

DIN EN 1366-9



ICS 13.220.50; 91.140.30

Einsprüche bis 2023-06-14
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1366-9:2008-08

Entwurf

**Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen –
Teil 9: Entrauchungsleitungen für einen Einzelabschnitt;
Deutsche und Englische Fassung prEN 1366-9:2023**

Fire resistance tests for service installations –
Part 9: Single compartment smoke extraction ducts;
German and English version prEN 1366-9:2023

Essai de résistance au feu des installations de service –
Partie 9: Conduits d'extraction de fumées relatifs à un seul compartiment;
Version allemande et anglaise prEN 1366-9:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-04-14 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 nabau@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 Bauwesen (NABau), 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 92 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1366-9:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 127 „Baulicher Brandschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-52-06 AA „Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Lüftungsleitungen (SpA zu Teilbereichen von CEN/TC 127/WG 2, CEN/TC 127/WG 7, CEN/TC 156/WG 9 und ISO/TC 92/SC 2)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

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 1366-9:2008-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Methode zur Bestimmung der Verringerung der inneren Querschnittsfläche wird hinzugefügt;
- b) die Positionen für die Messung der Querschnittsabweichung außerhalb des Ofens werden definiert;
- c) Einführung einer alternativen Sauerstoffentnahmesonde;
- d) die Verwendung von zwei separaten O₂-Analysatoren auf der Grundlage der paramagnetischen Messmethode für die beiden Probenahmestellen ist vorgeschrieben;
- e) direkter Anwendungsbereich für vertikale Kanalteile innerhalb des Rauchabschnitts, ohne Durchdringung von Wänden/Böden, wo Feuerwiderstand erforderlich ist;
- f) redaktionelle Überarbeitung des Dokuments.

Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen – Teil 9: Entrauchungsleitungen für einen Einzelabschnitt

Fire resistance tests for service installations – Part 9: Single compartment smoke extraction ducts

Essai de résistance au feu des installations de service – Partie 9: Conduits d'extraction de fumées relatifs à un seul compartiment

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Prüfeinrichtungen	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Prüfofen	8
4.3 Lochblech	8
4.4 Einlaufdüsen (Brandversuch)	10
4.5 Vorrichtung zur Messung der Dichtheit bei Umgebungstemperatur	10
4.6 Druckmesssonden zur Regelung des Differenzdrucks	10
4.7 Geschweißtes Anschlussrohr	10
4.8 Anschlussleitung zum Entrauchungsventilator	10
4.9 Entrauchungsventilator	10
4.10 Thermoelemente	10
4.11 Sauerstoff-Messeinrichtung	11
4.12 Sauerstoff-Messsonden	11
4.13 Einspannvorrichtung	11
4.14 Messungen der Biegeverformung	11
5 Prüfbedingungen	11
5.1 Differenzdruckbedingungen	11
5.2 Aufheizbedingungen	11
6 Probekörper	12
6.1 Maße	12
6.1.1 Länge	12
6.1.2 Querschnitt	12
6.2 Anzahl	12
6.3 Konstruktion	12
7 Einbau des Probekörpers	12
7.1 Allgemeines	12
7.2 Tragkonstruktion	13
7.3 Anordnung der Leitungen	13
7.4 Einspannen der Leitungen	13
7.4.1 innerhalb des Prüfofens	13
7.4.2 außerhalb des Prüfofens	13
7.5 Lochblech	14
8 Konditionierung	14
8.1 Allgemeines	14
8.2 Dichtmaterial auf Wasserbasis	14
9 Anwendung der Messeinrichtungen	14
9.1 Thermoelemente	14
9.1.1 Ofen-Thermoelemente (Platten-Thermometer)	14
9.1.2 Gastemperatur an den Düsen	14
9.2 Druck	14
9.2.1 Druck im Prüfofen	14
9.2.2 Differenz-Unterdruck in der Leitung	14
9.3 Sauerstoffmessungen	14
9.4 Messungen der Biegeverformung zur Bestimmung der Verringerung der inneren Querschnittsfläche	15
10 Prüfverfahren	16

10.1	Kalibrierung vor der Prüfung	16
10.1.1	Sauerstoffmessgerät	16
10.1.2	Lochblech	16
10.2	Dichtheitsmessung bei Umgebungstemperatur	16
10.3	Verfahren vor der Brandprüfung	17
10.4	Brandversuch	17
10.5	Beendigung der Prüfung	18
11	Leistungskriterien	19
11.1	Allgemeine Anforderungen	19
11.2	Kriterien bei Umgebungstemperatur	19
11.2.1	Dichtheit bei Umgebungstemperatur	19
11.2.2	Verringerung der inneren Querschnittsfläche unter Umgebungsbedingungen außerhalb des Prüfofens	19
11.3	Kriterien unter Brandbedingungen	19
11.3.1	Allgemeines	19
11.3.2	Raumabschluss	19
11.3.3	Rauchleckage	20
12	Prüfbericht	20
13	Direkter Anwendungsbereich der Prüfergebnisse	20
13.1	Allgemeines	20
13.2	Leistungsmaße	21
13.3	Abhängesystem	21
13.4	Druckdifferenz	21
13.5	Vertikaler Teil der Leitung	21
Anhang A (informativ)	Messung des Volumen-/Massenstroms	35
A.1	Hinweise zur Messung des Volumenstroms oder Massenstroms mit Druckdifferenz-Vorrichtungen	35
A.2	Rohdichte	35
A.3	Absoluter Luftdruck (barometrischer Druck)	35
A.4	Viskosität	36
A.5	Charakteristische Werte der Einlaufdüsen nach Bild 10	36
Anhang B (informativ)	Messung des Sauerstoffgehalts	39
Anhang C (informativ)	Die Anwendung der Korrekturfaktoren für die Berücksichtigung von unterschiedlichen Parametern	42
Literaturhinweise		46

Bilder

Bild 1	Prüfanordnung für horizontale Leitungen	22
Bild 2	Detail des Lochblechs für Prüflleitung in den Maßen Breite × Höhe = (1 000 × 250) mm	23
Bild 3	Detail des Lochblechs für kreisförmige Prüflleitung mit einem Durchmesser = 560 mm	24
Bild 4	Montage des Lochblechs	25
Bild 5	Anordnung der Sonden für die Gasanalyse	26
Bild 6	Detail zu Bild 5 (gleiche Legende wie in Bild 5)	27
Bild 7	Einspannung der Leitung außerhalb des Prüfofens	28
Bild 8	Anordnung der Thermoelemente des Prüfofens	29
Bild 9	Beispiel für den Einbau der Einlaufdüsen an der Abschlussplatte der Leitung	30
Bild 10	Einlaufdüse (nichtrostender Stahl, t = 2,5 mm)	31
Bild 11	Alternative Gassonde für die Sauerstoffmessung	32
Bild 12	Messungen der Biegeverformung zur Bestimmung der Verringerung der inneren Querschnittsfläche, Draufsicht und Seitenansicht	33
Bild 13	Detail zur Bestimmung der Verringerung der inneren Querschnittsfläche, dargestellt für rechteckige und kreisförmige Leitungen	34
Bild A.1	Dynamische Viskosität der trockenen Luft gegen die Temperatur	38

Bild B.1 — Größte Auswirkung des Messfehlers der Messeinrichtung bei 600 °C innerhalb des Prüfofens	40
Bild B.2 — Für die Korrektur der Nullpunkt- und Endpunktdrift (21 % O ₂ -Volumenanteil)	41
Bild C.1 — Wasserdampfgehalt der Luft für unterschiedliche Wettersituationen	43

Tabellen

Tabelle 1 — Differenzdrücke zwischen Innen- und Außenbereich der Leitung für Entrauchungsleitungen	9
Tabelle 2 — Einzelheiten der Lochblechen für die Prüfung rechteckiger Leitungen (siehe Bild 2)	9
Tabelle 3 — Einzelheiten des Lochblechs für die Prüfung kreisförmiger Leitungen (siehe Bild 3)	9
Tabelle 4 — Mindestlänge des Probekörpers	12
Tabelle 5 — Querschnitt des Probekörpers (Standardmaß)	12
Tabelle 6 — Anwendbarkeit der geprüften Leitungsmaße auf weitere Maße	21
Tabelle 7 — Druckunterschied	21
Tabelle A.1 — Dynamische Viskosität der trockenen Luft im Vergleich zur Temperatur (berechnet nach Gleichung (A.5); die maximale Abweichung von ISO 10294-3:1999, Tabelle 1 beträgt 0,44 %)	37
Tabelle B.1 — Grenzen der Arbeitsbereiche während der Prüfung nach dieser Norm	39
Tabelle C.1 — Einflüsse auf die Dichte	42
Tabelle C.2 — Bestandteile des Heizöls EL	43
Tabelle C.3 — Zusammensetzung, Heiz- und Wärmewert von Erdgas H und L (Beispiele)	44
Tabelle C.4 — Darstellung der Korrekturfaktoren C _f mit ihren Fehlergrenzen	45

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1366-9:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 127 „Baulicher Brandschutz“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1366-9:2008 ersetzen.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind folgende:

- die Methode zur Bestimmung der Verringerung der inneren Querschnittsfläche wird hinzugefügt;
- die Positionen für die Messung der Querschnittsabweichung außerhalb des Ofens werden definiert;
- Einführung einer alternativen Sauerstoffentnahmesonde;
- die Verwendung von zwei separaten O₂-Analysatoren auf der Grundlage der paramagnetischen Messmethode für die beiden Probenahmestellen ist vorgeschrieben;
- direkter Anwendungsbereich für vertikale Kanalteile innerhalb des Rauchabschnitts, ohne Durchdringung von Wänden/Böden, wo Feuerwiderstand erforderlich ist.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben.

EN 1366, *Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen* besteht aus den folgenden Teilen:

- *Teil 1: Lüftungsleitungen*
- *Teil 2: Brandschutzklappen*
- *Teil 3: Abschottungen*
- *Teil 4: Abdichtungssysteme für Bauteilfugen*
- *Teil 5: Installationskanäle und -schächte*
- *Teil 6: Doppel- und Hohlböden*
- *Teil 7: Förderanlagen und ihre Abschlüsse*
- *Teil 8: Entrauchungsleitungen*
- *Teil 9: Entrauchungsleitungen für einen Einzelabschnitt*
- *Teil 10: Entrauchungsklappen*
- *Teil 11: Brandschutzsysteme für Kabelanlagen und zugehörige Komponenten*
- *Teil 12: Nichtmechanische Brandschutzverschlüsse für Lüftungsleitungen*
- *Teil 13: Abgasanlagen*

Einleitung

Dieser Teil der Europäischen Norm wurde erstellt, da ein Prüfverfahren für Entrauchungsleitungen erforderlich wurde, die für die Anwendung in einem Einzelabschnitt eingesetzt werden. Diese Prüfung beansprucht eine Entrauchungsleitung unter Bedingungen, welche die Pre-Flashover-Phase eines Brandes darstellen.

Die Dichtheit wird sowohl bei Umgebungstemperatur als auch bei einer Beanspruchung von 600 °C bestimmt. Während der Prüfungen wird Luft/Gas bei einem Differenzdruck zwischen der Innen- und der Außenseite der Leitung durch diese gezogen. Die Dichtheit wird bei Umgebungstemperatur bestimmt, indem die Öffnungen in der Leitung, die sich im Prüfofen befinden, verschlossen und Durchflussmessungen mit Hilfe eines Durchflussmessgerätes, das sich unmittelbar vor dem Entrauchungsventilator befindet, durchgeführt werden. Hinsichtlich der Bestimmung der Dichtheit bei 600 °C werden O₂-Messverfahren angewendet.

WARNUNG — Alle Personen, die mit der Leitung und Durchführung dieser Prüfung der Feuerwiderstandsfähigkeit befasst sind, werden darauf hingewiesen, dass Brandprüfungen gefährlich sein können und die Möglichkeit besteht, dass während der Prüfung giftiger und/oder schädlicher Rauch und Gase austreten können. Beim Aufbau des Probekörpers oder der Prüfkonstruktionen, ihrer Überprüfung und der Entsorgung der Prüfrückstände können auch mechanische und ablaufbedingte Gefährdungen auftreten.

Es sollte eine Abschätzung aller möglichen Gefährdungen und Gesundheitsrisiken durchgeführt werden, und es sollten Sicherheitsvorkehrungen bestimmt und vorgesehen werden. Sicherheitsanweisungen sollten in schriftlicher Form bereitgestellt werden. Das zuständige Personal sollte entsprechend geschult werden. Es sollte sichergestellt werden, dass das Laborpersonal die schriftlichen Sicherheitsanweisungen stets befolgt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von EN 1366 legt ein Prüfverfahren zur Ermittlung der Feuerwiderstandsfähigkeit von Entrauchungsleitungen fest, die nur für die Anwendung in einem Einzelabschnitt eingesetzt werden. Bei solchen Anwendungen ist beabsichtigt, dass die Rauchabzugsanlage nur bis zum Flashover (typischerweise 600 °C) arbeitet.

Dieses Prüfverfahren ist nur für aus nichtbrennbaren Baustoffen (Euroklasse A1 und A2-s1, d0) konstruierte Leitungen geeignet.

Es ist nur für vierseitige und kreisförmige Leitungen geeignet. Ein-, zwei- und dreiseitige Leitungen werden nicht abgedeckt. Diese Norm gilt nur für Standardmaße oder kleiner, wie beschrieben.

Dieses Prüfverfahren von Teil 9 gilt nur für Entrauchungsleitungen, die nicht in weitere Brandabschnitte führen. Für Entrauchungsleitungen, die durch weitere Brandabschnitte hindurchführen, ist das in EN 1366-8 beschriebene Prüfverfahren anzuwenden.

Die Entrauchungsleitung ist Bestandteil der Rauchabzugsanlage, welche ebenfalls Entrauchungskappen und Rauchabzüge umfasst.

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).

EN 1363-1, *Feuerwiderstandsprüfungen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 1363-2, *Feuerwiderstandsprüfungen — Teil 2: Alternative und ergänzende Verfahren*

EN 1366-1, *Feuerwiderstandsprüfungen für Installationen — Teil 1: Lüftungsleitungen*

EN 1507, *Lüftung von Gebäuden — Rechteckige Luftleitungen aus Blech — Anforderungen an Festigkeit und Dichtheit*

EN 12237, *Lüftung von Gebäuden — Luftleitungen — Festigkeit und Dichtheit von Luftleitungen mit rundem Querschnitt aus Blech*

EN 60584-1, *Thermoelemente — Teil 1: Thermospannungen und Grenzabweichungen (IEC 60584-1)*

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 13943, *Brandschutz — Vokabular (ISO 13943)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 1363-1 und EN ISO 13943 und die folgenden Begriffe.

3.1

Leitungen von Rauchschutzsystemen für einen Einzelabschnitt

Leitungen für die Anwendung innerhalb einer einzelnen Brandabschnittsanwendung

3.2

Abhängesysteme

Bauteile, die zum Abhängen und zur Befestigung einer Leitung von einer Deckenlaibung oder zum Abstützen einer Leitung von einer Wand verwendet werden

3.3

Tragkonstruktion

Wand, die die Leitung während der Prüfung durchdringt

3.4

einzelner Brandabschnitt

Brandbereich in einem einzelnen Gebäudeabschnitt, begrenzt durch feuerwiderstandsfähige Elemente

3.5

Rauchzone (-zonen)

Bereiche, in denen ein Bauwerk für die Ableitung von Rauch und heißen Gasen abgeteilt wird, und die durch ein SHEV (oder ein Teilsystem eines SHEV) versorgt werden, das durch ein Signal von einer einzelnen oder einer Gruppe von mit der Zone verbundenen Einleitungseinheiten eingeleitet wird

3.6

Kompensator

Gerät in Leitungen zur Verhinderung von Zerstörung durch Kräfte, die durch Ausdehnung hervorgerufen werden

3.7

Rauch- und Wärmeabzugsanlage

SHEVS

Produkte und/oder Bauteile, die so ausgewählt wurden, dass sie durch ihr Zusammenwirken Rauch und Wärme ableiten, um eine stabile Schicht warmer Gase oberhalb kalter und sauberer Luft zu erzeugen

4 Prüfeinrichtungen

4.1 Allgemeines

Zusätzlich zu der in EN 1363-1 festgelegten Prüfeinrichtung sind die Einrichtungen nach 4.2 bis 4.4 erforderlich. Die gesamte Prüfanordnung ist in Bild 1 dargestellt. Einzelheiten der Geräte und weitere Einzelheiten sind in Bild 2 bis Bild 10 dargestellt.

4.2 Prüfofen

Der Prüfofen muss in der Lage sein, Entrauchungsleitungen den in EN 1363-1 festgelegten Beflammungs- und Druckbedingungen auszusetzen und für die Prüfung von Leitungen in der horizontalen Ausrichtung geeignet sein (siehe Bild 1).

4.3 Lochblech

Das Lochblech regelt die Strömung durch die Leitung, sodass der erforderliche Differenzdruck, siehe Tabelle 1, erzielt werden kann. In Abhängigkeit von den Bedingungen der Endanwendung ist eine Druckstufe aus der Tabelle 1 zu wählen: Diese Stufen entsprechen den üblichen Werten, die bei der Auslegung der Entrauchung Anwendung finden.

Das Blech muss (250 ± 50) mm von der Stelle entfernt angebracht werden, an der die Leitung die Wand des Prüfofens durchdringt (siehe Bild 1 und Bild 2).

Das Lochblech muss aus austenitisch-hitzebeständigem Stahl (Werkstoffnummer 1.4835) nach EN 10095, *Hitzebeständige Stähle und Nickellegierungen*, hergestellt werden. Die Anzahl der Löcher und die Maße sind in Tabelle 2 und Tabelle 3 angegeben. Die Dicke der Bleche muss $(2,5 \pm 0,5)$ mm betragen.

Tabelle 2 enthält Einzelheiten der Lochbleche für genormte rechteckige Leitungen mit einem Durchmesser von 1 000 mm × 250 mm. Bei kleineren Maßen wird die Anzahl der Löcher proportional zum kleineren Querschnitt verringert (eine Änderung auf größere Maße ist nicht zulässig; siehe 6.1.2 und Tabelle 5).

Tabelle 3 enthält Einzelheiten der Lochbleche für genormte kreisförmige Leitungen mit einem Durchmesser von 560 mm. Bei kleineren Maßen wird die Anzahl der Löcher proportional zum Querschnitt verringert (eine Änderung auf größere Maße ist nicht zulässig; siehe 6.1.2 und Tabelle 5).

Weitere Einzelheiten des Blechs zeigen Bild 2, Bild 3 und Bild 4.

**Tabelle 1 — Differenzdrücke zwischen Innen- und Außenbereich der Leitung für
Entrauchungsleitungen**

Druckstufe ^a	Wirksame Druckdifferenz bei Umgebungstemperatur	Druckdifferenz für den Brandversuch und die Kalibrierung vor der Prüfung
	Pa	Pa
1	-500	-150
2	-1 000	-300
3	-1 500	-500
^a Siehe Abschnitt 5.		

Tabelle 2 — Einzelheiten der Lochblechen für die Prüfung rechteckiger Leitungen (siehe Bild 2)

Festlegung für die Lochung	Druckstufe ^a		
	1	2	3
Gesamtanzahl der Bohrungen	550	407	324
Anzahl der horizontalen Bohrungen	50	37	36
Anzahl der vertikalen Bohrungen	11	11	9
Durchmesser der Bohrung (mm)	10	10	10
Horizontaler Abstand vom Rand e (mm)	15	15	20
Vertikaler Abstand vom Rand c (mm)	15	15	20
Abstand der Befestigungslöcher a (mm)	19,8	26,9	27,4
Abstand der Befestigungslöcher b (mm)	21,8	22	26,3
^a Siehe Abschnitt 5.			

Tabelle 3 — Einzelheiten des Lochblechs für die Prüfung kreisförmiger Leitungen (siehe Bild 3)

Festlegung für die Lochung	Druckstufe ^a		
	1	2	3
Gesamtanzahl der Bohrungen	541	403	319
Durchmesser der Bohrung (mm)	10	10	10
Horizontaler Abstand vom Rand e (mm)	20,8	22,2	27,5
Abstand der Befestigungslöcher a (mm)	20,8	22,2	27,5
^a Siehe Abschnitt 5.			

4.4 Einlaufdüsen (Brandversuch)

Jede Düse muss eine Innenabmessung von 160 mm (siehe Bild 10, geeignet für die in 6.1 festgelegten Normmaße der Leitungen) nach EN ISO 5167-1 und muss in geeigneter Weise am Ende der Leitung befestigt werden, wobei ihr piezometrischer Ring mit einem geeigneten Gerät zur Messung des Differenzdrucks verbunden ist. Das Messgerät muss eine Messgenauigkeit von $\pm 5\%$ aufweisen.

ANMERKUNG Düsen nach ISO 5221 sind ebenfalls geeignet.

4.5 Vorrichtung zur Messung der Dichtheit bei Umgebungstemperatur

Das Messgerät muss auf $+5\%$ genau sein und in geeigneter Weise am Ende der Leitung befestigt werden, die mit einem geeigneten Gerät zur Messung der Druckdifferenz verbunden ist. Beschreibungen möglicher Messgeräte sind in EN ISO 5167-1 und ISO 5221 angegeben.

4.6 Druckmesssonden zur Regelung des Differenzdrucks

Am Ende der Leitung, innerhalb der Leitung, auf Höhe ihrer Mittellinie ist eine rohrförmige Druckmesssonde nach EN 1363-1 anzubringen. Eine zweite Messsonde (z. B. ein offenes Ende eines Messrohrs) muss auf der gleichen Höhe außerhalb der Leitung angebracht werden.

Eine Luftregelklappe muss zur Feinregulierung der Aufrechterhaltung des geforderten Differenzdrucks vorgesehen werden. Alternativ kann ein anderes geeignetes Gerät, wie z. B. ein Ventilator mit veränderbarer Geschwindigkeit, verwendet werden. Jede Luftregelklappe muss an der Anschlussleitung zum Ventilator befestigt sein (siehe 4.8).

4.7 Geschweißtes Anschlussrohr

Ein geschweißtes Anschlussrohr ist ein Rohr, das so ausgelegt ist, dass Einlaufdüsen und Sauerstoff-Messsonden gasdicht angeschlossen werden können (Details siehe Bild 6).

4.8 Anschlussleitung zum Entrauchungsventilator

Eine Anschlussleitung zum Entrauchungsventilator ist eine Leitung, die dafür ausgelegt ist, eine Verbindung zwischen dem Probekörper und dem Entrauchungsventilator herzustellen. Wenn für die Feinregulierung des Differenzdrucks eine Luftregelklappe verwendet wird (siehe 4.6), kann eine Einlassöffnung angewendet werden.

4.9 Entrauchungsventilator

Ein Entrauchungsventilator ist ein Ventilator zum Absaugen des geprüften Entrauchungsgases mit einer Saugleistung von mindestens $2 \times V_n$, wobei V_n die erforderliche Leistung ist, z. B. für einen festgelegten Querschnitt von $V_n = 0,25 \text{ m} \times 1 \text{ m}$, $2 \times V_n = 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Die Kennlinien des Ventilators müssen für den tatsächlichen Luftstrom horizontal verlaufen. Die Leistung des Ventilators darf sich im Falle eines Druckabfalls bis zu 50 Pa um nicht mehr als 10 % verändern.

4.10 Thermoelemente

Mantelthermoelemente zur Messung der Gastemperatur in unmittelbarer Nähe zu den in EN 60584-1 festgelegten Düsen aus Typ K Nickel Chrom/Nickel Aluminium-Drähten mit einem Nenndurchmesser von 1,5 mm bis 3 mm. Die Thermoelemente müssen mit einer Genauigkeit von $\pm 15 \text{ K}$ messen. Die Position ist in Bild 5 und Bild 6, Element 15, dargestellt.

4.11 Sauerstoff-Messeinrichtung

Eine Einrichtung zur Messung des Sauerstoffgehalts der Gase muss bereitgestellt werden. Dieses System muss aus zwei separaten Systemen bestehend aus O₂-Analysatoren basierend auf dem paramagnetischen Zellmessverfahren zusammen mit geeigneten Vorrichtungen zur Kühlung, Filterung und Trocknung der Gase bestehen. Geeignete Verbindungsrohre und Sonden müssen angewendet werden. Die 90 %-Ansprechzeit des Gesamtsystems darf maximal 20 s betragen. Die Genauigkeit muss besser als $\pm 0,1$ % (Volumenanteil) sein.

4.12 Sauerstoff-Messsonden

Stahlsonden für die Absaugung des Gases des Prüfofens von der Innenseite der Leitung an den Stellen G1 und G2 in Bild 5. Das Ende der Sonde muss sich am Mittelpunkt des Leitungsquerschnitts befinden.

Es kann eine alternative Gassonde nach Bild 11 verwendet werden.

Beide Arten von Gassonden sind in 9.3 beschrieben.

4.13 Einspannvorrichtung

Es ist eine Vorrichtung für das Einspannen wie bei Leitung B in EN 1366-1 zu verwenden.

4.14 Messungen der Biegeverformung

Messungen der Biegeverformung sind zur Bestimmung der Verringerung der inneren Querschnittsfläche bei Umgebungstemperatur und während der Brandprüfung durchzuführen. Messungen müssen mit einer Genauigkeit von ± 1 mm durchgeführt werden.

Der Abstand zwischen einem kompletten Satz an Messungen darf nicht größer als 15 min sein, in jedem Fall kurz vor einem Klassifizierungszeitraum.

ANMERKUNG Selbst wenn die Biegeverformung außerhalb des Prüfofens gemessen wird, gibt sie das Verhalten des Leitungsquerschnitts wieder.

5 Prüfbedingungen

5.1 Differenzdruckbedingungen

In Abhängigkeit von den Bedingungen der Endanwendung ist eine Druckstufe aus der Tabelle 1 zu wählen: Diese Stufen entsprechen den üblichen Werten, die bei der Auslegung der Entrauchung Anwendung finden.

5.2 Aufheizbedingungen

Die Aufheizbedingungen und die Atmosphäre im Prüfofen müssen den in EN 1363-1 (oder, falls anwendbar, EN 1363-2) festgelegten bis zum Erreichen von 600 °C entsprechen. Die mittlere Temperatur von 600 °C der sechs Ofenthermoelemente muss innerhalb von 5 min bis 10 min nach Zündung des ersten Brenners erreicht werden. Nach 10 min muss diese Temperatur für die Dauer der restlichen Prüfung mit einer Toleranz von +70 °C and -0 °C beibehalten werden.

Der Druck im Ofen muss während der gesamten Prüfung auf mittlerer Höhe der Leitung im Prüfofen auf (15 ± 3) Pa geregelt werden.

Einzelheiten zu den Prüfbedingungen innerhalb der Leitung während der Prüfung sind in Abschnitt 10 enthalten.

6 Probekörper

6.1 Maße

6.1.1 Länge

Die Mindestlängen der Teile des Probekörpers innerhalb und außerhalb des Prüfofens müssen den in Tabelle 4 angegebenen Werten entsprechen (siehe auch Bild 1).

Tabelle 4 — Mindestlänge des Probekörpers

Ausrichtung	Mindestlänge	
	Innerhalb des Prüfofens	Außerhalb des Prüfofens
Horizontal	3,0	4,2

6.1.2 Querschnitt

Die in Tabelle 5 angegebenen Leitungsgrößen müssen geprüft werden, sofern nicht kleinere Querschnitte für besondere Anwendungen erforderlich sind.

Tabelle 5 — Querschnitt des Probekörpers (Standardmaß)

Rechteckig		Kreisförmig
Breite	Höhe	Durchmesser
mm	mm	mm
1 000	250	560

6.2 Anzahl

Ein Probekörper muss für jede zu bewertende Einbauart geprüft werden.

6.3 Konstruktion

Die Prüfung muss an einem Probekörper durchgeführt werden, der repräsentativ für die gesamte Leitungsanordnung ist. Jede Leitungsart erfordert eine unterschiedliche Behandlung, und es muss versucht werden, die Randbedingungen und Befestigungs- oder Stützverfahren innerhalb und außerhalb des Prüfofens so einzustellen, dass sie für die Praxis repräsentativ sind. Der Abstand zwischen den Aufhängern oder Stützvorrichtungen muss repräsentativ sein. Wenn in der Praxis Kompensatoren verwendet werden, dann müssen sie in den Probekörper eingebaut werden. In diesem Fall muss sich der Kompensator etwa 250 mm hinter dem Lochblech entfernt außerhalb des Prüfofens befinden (siehe Bild 5).

7 Einbau des Probekörpers

7.1 Allgemeines

Der Probekörper muss so weit wie möglich in der für seine Verwendung in der Praxis repräsentativen Weise eingebaut werden.

Die Abschottung gegen Feuer an den Durchdringungen der Tragkonstruktion muss ausreichend sein, damit ein Entweichen der Brandgase vermieden wird.

Teile der Leitung innerhalb des Prüfofens müssen allseitig und über die gesamte Länge dem Feuer ausgesetzt werden.

7.2 Tragkonstruktion

Aus Leichtbeton mit einer Dicke von 150 mm muss eine Tragkonstruktion zum Abschluss des Prüfofens gebaut werden.

7.3 Anordnung der Leitungen

7.3.1 Im Prüfofen darf eine einzelne Leitung geprüft werden, oder alternativ dürfen auch zwei oder mehr Leitungen in demselben Prüfofen geprüft werden, wenn entsprechend den in Bild 1 angegebenen Maßen die Leistung und der Platz im Prüfofen dafür ausreichend ist.

7.3.2 Die Leitungen müssen, wie in Bild 1 dargestellt, angeordnet werden. Die Enden der Leitungen innerhalb des Prüfofens müssen durch Baustoffe und eine Konstruktion, die der Leitung entsprechen, verschlossen werden.

7.3.3 Die Prüfanordnung muss mindestens eine Verbindungsstelle innerhalb des Prüfofens und mindestens eine Verbindungsstelle außerhalb des Prüfofens umfassen (siehe Bild 1). Alle aussteifenden Teile zur Erhaltung des Querschnitts der Leitung müssen an den vom Auftraggeber angegebenen Stellen angeordnet werden. Der Abstand zwischen den Verbindungsstellen und Aufhängungen darf nicht kleiner sein als es in der Praxis vorgesehen ist. Wenn der Mindestabstand nicht festgelegt ist, dann müssen die Aufhänger so angeordnet sein, dass die Verbindungsstelle, die sich auf mittlerer Spannweite befindet, mittig zwischen ihnen liegt. Die Lage der Aufhängungen sollte durch den Hersteller festgelegt werden und muss praxisüblich sein.

7.3.4 Es müssen zwei Öffnungen vorgesehen werden, eine auf jeder vertikalen Seite der Leitung innerhalb des Prüfofens. Die Öffnungen müssen sich (500 ± 25) mm vom Ende der Leitung entfernt befinden. Jede Öffnung muss das gleiche Verhältnis von Breite zu Höhe wie der Leitungsquerschnitt besitzen und eine Gesamtöffnungsfläche aufweisen, die $(50 \pm 5) \%$ der Querschnittsfläche der Leitung entspricht. Bei kreisförmigen Leitungen müssen die Öffnungen rechteckig mit einem Verhältnis von Breite zu Höhe von 4 : 1 sein. Die Gesamtfläche der Öffnung muss $50 \% \pm 10 \%$ der inneren Querschnittsfläche der Leitung betragen.

7.3.5 Zwischen der Oberseite der Leitung und der Decke muss ein lichter Abstand von (500 ± 50) mm vorgesehen werden und zwischen der Unterseite der Leitung und dem Boden mindestens 500 mm. In ähnlicher Weise muss sich zwischen den Seiten der Leitungen und den Wänden des Prüfofens ein lichter Abstand von mindestens 500 mm befinden.

7.4 Einspannen der Leitungen

7.4.1 innerhalb des Prüfofens

Sämtliche Leitungen müssen vollständig an der der Durchdringungsstelle gegenüberliegenden Wand bzw. am Boden des Prüfofens eingespannt gelagert werden. Wenn die Möglichkeit besteht, dass sich die Wand des Prüfofens bewegt, dann müssen die Befestigungen von der Konstruktion des Prüfofens unabhängig sein.

7.4.2 außerhalb des Prüfofens

Die horizontale Leitung muss außerhalb des Prüfofens gelagert werden. Die Einspannstelle muss sich (500 ± 50) mm vom Ende der Leitung entfernt befinden und die Beweglichkeit in horizontaler Richtung einschränken, eine Bewegung in vertikaler Richtung jedoch zulassen (siehe Bild 7). Der für die Einspannung verwendete Rahmen muss starr bleiben und eine ausreichende Festigkeit aufweisen, um sämtlichen horizontalen Kräften standzuhalten.

7.5 Lochblech

Das Lochblech muss (250 ± 50) mm von der Außenfläche der Tragkonstruktion angeordnet werden. Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, dass das Blech während der in 10.1 beschriebenen Kalibrierung vor der Prüfung entfernt werden kann, falls dies erforderlich ist.

8 Konditionierung

8.1 Allgemeines

Die Konditionierung der Prüfkonstruktion muss in Übereinstimmung mit EN 1363-1 erfolgen.

8.2 Dichtmaterial auf Wasserbasis

Dichtstoffe auf Wasserbasis (z. B. Mörtel, Beton...) zum Abdichten des Zwischenraumes mit einer Breite von ≤ 25 mm zwischen der Wand- oder Deckenkonstruktion und der Leitung müssen vor der Brandprüfung für mindestens sieben Tage konditioniert werden.

Dichtstoffe auf Wasserbasis zum Abdichten des Zwischenraumes mit einer Breite von > 25 mm zwischen der Wand- oder Deckenkonstruktion und der Leitungsanordnung müssen vor der Brandprüfung für mindestens 28 Tage konditioniert werden.

9 Anwendung der Messeinrichtungen

9.1 Thermoelemente

9.1.1 Ofen-Thermoelemente (Platten-Thermometer)

Platten-Thermometer müssen nach EN 1363-1 vorgesehen werden und wie in Bild 8 angeordnet werden. Für alle Leitungen müssen die Platten-Thermometer so angeordnet werden, dass die Seite A zu den Wänden des Prüfofens gegenüber der zu prüfenden Leitung zeigt.

9.1.2 Gastemperatur an den Düsen

Die Gastemperatur-Thermoelemente (Typ K nach EN 60584-1) nahe an den Düsen müssen so angeordnet werden, dass die Messstelle auf der Mittellinie jeder Düse liegt. Der Abstand zwischen der Messstelle und dem Eingang der Düse wird in Bild 5 und in Bild 6 dargestellt. Ein alternatives Thermoelement kann verwendet werden, wenn es eine gleiche Ansprechzeit zeigt.

9.2 Druck

9.2.1 Druck im Prüfofen

Der Ofendruck muss in Übereinstimmung mit Abschnitt 5 gemessen werden.

9.2.2 Differenz-Unterdruck in der Leitung

Zur Messung des Differenzdruckes zwischen der Innenseite und der Außenseite der Leitung muss der Druckmessfühler horizontal 50 mm vom Ende der Leitung auf gleicher Höhe mit der Mittellinie der Einlaufdüsen, wie in Bild 5 und Bild 6 als Element Nr. D1 (Drucksensor nach 4.6 oder alternativ ein piezometrischer Ring für Vier-Punkt-Messung) dargestellt, angeordnet werden.

9.3 Sauerstoffmessungen

Sauerstoffmessungen müssen mit einem Sensor (G1) aus einem nichtrostenden Stahlrohr, der einen Außendurchmesser von etwa 6 mm und einen Innendurchmesser von etwa 5 mm hat, 100 mm stromaufwärts vor dem Lochblech, auf der Mittellinie der Leitung angeordnet, durchgeführt werden. Ein zweiter Sensor (G2)

muss sich im Abstand von 100 mm auf der Mittellinie des Anschlusskastens hinter den Düsen befinden (für Einzelheiten, siehe Bild 5 und Bild 6). Jeder Sensor wird durch geeignete Leitungen mit dem jeweiligen eigenen Sauerstoffmessgerät verbunden.

Alternativ können die Sauerstoffsensoren aus einem 1 200 mm langen Edelstahlrohr mit einem Außendurchmesser von etwa 10 mm und einem Innendurchmesser von etwa 8 mm hergestellt werden. In dieser Hälfte gegenüber dem offenen Ende des Rohrs befinden sich 20 Löcher mit einem Durchmesser von 3 mm und auf der Hälfte nahe des offenen Endes des Rohrs 20 Löcher mit einem Durchmesser von 2 mm. Die Löcher sind mit einem Abstand von 20 mm verteilt (siehe Bild 11). Das Rohr ist mit den nach unten gerichteten Löchern in der Wand eingebaut. Zur Befestigung des Rohrs im Inneren der Leitung ist ein Block an der Leitungswand befestigt, um das geschlossene Ende des Rohrs zu unterstützen. Dieser zweite Sensor befindet sich auf mittlerer Höhe der Mittellinie 150 mm stromaufwärts vom Leitungsende.

9.4 Messungen der Biegeverformung zur Bestimmung der Verringerung der inneren Querschnittsfläche

Die Verringerung der inneren Querschnittsfläche muss an 3 Stellen außerhalb des Prüfofens, während der Prüfung mit Umgebungstemperatur und während der Brandprüfung bestimmt werden.

Die drei ausgewählten Querschnittsstellen dürfen nicht durch das Lochblech oder dem Leitungsende beeinflusst werden. Die Stellen müssen danach ausgewählt werden, wo die größte Verringerung erwartet wird.

Wenn ein Kompensator in der Prüfung enthalten ist, müssen die oben beschriebenen Messungen zusätzlich am Kompensator durchgeführt werden.

Die während der Prüfung bei Umgebungstemperatur gezeigten Muster der Oberflächenbiegeverformung sollten als Richtwert für die Auswahl der Stellen verwendet werden.

Für rechteckige und kreisförmige Leitungen werden an jedem Querschnitt vier Messungen der Biegeverformung mittig auf jeder Seite durchgeführt, wie in Bild 12 und Bild 13 dargestellt.

Die Verringerung des inneren Querschnitts wird für jeden Abschnitt in folgender Weise berechnet:

Verringerung des inneren Querschnitts: ICSR

$$ICSR = \frac{A_N - A_R}{A_N} \cdot 100$$

Dabei ist

Nennbereich: A_N

Rechteckige Leitung: $A_N = W_{norm} \cdot H_{norm}$

Kreisförmige Leitung: $A_N = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (W_{norm} \cdot H_{norm})$

Verringerungsbereich: A_R

Rechteckige Leitung: $A_R = W_{norm} \cdot \frac{1}{2} \cdot (H_{norm} - H_x) + H_{norm} \cdot \frac{1}{2} \cdot (W_{norm} - W_x)$

Kreisförmige Leitung: $A_R = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (W_{norm} \cdot H_{norm} - W_x \cdot H_x)$

Dabei ist

$$W_x = W_{norm} - X_1 - X_3$$

$$H_x = H_{norm} - X_2 - X_4$$

Es sind außerdem vier Messungen für die Verringerung der inneren Querschnittsfläche für kreisförmige Leitungen zu verwenden. Die Messungen sollten für jeden 90° Winkel senkrecht zur Leitungsoberfläche sein. Bei der Berechnung der Flächenverringern für kreisförmige Leitungen wird die Leitungsform als parabelförmig angesehen.

Um eine Biegeverformung zu messen, muss ein anfänglicher Referenzwert bestimmt werden, bevor der Unterdruck auf die Leitung angewendet wird.

Diese Werte werden als anfängliche Biegeverformungswerte festgelegt.

10 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren ist in die folgenden Schritte unterteilt:

- 1) Kalibrierung vor der Prüfung;
- 2) Prüfung bei Umgebungstemperatur;
- 3) Verfahren vor der Brandprüfung;
- 4) Brandversuch.

ANMERKUNG Die Schritte 1 und 2 können in umgekehrter Reihenfolge durchgeführt werden.

10.1 Kalibrierung vor der Prüfung

10.1.1 Sauerstoffmessgerät

Das Messgerät ist unmittelbar vor dem Brandversuch zu kalibrieren.

10.1.2 Lochblech

Der Entrauchungsventilator ist einzuschalten. Es ist zu überprüfen, dass unter Umgebungsbedingungen sowohl die erforderliche Druckdifferenz als auch eine Luftgeschwindigkeit von 2 m/s erzielt werden. Es ist sicherzustellen, dass die Luftgeschwindigkeit innerhalb von ±15 % und die Druckdifferenz innerhalb von ±3% liegen. Können diese Werte jedoch nicht erzielt werden, wird der Ventilator ausgeschaltet, das Lochblech entfernt und es werden entweder einige zusätzliche Löcher gebohrt oder einige Löcher mit Schrauben verschlossen. Das Lochblech ist wieder einzusetzen und der Vorgang so oft zu wiederholen, bis die geforderten Werte erzielt worden sind.

Die Erstprüfung des Lochblechs sollte an einem Leitungsabschnitt erfolgen, der für diesen Zweck vorgesehen ist, und nicht mit einem Probekörper, bei dem das Entfernen des Bleches Probleme bereiten kann.

10.2 Dichtheitsmessung bei Umgebungstemperatur

10.2.1 Die beiden Öffnungen sind an der beflamnten Seite der Leitung abzudichten

10.2.2 Stellen für die Bestimmung der Verringerung der inneren Querschnittsfläche werden ausgewählt und die anfänglichen Biegeverformungswerte gemessen.

10.2.3 Der Entrauchungsventilator wird eingeschaltet und etwaige Feineinstellungen werden so durchgeführt, dass der Ablesewert für die Druckdifferenz für die gesamte Dauer der Messung von Ausströmungen in die Umgebung innerhalb von ±3 % des in Tabelle 1 angegebenen vorgeschriebenen Wertes liegt.

Die Druckstufe darf vom Auftraggeber ausgewählt werden; es ist jedoch auch möglich, allmählich von Druckstufe 1 auf Druckstufe 3 überzugehen, vorbehaltlich der Übereinstimmung mit 11.2.

10.2.4 Für die Dauer von fünf Minuten wird die Druckdifferenz durch das Gerät zur Messung von Ausströmungen in die Umgebung auf der gewählten Druckstufe gemessen und aufgezeichnet. Der Volumendurchfluss wird in m^3/h bestimmt. Die Dichtheit bei Umgebungstemperatur (L_{amb}) wird berechnet als:

$$L_{\text{amb}} = \frac{\text{volume flow } [\text{m}^3/\text{h}]}{\text{Total internal surface area } [\text{m}^2]} = \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$$

10.2.5 Die innere Verringerung der Querschnittsfläche ist an jeder Stelle außerhalb des Prüfofens zu bestimmen.

Wenn Informationen zur Leckrate und Verringerung der inneren Querschnittsfläche bei weiteren Druckstufen benötigt werden, wird das in 10.2.3 beschriebene Vorgehen bei den weiteren Druckstufen wiederholt.

10.3 Verfahren vor der Brandprüfung

10.3.1 Die Verschlüsse werden von den Öffnungen entfernt.

10.3.2 Das Sauerstoffmessgerät wird höchstens eine Stunde vor der Brandprüfung kalibriert.

10.3.3 Die anfänglichen Biegeverformungswerte für die Bestimmung der Verringerung der inneren Querschnittsfläche wird gemessen.

10.3.4 Der Entrauchungsventilator wird eingeschaltet und die Absperrvorrichtung oder der Ventilator einreguliert, um die Druckdifferenz auf der gewählten Druckstufe aufrechtzuerhalten, die in Tabelle 1 angegeben ist.

10.4 Brandversuch

10.4.1 Der Prüfofen wird gezündet und die Prüfung nach EN 1363-1 begonnen.

10.4.2 Für die Dauer der Prüfung werden Prüfofenbedingungen entsprechend den Anforderungen nach EN 1363-1 eingehalten. 5 min nach Beginn der Prüfung sind sämtliche erforderlichen Einstellungen vorzunehmen, um die Ablesewerte der Druckdifferenz im Inneren der Leitung auf $\pm 3\%$ des geeigneten Wertes zu stabilisieren, der in Spalte 3 von Tabelle 1 angegeben ist.

10.4.3 Alle Temperaturen und Drücke sind in den in EN 1363-1 festgelegten Abständen aufzuzeichnen.

10.4.4 Die Biegeverformung für die Verringerung der inneren Querschnittsfläche außerhalb des Prüfofens ist bei Abständen von nicht mehr als 15 min zu messen und die Verringerung zu berechnen.

10.4.5 Nach den ersten fünfzehn Minuten der Prüfung wird mit der Aufzeichnung der Sauerstoffmessungen begonnen.

10.4.6 Über die gesamte Dauer der Prüfung werden Beobachtungen zum allgemeinen Verhalten der Leitung durchgeführt, wobei besonders das Zusammenbrechen von Teilen der Leitung zu beobachten ist, weil dies Auswirkungen auf die Aufrechterhaltung der vorgesehenen Funktion haben würde.

10.4.7 Unter Verwendung der aufgezeichneten Werte wird die Leckrate unter Brandbedingungen (L_f) aus den O_2 -Messungen wie folgt berechnet:

$$m_L = \frac{C_f \cdot m_{G2} \cdot (c_{G2} - c_{G1})}{21 - c_{G1}}$$

Dabei ist

m_L der Massenstrom der Leckrate (kg/s);

m_{G2} der Massenstrom am Punkt G2 nahe der Einlaufdüsen (kg/s);

c_{G1} der Sauerstoffgehalt am ersten Sensor (Volumenanteil in %);

21 die Sauerstoffkonzentration der Umgebungsnormatmosphäre (Volumenanteil in %);

c_{G2} der Sauerstoffgehalt am zweiten Sensor (Volumenanteil in %);

C_f der Korrekturfaktor, der wie folgt bestimmt wird:

$C_f = 0,94$ für flüssige Brennstoffe (Öl);

$C_f = 0,91$ für Gas.

ANMERKUNG Gasförmige Brennstoffe (Erdgas H = hoch und L = niedrig) mit einem Volumenanteil von etwa 85 % bis 100 % Methan (CH₄), siehe Anhang B und Anhang C.

Für die allgemeine Berechnung des Massestroms und des Volumenstroms siehe Anhang A.

Die volumenbezogene Leckrate V_L muss wie folgt berechnet werden:

$$V_L = \frac{m_L}{\rho}$$

Dabei ist

V_L der Volumenstrom der Leckrate (m³/s);

ρ die Rohdichte der trockenen Luft bei 20 °C/1 013 hPa (= 1,2 kg/m³).

Die Leckrate unter Brandbedingungen (L_f), die zur Bestimmung der Übereinstimmung mit den in 11.3 festgelegten Dichtheitskriterien verwendet wird, wird wie folgt berechnet:

$$L_{amb} = \frac{V_L [m^3/h]}{\text{Internal surface area with underpressure } [m^2]} = \frac{m^3}{m^2 \cdot h}$$

Wenn die innere Oberfläche mit Unterdruck festgelegt ist als die Leitungsoberfläche vom Lochblech bis zum Ende der Leitung durch die Einlaufdüsen einschließlich der Endplatte, an der die Düsen angebracht sind und ohne die Oberfläche des Lochblechs.

10.5 Beendigung der Prüfung

Die Prüfung darf beendet werden:

- a) aus Sicherheitsgründen;
- b) auf Antrag des Auftraggebers;
- c) nach dem Ende der Klassifizierungsdauer (oder falls ein ernsthafter Fehler auftritt);
- d) wenn ein Ausfallkriterium überschritten ist:
 - Raumabschluss am Durchdringungspunkt;
 - Dichtheit (es kann jedoch erforderlich sein, diese nach der Prüfung zu berechnen);

- falls die Leitung innerhalb des Prüfofens versagt;
- eine Verringerung des Querschnitts auftritt (nach der Prüfung bestätigt).

11 Leistungskriterien

11.1 Allgemeine Anforderungen

Unter den in Tabelle 1 angegebenen festgelegten Druckbedingungen muss die feuerwiderstandsfähige Entrauchungsleitung die in 11.2 und 11.3 angegebenen Dichtheitsanforderungen erfüllen.

Bei Entrauchungsleitungen wird zwischen drei Druckstufen unterschieden. Im Verlauf der Prüfung von Entrauchungsleitungen nach Abschnitt 10 müssen die in Tabelle 1 festgelegten Druckstufen verwendet werden.

11.2 Kriterien bei Umgebungstemperatur

11.2.1 Dichtheit bei Umgebungstemperatur

Die Leckrate aller Kategorien von Entrauchungsleitungen für den Einbau außerhalb des abgeschlossenen Raumes, aus dem der Rauch abgesaugt werden soll, darf keine Dichtheit bei Umgebungstemperatur (L_{amb}) größer als $10 \text{ m}^3/\text{h}$ je 1 m^2 der gesamten inneren Oberfläche der gesamten Leitung (innerhalb und außerhalb des Prüfofens) bei Prüfung in Übereinstimmung mit 10.2 haben.

11.2.2 Verringerung der inneren Querschnittsfläche unter Umgebungsbedingungen außerhalb des Prüfofens

Bei Prüfung in Übereinstimmung mit 10.2 darf sich die Verringerung der inneren Querschnittsfläche unter Umgebungsbedingungen von Entrauchungsleitungen in keiner der gemessenen Querschnitte um mehr als 10 % verringern.

11.3 Kriterien unter Brandbedingungen

11.3.1 Allgemeines

Wenn nach 10.4 geprüft wurde, müssen die Entrauchungsleitungen, die in Verbindung mit Entrauchungsventilatoren verwendet werden und für die Abführung von Rauch aus einem Abschnitt nach Außen vorgesehen sind, ohne dabei andere Abschnitte zu durchqueren, 11.3.2 bis 11.3.3 entsprechen.

11.3.2 Raumabschluss

11.3.2.1 Leckage

Die Leckrate der Leitung unter Brandbedingungen (L_f) darf nicht größer sein als $10 \text{ m}^3/\text{h}$ je 1 m^2 innerer Oberfläche. Das bezieht sich auf die Oberfläche der Leitung, vom Lochblech bis zum Leitungsende an den Einlaufdüsen.

11.3.2.2 Verringerung der inneren Querschnittsfläche unter Brandbedingungen

Bei Prüfung in Übereinstimmung mit 10.4 darf sich die Verringerung der inneren Querschnittsfläche unter Brandbedingungen von Entrauchungsleitungen in keiner der gemessenen Querschnitte um mehr als 10 % verringern.

11.3.2.3 Mechanische Stabilität

Versagen der mechanischen Festigkeit ist eingetreten, wenn

- entweder Teile der luftführenden Teile der Leitung herunterfallen;

- oder heruntergefallene Teile eine Unterbrechung der Leitung verursachen;
- eine Öffnung auftritt, die größer als eine der Öffnungen in der Leitung zu Beginn der Prüfung ist.

11.3.3 Rauchleckage

Die Leckrate der Leitung unter Brandbedingungen (L_f) darf nicht größer sein als $5 \text{ m}^3/\text{h}$ je 1 m^2 innerer Oberfläche. Das bezieht sich auf die Oberfläche der Leitung, vom Lochblech bis zum Leitungsende an den Einlaufdüsen.

12 Prüfbericht

Zusätzlich zu den in EN 1363-1 geforderten Punkten, muss der Prüfbericht auch Folgendes enthalten:

- a) das Verfahren zur Befestigung, Abstützung und zum Einbau, je nach Art des Probekörpers, sowie eine Beschreibung des Verfahrens und der verwendeten Baustoffe zur Abdichtung des Spaltes zwischen der Leitung und der Öffnung in der Wand, durch die die Leitung geführt wird; die Einzelheiten der Tragkonstruktion.
- b) Weitere Beobachtungen, die während der Prüfung gemacht wurden, einschließlich einer vollständigen Aufzeichnung der folgenden Prüfparameter in Abhängigkeit von der Zeit:
 - 1) Temperatur im Prüfofen;
 - 2) Druck im Ofen;
 - 3) Gastemperaturen an der Messeinrichtung für den Volumenstrom;
 - 4) Druckdifferenz an der Messeinrichtung für den Volumenstrom;
 - 5) berechnete Volumendurchflussrate;
 - 6) Differenzdruck zwischen der Innen- und Außenseite der Leitung (negative Werte bedeuten Unterdruck);
 - 7) Sauerstoffkonzentration an den zwei Stellen in der Leitung.
- c) Einzelheiten über die nach 10.2.4 und 10.4.7 gemessene Dichtheit. Wenn die Prüfung vor dem Eintreten eines Versagens unter den jeweiligen Kriterien beendet wird, dann muss dies angegeben werden.
- e) Wenn Stahlleitungen verwendet werden, sind die Dicke, die Dichtheitsklasse nach EN 1507 oder EN 12237 und, falls eingebaut, die Einzelheiten zu jeglichen äußeren oder inneren Versteifungen anzugeben;
- f) die vollständigen Berechnungen nach 10.4.7;
- g) alle Messungen und Beobachtungen, die hinsichtlich der Querschnittverringering aufgezeichnet wurden.

13 Direkter Anwendungsbereich der Prüfergebnisse

13.1 Allgemeines

Die Anforderungen an den direkten Anwendungsbereich der Prüfergebnisse für alle nach dieser Norm geprüften Leitungen gelten für:

- alle Temperaturen unter 600 °C ;
- die gleiche Zeitdauer;

— die gleiche Druckstufe.

13.2 Leitungsmaße

Ein Prüfergebnis, das für die in 6.1 festgelegten Normmaße ermittelt wurde, ist für sämtliche Maße bis zu dem geprüften Maß zusammen mit einem in Tabelle 6 angegebenen Maximalwert anwendbar.

Tabelle 6 — Anwendbarkeit der geprüften Leitungsmaße auf weitere Maße

	Rechteckig Breite mm	Rechteckig Höhe mm	Kreisförmig Durchmesser mm
Geprüfte Normgröße	1 000	250	560
maximale Maße bis zu	1 250	1 000	1 000
Reduzierung der Maße	Keine Grenze	Keine Grenze	Keine Grenze

Für Leitungen, die mit kleineren Maßen als die festgelegten Normmaße geprüft wurden gelten die Ergebnisse für alle Maße bis zur geprüften Größe, eine Extrapolation auf größere Maße ist nicht zulässig.

13.3 Abhängesystem

Für größere Leitungsmaße als die geprüften (bis zu den Maßen nach Tabelle 6) muss die Belastung in den senkrechten Stangen der Hängevorrichtung geringer oder gleich den berechneten Werten der Prüfdaten sein.

13.4 Druckdifferenz

Die Prüfergebnisse der Leitung sind auf Leitungen mit einem Unterdruck oder einem Überdruck bis zu den in Tabelle 7 festgelegten entsprechenden Werten anwendbar.

Tabelle 7 — Druckunterschied

Geprüfte Druckstufe (siehe Tabelle 1)	Unterdruck bis	Überdruck bis
1	– 500 Pa	500 Pa
2	– 1 000 Pa	500 Pa
3	– 1 500 Pa	500 Pa

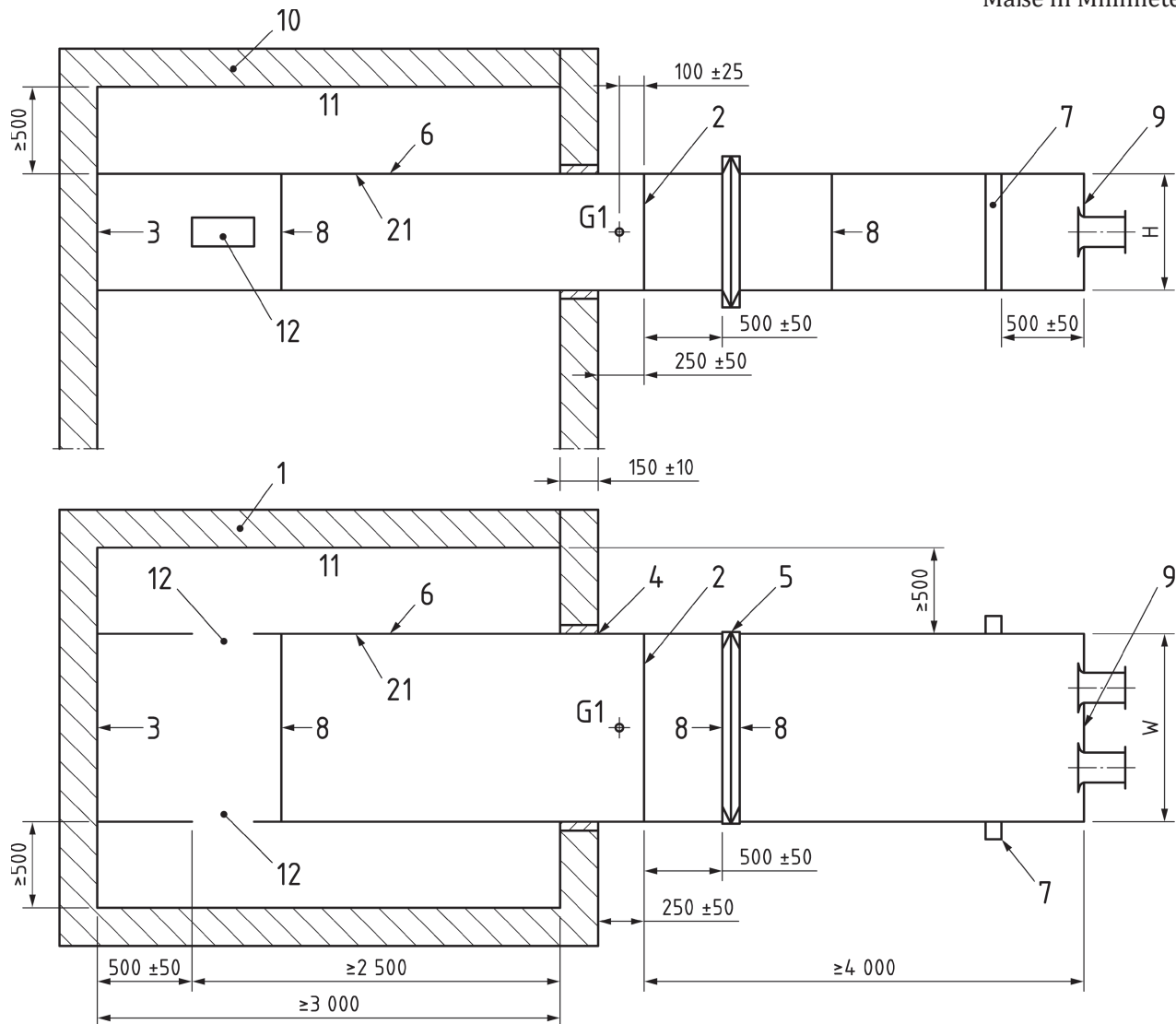
13.5 Vertikaler Teil der Leitung

Vertikale Teile einer Leitung, die in einem einzelnen Abschnitt verlegt sind, werden von der horizontalen Prüfung abgedeckt. Zusätzliches Gewicht von den vertikalen Teilen muss bei der Auslegung des Abhängesystems berücksichtigt werden.

- Entwurf -

E DIN EN 1366-9:2023-05
prEN 1366-9:2023 (D)

Maße in Millimeter

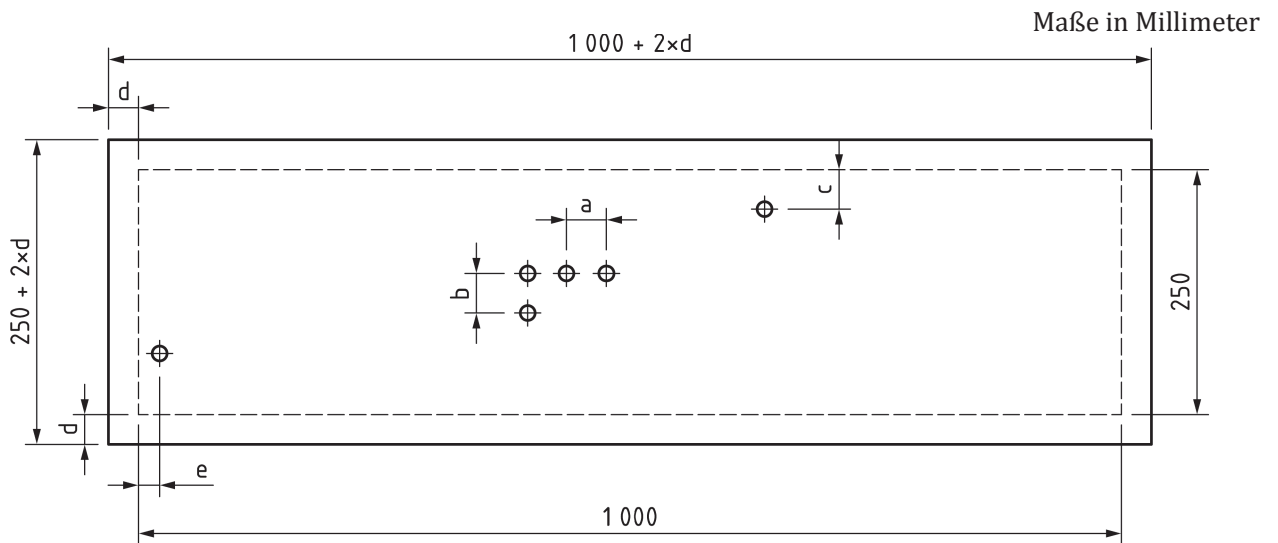


Legende

- | | |
|--|--|
| 1 Wände des Prüfofens | 9 Abschlussplatte der Leitung |
| 2 Lochblech | 10 Decke des Prüfofens |
| 3 geschlossenes Ende (kann durch die Wand des Prüfofens gehen) | 11 Ofenraum |
| 4 praxisgerechte Abschottung gegen Feuerdurchtritt | 12 Öffnungen: Gesamtquerschnitt, 50 % des Leitungsquerschnitts |
| 5 Leitung | 21 Prüfluftleitung |
| 6 starre Einspannung | W Breite |
| 7 Fugen | H Höhe |
| | G1 Gasprobensonde am Lochblech |

Das abgedichtete Ende sollte unabhängig von der Wand des Prüfofens sein.

Bild 1 — Prüfanordnung für horizontale Leitungen



Dicke: 2,5 mm

Material: Hitzebeständiger Stahl (siehe 4.3)

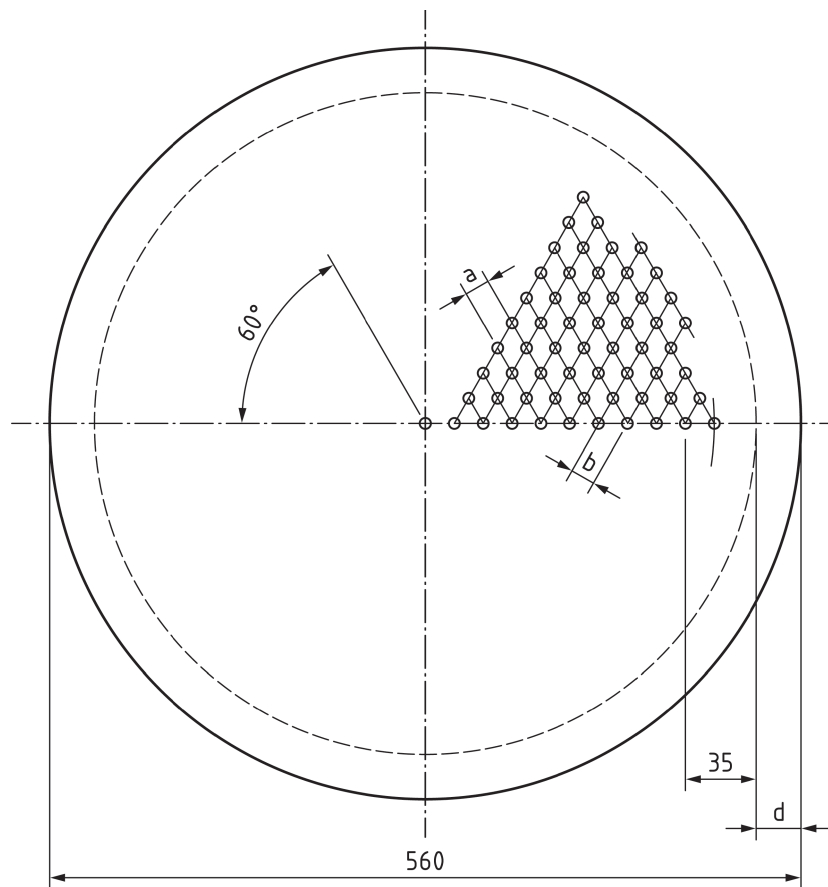
Druckstufe	1	2	3
Druckdifferential bei Umgebungstemperatur (Pa)	-500	-1 000	-1 500
Druckdifferential während des Brandversuchs (Pa)	-150	-300	-500
Durchmesser der Bohrung (mm)	10	10	10
Anzahl der horizontalen Bohrungen (Stück)	50	37	36
Anzahl der vertikalen Bohrungen (Stück)	11	11	9
Anzahl der Bohrungen (Stück)	550	407	324
Horizontaler Abstand vom Rand e (mm)	15	15	20
Vertikaler Abstand vom Rand c (mm)	15	15	20
Abstand der Befestigungslöcher a (mm)	19,8	26,9	27,4
Abstand der Befestigungslöcher b (mm)	21,8	22	26,3

ANMERKUNG 1 Für Einbaueinheiten siehe Bild 4.

ANMERKUNG 2 Bei kleineren Leitungsmaßen als den Normabmessungen von 1 000 mm × 250 mm wird die Lochanzahl proportional zum kleineren Querschnitt verringert.

ANMERKUNG 3 Wenn d die Breite des Flansches der Leitung ist.

Bild 2 — Detail des Lochblechs für Prüfleitung in den Maßen Breite × Höhe = (1 000 × 250) mm



Dicke: 2,5 mm

Material: Hitzebeständiger Stahl (siehe 4.3)

Druckstufe	1	2	3
Druckdifferential bei Umgebungstemperatur (Pa)	-500	-1 000	-1 500
Druckdifferential während des Brandversuchs (Pa)	-150	-300	-500
Durchmesser der Bohrung (mm)	10	10	10
Anzahl der Bohrungen (Stück)	541	403	319
Abstand der Befestigungslöcher a (mm)	20,8	22,2	27,5
Abstand der Befestigungslöcher b (mm)	20,8	22,2	27,5

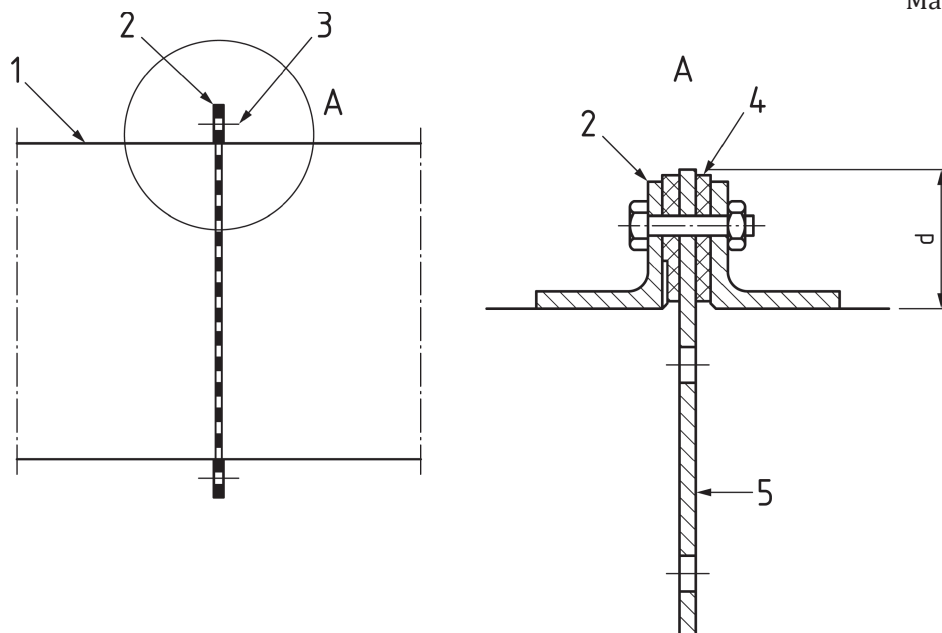
ANMERKUNG 1 Für Einbaueinheiten siehe Bild 4.

ANMERKUNG 2 Bei kleineren Leitungsmaßen als der Normabmessung eines Durchmessers von 560 mm wird die Lochanzahl proportional zum kleineren Querschnitt verringert.

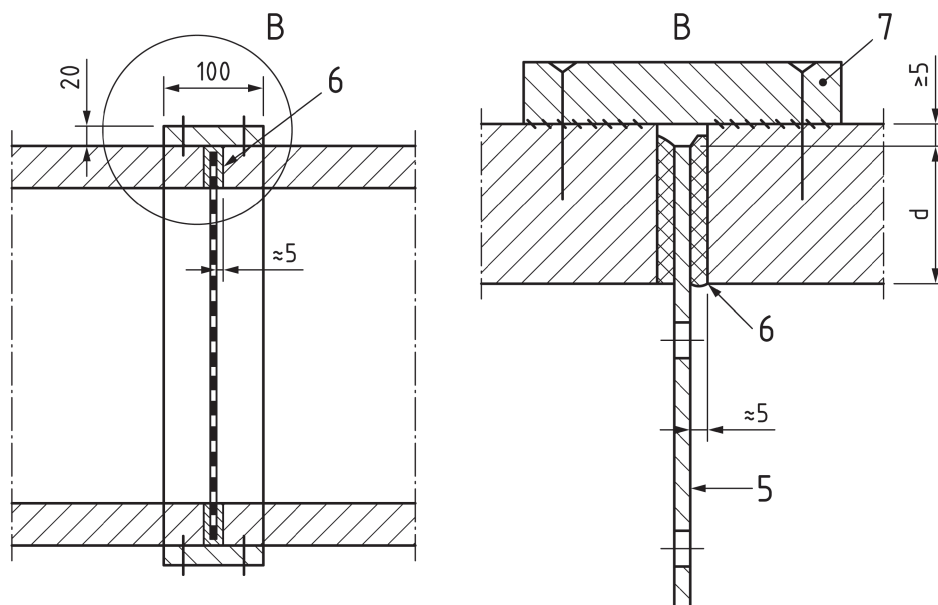
ANMERKUNG 3 Wenn d die Breite des Flansches der Leitung ist.

Bild 3 — Detail des Lochblechs für kreisförmige Prüflleitung mit einem Durchmesser = 560 mm

Maße in Millimeter



Einbau des Lochblechs in die Stahlblechleitung



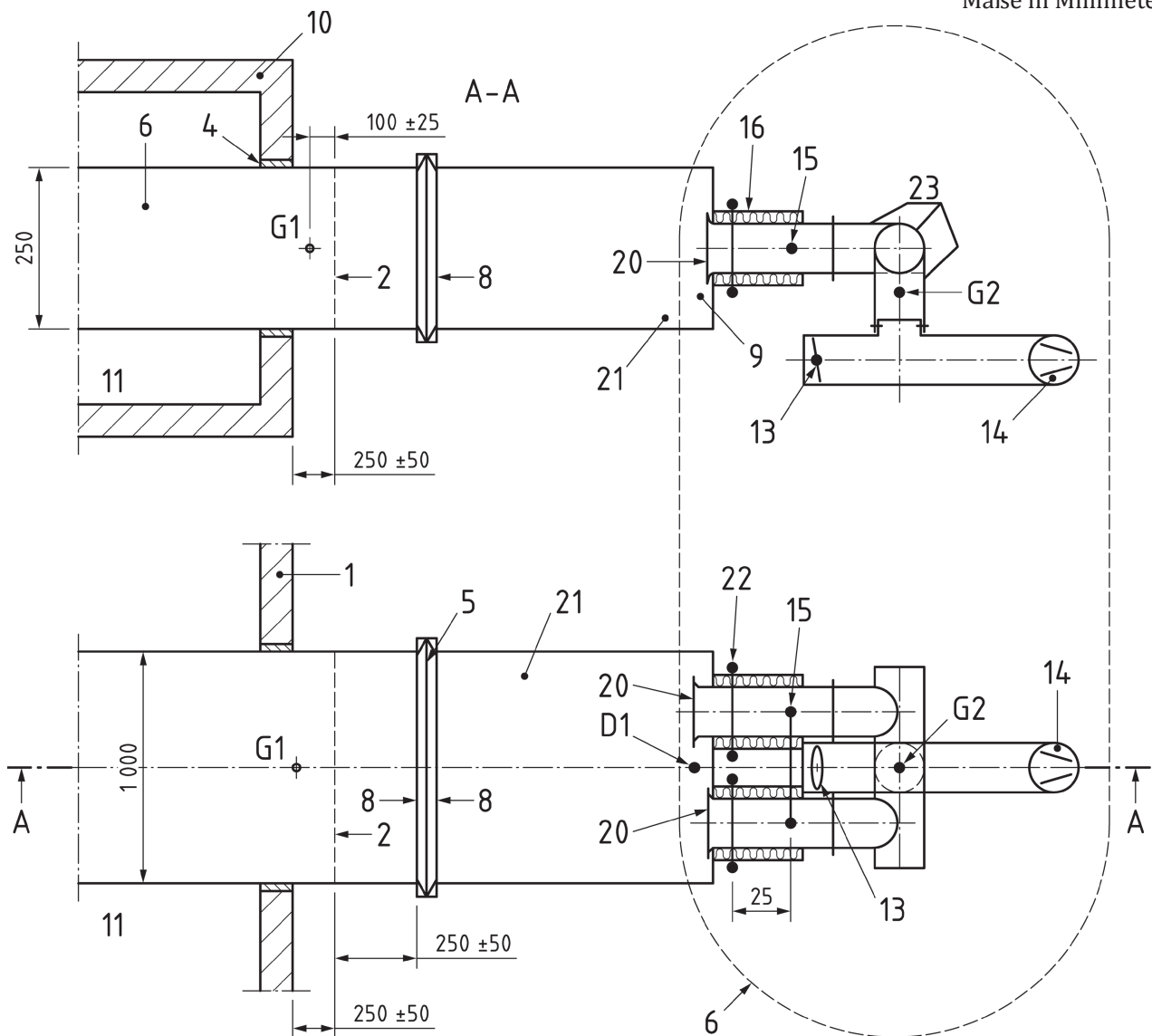
Einbau des Lochblechs in die Leitung aus feuerfesten Platten

Legende

- | | |
|--------------------------|------------------------------------|
| 1 Leitung | 5 Lochblech |
| 2 Flansch | 6 Keramikwolle oder Vergleichbares |
| 3 verschraubt | 7 Plattenstreifen |
| 4 Keramikfaserabdichtung | |

Bild 4 — Montage des Lochblechs

Maße in Millimeter



Legende

- | | | | |
|----|--|----|--|
| 1 | Wand des Prüfofens | 14 | Ventilator |
| 2 | Lochplatte | 15 | Thermoelement, Durchmesser Kategorie K, siehe 4.10 |
| 4 | praxisgerechte Abschottung gegen Feuer | 16 | Isolierung |
| 5 | Kompensator | 20 | Einlaufdüse |
| 6 | Leitungsoberfläche | 21 | Prüfluftleitung |
| 8 | Fugen | 22 | piezometrischer Ring |
| 9 | Abschlussplatte der Leitung | 23 | Verbindungsrohr |
| 10 | Decke des Prüfofens | D1 | Druckrohr |
| 11 | Ofenraum | G1 | Sonde für Gasanalyse am Lochblech |
| 13 | Kontrollklappe des Strömungsdrucks | G2 | Sonde für Gasanalyse |

Bild 5 — Anordnung der Sonden für die Gasanalyse