
- t_o die Temperatur der Außenoberfläche;
- A_i die Gesamtinnenoberfläche der Prüf-Abgasanlage.

4.7 Wasserdampfdiffusionswiderstand

4.7.1 Konditionierung

Die bereits wärmedämmgeprüften Formstücke der Abgasanlage müssen konditioniert werden, indem sie für mindestens 12 h in den Prüfraum nach 4.5.2 gestellt werden. Die Formstücke sind mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5$ g zu wiegen.

4.7.2 Prüfanordnung

In jeden Arm der Prüfanordnung nach 4.6.1 sind ungefähr 2 m der Formstücke der Abgasanlage einschließlich zweier Fugen einzubauen. Alternativ darf der Heißgasgenerator für die Zirkulation nach 4.6.1 mit Zone B der Prüf-Abgasanlage verbunden werden, siehe Bild 11.

4.7.3 Durchführung der Prüfung

Wasserdampfgesättigte Luft ist bei einer Temperatur von 55 °C für 24 h mit einer Geschwindigkeit von $(4 \pm 0,1)$ m/s durch die Formstücke zu leiten.

Bei Abgasanlagen mit Unterdruck ist der Druck in der Prüf-Abgasanlage zwischen 0 Pa und -10 Pa aufrechtzuerhalten.

4.7.4 Ergebnisse

Jeder Hinweis auf Feuchtedurchdringung ist aufzuzeichnen. Die Prüfformstücke sind erneut zu wiegen.

Die Gewichtszunahme der Formstücke ist aufzuzeichnen.

4.8 Prüfung der Kondensatbeständigkeit

4.8.1 Prüfgerät

Sprühvorrichtung nach Bild 12.

4.8.2 Prüfprobe

Als Prüfprobe gilt die Prüf-Abgasanlage, siehe 4.5.1.3, einschließlich T-Stück und Reinigungstüren.

4.8.3 Meßparameter

- Feststellung von gefärbtem Wasser an der Außenseite der Formstücke.
- Sprühvolumen.
- Sprühtemperatur.
- Gewicht des Formstücks.

4.8.4 Durchführung der Prüfung

Die Prüfprobe ist entsprechend den Parametern für die Wärmedämmeigenschaften (Heizversuch und Ausbrennversuch) vorzukonditionieren. Gefärbtes Wasser ist mit einer Temperatur von 50 °C, einem Druck von 3 bar und einem dem Durchmesser entsprechenden Volumen (z. B. 0,020 m³/h bei einem Durchmesser von 150 mm) für 4 h oder so lange, bis Wasser an der Außenseite des Formstücks auftritt, einzusprühen.

4.8.5 Ergebnisse

Die Stelle, an der Wasser an der Außenseite des Formstücks auftritt, ist aufzuzeichnen.

4.9 Regenwasserbeständigkeit

4.9.1 Abschnitte der Abgasanlage

4.9.1.1 Konditionierung

Diejenigen Abschnitte der Abgasanlage, die der Prüfung des Wärmedämmverhaltens nach 4.5 unterzogen wurden (in Zone C gelegen), sind einschließlich mindestens einer Fuge zwischen den Abschnitten für mindestens 48 h in der Prüfumgebung nach 4.5.2.1 zu konditionieren. Sie sind in ihrem zusammengebauten Zustand so zu entfernen, daß die Fugen zwischen den Abschnitten nach der Prüfung des Wärmedämmverhaltens unbeschädigt bleiben. Die Abschnitte sind mit einer Genauigkeit von 0,5 g zu wiegen.

4.9.1.2 Prüfanordnung

Der Prüfstand muß aus einer frei drehbaren Scheibe mit Entwässerung bestehen. Der Sprühbogen muß perforiert sein, um Wasserstrahlen auf den Mittelpunkt des Sprühbogens sprühen zu können. Die Abschnitte sind im Mittelpunkt der Drehscheibe des Prüfstands so anzuordnen, daß sich der Mittelpunkt des Sprühbogens ungefähr im Mittelpunkt des Abschnitts unterhalb einer Fuge befindet (siehe Bild 13). Die Fuge zwischen Drehscheibe und Abschnitten ist abzudichten, um das Eindringen von Wasser in das offene Ende des Abschnitts zu verhindern.

Das Rohr des Sprühbogens muß so konstruiert und bemessen sein, daß die Strömungsbedingungen nach EN 60529 erzielt und aufrechterhalten werden können.

4.9.1.3 Sprühverfahren

Für (60 ± 1) min ist Wasser zu sprühen, wobei der Sprühbogen in einem Winkel von $(120 \pm 5)^\circ$ (60° zu jeder Seite der Vertikalen) hin- und hergeschwenkt und die Scheibe gedreht wird. Die Dauer einer vollständigen Oszillation (zwei Oszillationen von 120°) muß (6 ± 1) s und die Dauer für eine Umdrehung der Scheibe (5 ± 1) min betragen. Die Feuchtigkeit der Oberflächen der Abschnitte der Abgasanlage ist zu entfernen und die Abschnitte sind für mindestens 12 h und höchstens 24 h in der Prüfumgebung nach 4.5.2 zu konditionieren. Die Abschnitte dürfen getrennt werden, um das Entfernen der Oberflächenfeuchtigkeit zu erleichtern. Die Prüfabschnitte sind erneut zu wiegen.

4.9.1.4 Ergebnisse

Die Gewichtszunahme der Prüfabschnitte ist aufzuzeichnen.

4.9.2 Aufsatz für Regenwasser

4.9.2.1 Konditionierung

Der Aufsatz für Regenwasser ist für 4 h entweder in der Prüfanordnung für die Wärmedämmung oder in einem Ofen bei seiner Prüftemperatur thermisch zu konditionieren.

4.9.2.2 Prüfanordnung

Der nach den Anweisungen des Herstellers an den Abschnitten der Abgasanlage befestigte Aufsatz für Regenwasser ist auf der Drehscheibe des Prüfstands nach 4.9.1.2 anzuordnen. Er ist so auszurichten, daß der gesamte Aufsatz für Regenwasser durch den Sprühbogen abgedeckt ist, siehe Bild 14. Das in das Innenrohr eindringende Wasser ist zu sammeln.

4.9.2.3 Sprühverfahren

Für (60 ± 1) min ist Wasser zu sprühen, wobei der Sprühbogen in einem Winkel von $(120 \pm 5)^\circ$ (60° zu jeder Seite der Vertikalen) hin- und hergeschwenkt und die Scheibe gedreht wird. Die Dauer einer vollständigen Oszillation (zwei Oszillationen von 120°) muß (6 ± 1) s und die Dauer für eine Umdrehung der Scheibe (5 ± 1) min betragen. Die in das Innenrohr eindringende Feuchte ist zu sammeln und zu wägen.

4.9.2.4 Ergebnisse

Das Gewicht des in dem Innenrohr gesammelten Wassers ist aufzuzeichnen.

4.10 Windwiderstand des Aufsatzes

4.10.1 Konditionierung

Der Aufsatz ist entweder während der Prüfung des Wärmedämmverhaltens nach 4.5 oder in einem Ofen für 4 h thermisch auf die seiner Bezeichnung entsprechende Prüftemperatur zu konditionieren.

4.10.2 Prüfanordnung

Die Prüfanordnung beinhaltet folgendes:

Einen Ventilator, der einen mit einer Genauigkeit von $\pm 5\%$ gemessenen Luftvolumenstrom von $15 \text{ m}^3/\text{h}$ bis $120 \text{ m}^3/\text{h}$ erzeugt. Als geeignetes Mittel für die Messung gelten entsprechende Blenden.

4.10.3 Durchführung

Der Aufsatz ist mit einem Abgaskanal des gleichen Nenn-durchmessers zu verbinden. Der Abgaskanal muß eine gerade Länge des mindestens 6fachen Nenndurchmessers aufweisen. Im Abgaskanal sind Druckmeßpunkte in einem Abstand des ungefähr 3fachen Nenndurchmessers zum Aufsatz anzubringen. Zu diesem Zweck sind mindestens drei Öffnungen mit einem Durchmesser von 1 mm gleichmäßig um den Umfang des Kanals senkrecht zur Kanalachse anzuordnen. Die Öffnungen müssen frei von Gittern an der Innenseite des Kanals sein. Diese Öffnungen müssen für die Bestimmung des mittleren statischen Drucks innerhalb des Kanals angewendet werden.

Mit einem Ventilator ist ein Luftstrom mit einer Geschwindigkeit von $2 \text{ m/s} \pm 2,5\%$ im Kanal zu erzeugen. Die Druckdifferenz zwischen dem statischen Druck im Abgaskanal und dem Druck im Prüfraum ist zu messen. Die Druckdifferenz ist mit einer Genauigkeit von $\pm 0,2 \text{ Pa}$ zu messen.

4.10.4 Ergebnisse

Die Druckdifferenz zwischen dem statischen Druck im Abgaskanal und dem Druck im Prüfraum ist aufzuzeichnen. Das Ergebnis ist aufzuzeichnen.

4.11 Aerodynamisches Verhalten des Aufsatzes unter Windeinwirkung

4.11.1 Konditionierung

Der Aufsatz ist entweder während der Prüfung des Wärmedämmverhaltens nach 4.5 oder in einem Ofen für 4 h in der Prüfanordnung nach 4.11.2 thermisch auf die seiner Bezeichnung entsprechende Prüftemperatur zu konditionieren.

4.11.2 Prüfanordnung

a) Ein Windgenerator, der eine Mindestwindfront erzeugt, die dem 5fachen Sollquerschnitt des zu

prüfenden Aufsatzes, jedoch mindestens 1 m^2 entspricht. Die Windgeschwindigkeitsverteilung über die gesamte Fläche muß innerhalb der Windfront $0,25 \text{ m/s}$ bei Geschwindigkeiten bis 10 m/s an der Prüfstelle des Aufsatzes betragen.

b) Ein Ventilator, der einen mit einer Genauigkeit von $\pm 5\%$ gemessenen Luftvolumenstrom von $15 \text{ m}^3/\text{h}$ bis $120 \text{ m}^3/\text{h}$ erzeugt. Als geeignetes Mittel für die Messung gelten entsprechende Blenden.

4.11.3 Durchführung

Der Aufsatz ist mit einem Abgaskanal des gleichen Nenn-durchmessers zu verbinden. Der Abgaskanal muß eine gerade Länge des mindestens 6fachen Nenndurchmessers aufweisen. Im Abgaskanal sind Druckmeßpunkte in einem Abstand des ungefähr 3fachen Nenndurchmessers zum Aufsatz anzubringen. Zu diesem Zweck sind mindestens drei Öffnungen mit einem Durchmesser von 1 mm gleichmäßig um den Umfang des Kanals senkrecht zur Kanalachse anzuordnen. Die Öffnungen müssen frei von Gittern an der Innenseite des Kanals sein. Diese Öffnungen dienen der Bestimmung des mittleren statischen Drucks innerhalb des Kanals.

Mit einem Ventilator ist ein Luftstrom mit einer Geschwindigkeit von $2 \text{ m/s} \pm 2,5\%$ im Kanal zu erzeugen. Die Druckdifferenz zwischen dem statischen Druck im Abgaskanal und dem Druck im Prüfraum ist zu messen. Die Druckdifferenz ist mit einer Genauigkeit von $\pm 0,2 \text{ Pa/m}$ zu messen.

Der Aufsatz ist so vor das Windsystem zu drehen, daß die Winddruckwinkel relativ zum Aufsatz vom absteigenden Wind ($+90^\circ$) zum aufsteigendem Wind (-45°) in Höchststufen von $7,5^\circ$ reichen.

Die Druckeigenschaften des Aufsatzes bei Windeinflüssen sind unter den folgenden Bedingungen zu bestimmen:

- Nenngeschwindigkeit von 2 m/s im Abgaskanal;
- Windgeschwindigkeiten von 3 m/s , 6 m/s , 9 m/s , 12 m/s in Kombination mit Windrichtungswinkeln von -45° bis $+90^\circ$.

4.11.4 Ergebnisse

Die Druckeigenschaften sind aufzuzeichnen.

4.12 Windwiderstand der Formstücke

4.12.1 Bestimmung der Strömungsbedingungen

Die Luftgeschwindigkeit in den zu prüfenden Bauteilen ist so einzustellen, daß die Strömungsgeschwindigkeit der Nennströmungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom tatsächlichen Innendurchmesser der Formstücke entspricht.

Die Nennströmungsgeschwindigkeit ist eine Funktion des Nenndurchmessers und der Nenngeschwindigkeit, wobei:

$$V_{\text{nom}} = \frac{\pi}{4} \times D_{\text{nom}}^2 \times w_{\text{nom}} \times 3600 \quad (3)$$

Dabei ist:

- V_{nom} die Nennströmungsgeschwindigkeit, in Quadratmeter je Stunde;
- D_{nom} der Nenndurchmesser, in Meter;
- w_{nom} die Nenngeschwindigkeit, in Meter je Sekunde.

4.12.2 Prüfanordnung

Ein Formstück ist an beiden Seiten mit einem Meßkanal zu verbinden, durch den Prüfluft zu- und abgeführt wird. Diese Meßkanäle müssen eine gerade Länge von mindestens 2000 mm und, abgesehen von den Prüfadaptoren, den gleichen Durchmesser aufweisen.

In den Meßkanälen sind Druckmeßpunkte anzubringen. Zu diesem Zweck sind mindestens drei Öffnungen mit einem Durchmesser von 1 mm gleichmäßig um den Umfang jedes Kanals geradlinig zu Mittellinie anzuordnen. Die Öffnungen müssen frei von Graten an der Innenseite des Kanals sein. Diese Öffnungen dienen der Bestimmung des mittleren statischen Drucks innerhalb des Kanals.

Die Länge der Meßkanäle, die Lage der Druckmeßpunkte in den Meßkanälen und die Lage der Druckmeßpunkte relativ zum angeschlossenen Prüfrohr oder -formstück sowie die Lage der Druckmeßpunkte relativ zu den anderen Zu- und Ableitungskanälen, mit denen die Meßkanäle jeweils verbunden sind, müssen so gewählt sein, daß jederzeit eine ungehinderte Strömung über eine Länge von $15 d_{\text{Meßkanal}}$ an jeder Seite der Druckmeßpunkte gegeben ist.

Für Prüfadapter stehen Meßkanäle mit unterschiedlichem Durchmesser zur Verfügung.

Diese Meßkanäle mit verringertem oder erweitertem Durchmesser müssen aus Edelstahl mit einer so glatt wie möglichen Oberfläche bestehen und einen Übergangswinkel von $\alpha = 10^\circ (2 \times 5^\circ)$ aufweisen.

Der Lufttransport durch die Kanäle ist auf eine Genauigkeit von $\pm 2,5\%$ einzustellen. Das Druckdifferential zwischen Zu- und Ableitungskanal ist mit einer Genauigkeit von $\pm 0,2 \text{ Pa}$ zu messen.

Alle Prüfungen sind mit Luft mit der Temperatur der Prüfumgebung durchzuführen.

4.12.3 Durchführung der Messungen

Die Reibung eines Abschnitts oder Formstücks ist als die Differenz zwischen den statischen Drücken in den beiden Meßkanälen zu bestimmen.

Die Prüfung muß bei einer Nennströmungsgeschwindigkeit erfolgen, die einer Nenngeschwindigkeit von 6 m/s im Abschnitt des Prüfrohrs oder -formstücks entspricht.

Zuerst ist die Reibung des Meßkanals zwischen den Druckmeßpunkten ohne den Abschnitt des Prüfrohrs oder -formstücks zu bestimmen. Es können zwei Gegebenheiten vorliegen:

- zwei Meßkanäle mit dem gleichen Durchmesser;
- zwei Meßkanäle mit unterschiedlichem Durchmesser, da ein Adapter mit verringertem oder erweitertem Durchmesser geprüft wird.

In letzterem Fall sollte ein Meßkanal mit verringertem oder erweitertem Durchmesser (siehe 4.12.2) zwischen die beiden Meßkanäle eingesetzt werden.

Der Prüfabschnitt oder das Prüfformstück ist in das Gestell einzubauen (nach dem Entfernen eines eventuell vorhandenen Meßkanals mit verringertem oder erweitertem Durchmesser). Die Reibung der Meßkanäle zwischen den Druckmeßpunkten ist erneut zu bestimmen. Die Reibung des Abschnitts oder Formstücks ist dann als die Differenz zwischen den beiden Prüfergebnissen anzugeben.

ANMERKUNG: Die Reibung der Meßkanäle mit verringertem oder erweitertem Durchmesser wird somit vernachlässigt.

4.12.4 Berechnung des Reibungswerts

Der Reibungswert ist nach der in 4.12.3 gemessenen Reibung nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$\zeta = \frac{\Delta p}{1/2 \rho w_{\text{nom}}^2} \quad (4)$$

Dabei ist:

- ζ der Reibungsfaktor;
 Δp die gemessene Reibung, in Pascal;
 ρ die spezifische Luftmasse = $1,202 \text{ kg/m}^3$;
 w_{nom} die Nenngeschwindigkeit, in Meter je Sekunde.

ANMERKUNG: Bei Adaptern ist w_{nom} auf einen geringeren Durchmesser bezogen.

Bei Durchführung der Reibungsmessung nach 4.12.3, d. h. bei $w_{\text{nom}} = 6 \text{ m/s}$ ergibt die Gleichung

$$\zeta = 0,646 \Delta p.$$

5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muß die folgenden Angaben enthalten:

- a) Nummer und Jahr dieser Europäischen Norm, d. h. EN 1859:2000;
- b) Beschreibung des geprüften Bauteils oder Aufbaus;
- c) durchgeführte Prüfung und erzielte Ergebnisse.