

	DIN EN 50399 (VDE 0284-399)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 13.220.40; 29.060.20

Einsprüche bis 2008-09-30

Entwurf

**Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall –
Messung der Wärmefreisetzung und Raucherzeugung während der Prüfung der Flammenausbreitung –
Prüfeinrichtung, Prüfverfahren und Prüfergebnis;
Deutsche Fassung prEN 50399:2007**

Common test methods for cables under fire conditions –
Heat release and smoke production measurement on cables during flame spread test –
Test apparatus, procedures, results;
German version prEN 50399:2007

Méthodes d'essai communes aux câbles soumis au feu –
Mesure de la chaleur et de la fumée dégagées par les câbles au cours de l'essai de propagation de la flamme –
Appareillage d'essai, procédure et résultats;
Version allemande prEN 50399:2007

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2008-07-07 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an **dke@vde.com** in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter **www.dke.de/stellungnahme** abgerufen werden
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 103 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN 50399:2007 „Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall – Messung der Wärmefreisetzung und Raucherzeugung während der Prüfung der Flammenausbreitung – Prüfeinrichtung, Prüfverfahren und Prüfergebnis“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und der Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung der prEN 50399:2007 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Das europäische Dokument prEN 50399:2007 „Common test methods for cables under fire conditions – Heat release and smoke production measurement on cables during flame spread test – Test apparatus, procedures, results“ wurde vom TC 20 „Kabel und isolierte Leitungen“ des Europäischen Komitees für Elektrotechnische Normung (CENELEC) erarbeitet und von CENELEC den Nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen späteren „Schluss-Entwurf“ prEN nur 2 Monate beträgt und zum „Schluss-Entwurf“ prEN keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der „Entwurf“ prEN als Deutscher Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der formellen Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 411.2 „Isolierte Starkstromleitungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 14390:2007	–	DIN EN 14390:2007-04	–
EN 50266-1	–	DIN EN 50266-1 (VDE 0482-266-1)	VDE 0482-266-1
EN 60584-1:1995	IEC 60584-1:1995	DIN EN 60584-1:1996-10	–
–	–	DIN EN 60584-1 Berichtigung 1:1998-06	–
EN ISO 13943:2000	ISO 13943:2000	DIN EN ISO 13943:2000-10	–
–	ISO 3966:1977 zurückgezogen	–	–
–	ISO 9705	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 14390:2007-04, *Brandverhalten von Bauprodukten – Referenzversuch im Realmaßstab an Oberflächenprodukten in einem Raum; Deutsche Fassung EN 14390:2007*

DIN EN 50266-1 (VDE 0482-266-1), *Allgemeine Prüfverfahren für Kabel und isolierte Leitungen im Brandfall – Prüfung der senkrechten Flammenausbreitung von senkrecht angeordneten Bündeln von Kabeln und isolierten Leitungen – Teil 1: Prüfvorrichtung; Deutsche Fassung EN 50266-1*

DIN EN 60584-1:1996-10, *Thermopaare – Teil 1: Grundwerte der Thermospannungen (IEC 60584-1:1995); Deutsche Fassung EN 60584-1:1995*

DIN EN 60584-1 Berichtigung 1:1998-06, *Berichtigungen zu DIN EN 60584-1:1996-10*

DIN EN ISO 13943:2000-10, *Brandschutz – Vokabular (ISO 13943:2000); Dreisprachige Fassung EN ISO 13943:2000*

— **Entwurf** —

E DIN EN 50399 (VDE 0284-399):2008-07

– Leerseite –

Allgemeine Prüfverfahren für das Verhalten von
Kabeln und isolierten Leitungen im Brandfall –
Messung der Wärmefreisetzung und Raucherzeugung
während der Prüfung der Flammenausbreitung –
Prüfeinrichtung, Prüfverfahren und Prüfergebnis

Common test methods for cables under fire
conditions –
Heat release and smoke production
measurement on cables during flame
spread test –
Test apparatus, procedures, results

Méthodes d'essai communes aux câbles
soumis au feu –
Mesure de la chaleur et de la fumée dégagées par
les câbles au cours de l'essai de propagation de la
flamme –
Appareillage d'essai, procédure et résultats

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CENELEC-Mitgliedern zur CENELEC-Umfrage vorgelegt.

CENELEC Termin: 2007-07-27

Er wurde von CLC/TC 20 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CENELEC-Mitglieder 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.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CENELEC in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

Warnvermerk: Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäische Norm in Bezug genommen werden.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2007 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Projekt: 15313

Ref. Nr. prEN 50399:2007 D

Vorwort

Dieser überarbeitete Entwurf der Europäischen Norm wurde durch die Working Group 10 des Technischen Komitees CENELEC TC 20, Elektrische Kabel und Leitungen, ausgearbeitet. Eine erste Umfrage wurde im Mai 2003 gestartet, die Arbeit wurde dann jedoch nach einer Entscheidung auf EU-Ebene ausgesetzt.

CLC/TC20 genehmigte die Wiederaufnahme der Arbeit bei der Versammlung in Athen (Mai 2006). WG 10 hat den Text aktualisiert und (siehe TC 20/Sec 1504/CC) die drei ursprünglichen Teile des Standards (Teil 1, Teil 2-1, Teil 2-2) in einem einzigen Text vereint. Dieser wird der CENELEC-Umfrage unterworfen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Definitionen.....	7
4 Prüfgerät	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Haube	9
4.3 Abgasrohr	10
4.4 Instrumentation im Abgasrohr	10
4.5 Absaugventilator	11
4.6 Messeinrichtung für Rauchentwicklung.....	11
4.7 Ausrüstung zur Analyse der Brandgase.....	12
5 Qualifizierung der Prüfeinrichtung	12
5.1 Allgemeines	12
5.2 Messungen der Strömungsverteilung.....	12
5.3 Messung der Probenverzögerungszeit.....	13
5.4 Inbetriebnahmekalibrierungen	13
5.5 Routinekalibrierung	13
6 Prüfverfahren	14
6.1 Startbedingungen der Prüfung	14
6.2 Prüfmuster	14
6.3 Konditionierung des Musters	14
6.4 Bestimmung der Anzahl der Prüfstücke	15
6.5 Montage der Prüfmuster.....	16
6.6. Abgasvolumenstrom.....	16
6.7 Zündquelle	17
6.8 Beflammungsdauer	17
6.9 Prüfablauf	17
6.10 Beobachtungen und Messungen während der Prüfung.....	18
7 Bestimmung von Parametern, die aus der Prüfung abgeleitet werden.....	18
7.1 Berechnung von HRR- und SPR-Parametern.....	18
7.2 Bestimmung des Ausmaßes der Flammausbreitung (FS)	19
8 Prüfbericht	19
Anhang A (normativ) Berechnung der Wärmefreisetzung.....	30
Anhang B (normativ) Rauchentwicklung.....	33
Anhang C (informativ) Zusatzinformation zur Reynoldszahl in Bild 5	34
Anhang D (normativ) Strömungsverteilung im Rohr.....	35
Anhang E (normativ) Inbetriebnahmekalibrierungen	38
Anhang F (informativ) Anleitung für Kalibrierverfahren von besonderen Messgeräten	45
Anhang G (normativ) Berechnung von HRR_{av} , SPR_{av} und FIGRA.....	47

	Seite
Anhang H (informative) Hinweise zur Auswahl der Prüfeinrichtung	49
Literaturverzeichnis	50
Bild 1 – Allgemeine Anordnung des Prüfgeräts	21
Bild 2 – Zeichnung einer Haube	22
Bild 3 – Typische Leitbleche	23
Bild 4 – Bidirektionale Sonde	24
Bild 5 – Sondenantwort über Reynoldszahl	25
Bild 6 – Probensonde	26
Bild 7 – Schematische Darstellung der Probenbehandlung	27
Bild 8 – Optisches System – allgemeine Anordnung	28
Bild 9 – Montageanordnung für Klasse B1 _{ca}	29
Bild D.1 – Beispiel für ein Strömungsprofil	35
Bild D.2 – Schnitt durch das Abgasrohr – Positionen für die Messung der Gasgeschwindigkeit	36
Bild E.1 – Überblick über die Inbetriebnahmekalibrierungen	44
Tabelle 1 – Montage abhängig vom Kabel-/Leitungsdurchmesser	16
Tabelle E.1 – Brennerzündzeiten und HRR-Bereich	40
Tabelle E.2 – Beispiel für die Bestimmung des Inbetriebnahmefaktors k_t	43

Einleitung

EN 50399 legt das Prüfgerät und die Prüfverfahren für die Beurteilung des Brandverhaltens von Kabeln und Leitungen fest, um eine Klassifikation unter der Bauproduktenrichtlinie zu ermöglichen.

Das Prüfverfahren beschreibt einen im Maßstab mittleren Brandversuch an einer Vielzahl von Kabeln oder Leitungen auf einer vertikalen Kabelleiter und wird mit einer spezifizierten Zündquelle ausgeführt, um das Brandverhalten dieser Kabel oder Leitungen zu bestimmen und eine direkte Eigenschaftsbeschreibung zu ermöglichen. Die Prüfung liefert Daten für frühe Stadien von Kabel- oder Leitungsbränden nach der Entzündung von Kabeln oder Leitungen. Sie bezieht sich auf die Gefahr von Flammausbreitung längs der Kabel oder Leitungen, durch die Messung der Wärmefreisetzungsrate auf die Möglichkeit des Feuers, Bereiche zu beeinträchtigen, die dem Ursprungsraum benachbart sind, und die Gefahr der verringerten Sicht im Raum der Entstehung und der umgebenden Räume durch die Messung der lichtabsorbierenden Rauchentwicklung.

Die folgenden Parameter können während der Prüfung bestimmt werden:

- Flammausbreitung;
- Wärmefreisetzungsrate;
- Gesamte Wärmefreisetzung;
- Rauchentwicklungsrate;
- Gesamte Rauchentwicklung;
- Brandentwicklungsrate;
- Auftreten von flammenden Tröpfchen / Partikeln

unter festgelegten Bedingungen.

Das Prüfgerät basiert auf dem Gerät aus EN 50266-1, jedoch mit zusätzlichen Messinstrumenten für Wärmefreisetzung und Rauchentwicklung während der Prüfung. Es hat sich gezeigt (Literaturverzeichnis, 1), dass die Benutzung zusätzlicher Messtechniken, die für andere Normprüfungen, z. B. für Bauprodukte, erprobt sind, für die Überprüfung der Brandeigenschaften von elektrischen Kabeln und Leitungen geeignet sind. Zu diesen Techniken gehören die Wärmefreisetzungs- und Rauchentwicklungsmessungen. Im Vergleich zu den existierenden Prüfverfahren nach EN 50266 ermöglichen sie ein umfassenderes Beurteilungssystem, welches sowohl genauer als auch empfindlicher ist und einen weiteren Bereich von Brandeigenschaftsniveaus erfasst.

Die gemessenen Parameter sind mit Vorsicht auf abweichende Sicherheitsniveaus in konkreten Kabel- oder Leitungsinstallationen zu beziehen, weil die wirklich installierte Anordnung der Kabel oder Leitungen von großem Einfluss auf Flammausbreitung, Wärmefreisetzung und Rauchentwicklung in einem tatsächlichen Brand sein kann. Diese Parameter hängen von einer Vielzahl von Merkmalen ab, wie z. B.

- a) dem Volumen des brennbaren Materials, das dem Brand und jeglicher Beflammung oder Hitze ausgesetzt ist, die durch die Verbrennung der Kabel oder Leitungen entstehen,
- b) der geometrischen Anordnung der Kabel oder Leitungen und deren Anordnung zu einer Umhüllung,
- c) der Temperatur, bei der es möglich ist, die von den Kabeln oder Leitungen freigesetzten Gase zu entzünden,
- d) der Menge des brennbaren Gases, das bei einem gegebenen Temperaturanstieg von den Kabeln oder Leitungen abgegeben wird,
- e) dem Luftvolumen, das die Kabel- oder Leitungsanordnung durchströmt,
- f) der Kabel- oder Leitungsstruktur, z. B. bewehrt oder unbewehrt, mehr- oder einadrig.

Alles bisher genannte setzt voraus, dass die Kabel entzündet werden können, wenn sie einem externen Feuer ausgesetzt sind.

Die Bedingungen für die Montage der Kabel und Leitungen einschließlich des Volumens des exponierten Materials und der geometrischen Anordnung der Kabel oder Leitungen auf der Prüfleiter und das Volumen des Luftstroms durch die Kammer wurde so gewählt, dass sie mit denen übereinstimmen, die durch die Entscheidung der Kommission gefordert werden. CENELEC war in die Bestimmung dieser Parameter nicht einbezogen. Diese standardisierten Bedingungen bilden die Grundlage für die Klassifikation, entsprechen jedoch nicht notwendigerweise den Bedingungen, die man in speziellen Kabelinstallationen vorfindet.

ANMERKUNG Weitere Informationen zur Benutzung der standardisierten Bedingungen für die Klassifikation mit Bezug auf die Produktanwendung findet man im Guidance Paper G der Europäischen Kommission (Literaturverzeichnis, 2).

EN 50399 nennt Details der Prüfeinrichtung, die zusammen mit der in EN 50266-1 beschriebenen Ausrüstung zu verwenden ist, um die Messung der Wärmefreisetzung und Rauchentstehung während der Prüfung durchzuführen. Einzelheiten des Prüfverfahrens werden ebenfalls angegeben.

1 Anwendungsbereich

EN 50399 legt das Prüfgerät und die Prüfverfahren fest für die Beurteilung der vertikalen Flammausbreitung, Wärmefreisetzung und Rauchentwicklung von vertikal angeordneten gebündelten elektrischen oder optischen Kabeln oder Leitungen unter festgelegten Bedingungen.

ANMERKUNG In dieser Norm umfasst der Begriff „elektrische Kabel oder Leitung“ alle isolierten Kabel und Leitungen mit metallischem Leiter, die für die Weiterleitung von Energie oder Signalen benutzt werden.

EN 50399 beschreibt im Einzelnen das Prüfgerät und die Anordnung und Kalibrierung der Instrumente, die installiert werden, um die Wärmefreisetzung und Rauchdichte während der Brandprüfung zu messen. Die Rauchgase werden in einer Haube gesammelt, die allen Rauch vom Prüfaufbau erfasst und die Berechnung der Wärmefreisetzungsrate und der Rauchentwicklung gestattet. Es werden Prüfverfahren angegeben für die Typprüfung zur Klassifizierung von Kabeln und Leitungen in die Euroklassen B1_{ca}, B2_{ca}, C_{ca} und D_{ca}. Die Kabelinstallation auf der Prüfleiter und das Luftvolumen, das die Kammer durchströmt, entspricht der Entscheidung der Kommission, die sich in den Anforderungen dieser Norm niedergeschlagen hat.

Das in dieser Norm beschriebene Prüfgerät ist zusammen mit dem in EN 50266-1 beschriebenen Gerät zu benutzen.

2 Normative Verweisungen

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

EN 50266-1, *Allgemeine Prüfverfahren für Kabel und isolierte Leitungen im Brandfall – Prüfung der senkrechten Flammausbreitung von senkrecht angeordneten Bündeln von Kabeln und isolierten Leitungen – Teil 1: Prüfvorrichtung*

EN 60584-1:1995, *Thermopaare – Teil 1: Grundwerte der Thermospannungen (IEC 60584-1:1995)*

EN ISO 13943:2000, *Brandschutz – Vokabular (ISO 13943:2000)*

ISO 3966:1977¹⁾, *Measurement of fluid flow in closed conduits – Velocity area method using Pitot static tubes*

3 Begriffe

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

3.1

Wärmeabgaberate

(HRR, heat release rate)

thermische Energie, freigesetzt in einer Zeiteinheit durch ein Objekt während der Verbrennung unter festgelegten Bedingungen

3.2

gesamte Wärmefreisetzung

(THR, total heat release)

integraler Wert der Wärmefreisetzungsrate über eine festgelegte Zeitdauer

¹⁾ CS-Anmerkung: Norm zurückgezogen.

3.3

Rauchentwicklungsrate

(SPR, smoke production rate)

Rauchentwicklung je Zeiteinheit

3.4

gesamte Rauchentwicklung

(TSP, total smoke production)

integraler Wert der Rauchentwicklungsrate über eine festgelegte Zeitdauer

3.5

Flammausbreitung

(FS)

Fortschreiten einer Flammfront

ANMERKUNG In dieser Norm wird das Ausmaß der Flammausbreitung festgelegt durch das Ausmaß einer Beschädigung gemessen am Beginn der Verkohlung.

3.6

Index der Brandentwicklung

(fire index growth rate, FIGRA)

das Maximum des Quotienten aus HRR und Zeit

ANMERKUNG 1 FIGRA wird ausgedrückt in W/s.

ANMERKUNG 2 Details zur Berechnung des FIGRA befinden sich im Anhang G.

3.7

flammende Tröpfchen

flammende Partikel

Material, das sich während der Prüfung vom Prüfling absondert und während einer Mindestzeit weiterbrennt, wie in diesem Prüfverfahren beschrieben

4 Prüfgerät

4.1 Allgemeines

Das Prüfgerät muss aus einer Prüfkammer bestehen mit ihren zugehörigen Hilfseinrichtungen für die Luftzufuhr, Standardleiter und Zündquelle, wie in EN 50266-1 beschrieben, zusammen mit den zusätzlichen Bestandteilen, die in 4.2 bis 4.7 angegeben sind. Bild 1 zeigt eine schematische Darstellung des Prüfgerätes.

- Die Zündquelle muss ein Ribbon-Propangasbrenner sein.
- Die Leiter muss eine Standardleiter mit einer Breite von (500 ± 5) mm sein.
- Die Luftzufuhr muss mit EN 50266-1 übereinstimmen, mit der Ausnahme, dass ein System verwendet wird, das Luft in die Kammer bläst und der Luftstrom $(8\,000 \pm 800)$ l/min betragen muss.

Luft ist in die Prüfkammer einzuleiten durch einen Luftverteilkasten, die direkt unter der Lufteinlassöffnung befestigt ist und ungefähr die gleichen Abmessungen hat. Die Tiefe des Luftverteilkasten muss (150 ± 10) mm betragen. Die Luft muss durch einen Ventilator in den Behälter geblasen werden durch einen geraden Kanalabschnitt mit einem konstanten Querschnitt von (300 ± 10) mm Breite und (80 ± 5) mm Höhe und einer Mindestlänge von 800 mm, der parallel zu Boden und längs der Mittellinie des Brenners verläuft, wie in Bild 1 gezeigt. Der Kanal ist so anzuordnen, dass er die Luft durch eine Öffnung im Luftverteilkasten auf der Längsseite einspeist, dass er horizontal zentriert und so angeordnet ist, dass die Unterseite des Kanals nicht mehr als 10 mm über der Unterseite des Luftverteilkastens ist. In die Lufteinlassöffnung ist ein Gitter einzubauen, um eine gleichförmige Luftströmung zu erzielen. Das Gitter ist aus Stahlblech von ungefähr 2 mm Dicke herzustellen mit Löchern von ungefähr 5 mm Durchmesser und einem Mittenabstand von ungefähr 8 mm.

ANMERKUNG Alternative Anordnungen der Luftzufuhr, um eine gleichförmige Luftströmung durch die Kammer zu erreichen, dürfen verwendet werden vorausgesetzt, dass durch ein Vergleichstest nachgewiesen wurde, dass sie in der Lage sind, die gleichen Ergebnisse über den kompletten Bereich des Leistungsniveaus zu erreichen. Der beschriebene Aufbau wird empfohlen.

Die zusätzlichen Aggregate müssen in der Lage sein, folgenden Parameter zu messen:

- Sauerstoffverbrauch,
- CO₂ Erzeugung,
- Volumenstrom im Abgasrohr,
- Lichtintensität.

ACHTUNG Mit Sorgfalt sollten Kabelbrände beobachtet und gelöscht werden, nachdem das Feuer begonnen hat, sich entlang des Prüflings auszubreiten. Einige Prüflinge können ein sehr großes Potential besitzen, hohe Wärmefreisetzungsniveaus zu erreichen, die die Prüfanordnung und Messgeräte beschädigen könnten. Es ist wichtig, dass das Prüfpersonal ausreichend trainiert ist, mit solchen Bränden umzugehen und dass ihm während der Prüfung ausreichende Brandbekämpfungsmittel zur Verfügung stehen.

Es wird empfohlen, hinweisende Temperaturmessungen durchzuführen mit Hilfe von Thermoelementen, die entlang des Kabelbündels unter Prüfung 1,5 m und 2,5 m über dem Brenner und an der Spitze der Kammer angebracht sind. Solche Messungen können eine außergewöhnliche Temperatur oder Brandbedingung früh anzeigen, die einen Prüfungsabbruch erforderlich machen könnte, um eine Beschädigung der Prüfgeräte zu verhindern.

Alle Daten sind alle 3 Sekunden zu messen und aufzuzeichnen. Um die geforderten Daten zur Verfügung zu stellen, sind die punktuellen Messungen der Wärmefreisetzungsparameter über eine Zeit von 30 s und die der Rauchentwicklungsparameter über eine Zeit von 60 s zu mitteln. Die Daten sind entsprechend den Anforderungen dieser Norm zu verarbeiten.

ANMERKUNG Es ist notwendig, die Messwerte zu mitteln, um das Schwanken von zahlreichen punktuellen Messungen zu dämpfen.

Die zusätzlichen Bestandteile und die zugehörigen Messungen müssen die Berechnungen folgender Angaben ermöglichen:

- a) Wärmefreisetzung (siehe Anhang A);
 - i) Wärmefreisetzungsrate (HRR);
 - ii) Gesamte Wärmefreisetzung (THR);
 - iii) Index der Brandentwicklung (FIGRA);
- b) Rauchentwicklung (siehe Anhang B);
 - i) Rauchentwicklungsrate (SPR);
 - ii) Gesamte Rauchentwicklung (TSP).

4.2 Haube

Eine Haube (siehe Bild 2) in abgestumpfter Form, mit einer Unterseite von mindestens 1,50 m Länge und mindestens 1,00 m Breite, ist über dem Abzug der Prüfkammer zu zentrieren. Die Unterseite der Haube ist über der Prüfkammer anzubringen mit der größten Seite der Haube parallel zur größten Seite des Kammerabzugs.

ANMERKUNG 1 Eine Lücke von ungefähr 200 mm bis 400 mm zwischen der Oberkante der Prüfkammer und der Unterseite der Haube hat sich allgemein als günstig erwiesen.

Es ist ein Raum oberhalb der Haube vorzusehen, um eine Verbindung mit dem Abgasrohr zu ermöglichen.

ANMERKUNG 2 Es dürfen Leitbleche in der Haube angebracht werden, um die Mischung von Luft und Abgasen zu verbessern.

Das System ist so auszulegen, dass alle Verbrennungsprodukte, die die Prüfkammer während der Prüfung durch den Rauchabzug verlassen, gesammelt werden. Flammen oder Rauch dürfen nicht austreten. Die Abgaskapazität muss mindestens $1 \text{ m}^3/\text{s}$ bei Normaldruck und einer Temperatur von 25°C betragen. Bei Normalbetrieb wird ein Volumenstrom zwischen $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ und $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ abhängig vom Abgasrohrdurchmesser empfohlen. Die Auslegung des Abgassystems darf nicht auf natürlicher Konvektion beruhen.

ANMERKUNG 3 Um alle Gase und Dämpfe abzusaugen, wird besonders bei stark brennenden Kabeln und Leitungen, oder Kabeln und Leitungen, die ein besonderes Löschen erfordern und ein hohes Volumen an Gasen und Dämpfen verursachen, ein Abgassystem mit einer Kapazität von $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ empfohlen. Wenn die Luftströmung im Kanal während des Tests geändert wird, sollte darauf geachtet werden, dass die Messwerte der Wärmefreisetzungsrate nicht beeinflusst werden.

4.3 Abgasrohr

Ein Abgasrohr ist wie in 4.2 beschrieben mit der Kammer zu verbinden. Der innere Durchmesser D des Rohrs muss zwischen 250 mm und 400 mm liegen. Der gerade Teil des Rohrs muss mindestens eine Länge von $12 D$ haben, damit sich ein gleichmäßiges Strömungsprofil am Messpunkt einstellt.

ANMERKUNG Ein gleichförmiges Strömungsverhalten kann durch die Einführung von Leitblechen (siehe Bild 3) vor und hinter dem Messbereich erreicht werden, wie in ISO 9705 beschrieben ist. Dies wird dringend empfohlen, um möglichst genaue Messungen zu erhalten.

4.4 Instrumentation im Abgasrohr

4.4.1 Volumenstrom

Der Strom ist mit einer bidirektionalen Sonde auf der Mittellinie des Rohrs und mindestens $8 \times D$ vom Anfang des geraden Abschnitts des Abgasrohrs entfernt zu messen. Die Entfernung des geraden Abschnitts hinter der Sonde muss mindestens $4 \times D$ betragen. Die Sonde, die in Bild 4 zu sehen ist, besteht aus einem Edelstahlzylinder mit einer Länge von 32 mm und einem Außendurchmesser von 16 mm. Der Zylinder ist in zwei gleiche Kammern geteilt. Der Druckunterschied zwischen den beiden Kammern ist mit einem Druckumformer zu messen. Bild 5 zeigt die Kurve der Sondenanzeige über der Reynoldszahl (siehe auch Anhang C).

Der Druckumformer muss eine Messgenauigkeit besser als $\pm 5 \text{ Pa}$ haben. Ein geeigneter Messbereich ist 0 Pa bis 200 Pa (bei Benutzung von Rohrdurchmessern zwischen 250 mm und 400 mm).

Die beiden Verbindungsrohre zwischen der bidirektionalen Sonde und dem Druckumformer müssen die gleiche Länge haben.

Die Gastemperatur in der unmittelbaren Umgebung der Sonde ist mit einem ummantelten Thermoelement vom Typ K mit einem Durchmesser von höchstens 1,5 mm nach EN 60584-1 zu messen. Das Thermoelement ist so anzuordnen, dass es die Strömungsverhältnisse um die bidirektionale Sonde nicht stört.

4.4.2 Gasentnahmesonde

Die Gasentnahmesonde ist dort anzubringen, wo die Strömung im Abgasrohr gut gemischt ist. Die Sonde muss zylinderförmig sein, damit die Störung der Strömung möglichst klein ist. Die Gasproben sind über den ganzen Durchmesser des Abgasrohrs zu entnehmen. Bild 6 zeigt Beispiele geeigneter Probensonden. Die Einströmöffnung der Gasentnahmesonde wird zu der Seite gedreht, die der Strömung abgewandt ist, um eine Verstopfung der Sonde durch Ruß zu vermeiden. Die Gasentnahmesonde ist mit einer Gasaufbereitungseinheit und mit Gasanalysatoren für Sauerstoff (O_2) und Kohlendioxid (CO_2) mit einer geeigneten Probenleitung zu verbinden.

4.4.3 Probenleitung

Die Probenleitung ist aus korrosionsbeständigem Material herzustellen, z. B. PTFE. Die Verbrennungsgase sind mit Inertfiltern bis zu einer Partikelkonzentration zu filtern, die von den Geräten zur Gasanalyse gefordert wird. Der Filterprozess ist mehrstufig auszuführen. Das System muss Wasserdampf abscheiden können.

Das Verbrennungsgas ist mit Hilfe einer Pumpe zu transportieren, die kein Öl, Schmiermittel oder ähnliche Stoffe abgibt, weil diese die Gasmischung kontaminieren könnten.

ANMERKUNG Geeignet ist eine Membranpumpe.

Empfohlen wird eine Pumpleistung zwischen 10 l/min und 50 l/min. Die Pumpe sollte mindestens eine Druckdifferenz von 10 kPa erzeugen, um das Risiko einer Verstopfung der Filter durch Rauch zu vermindern.

Die Probenleitung (siehe Bild 7) ist am Ende mit Analysatoren für O₂ und CO₂ zu verbinden.

4.5 Absaugventilator

Am Ende des Abgasrohrs ist ein Absaugventilator zu installieren. Er muss mindestens eine Abgaskapazität von 1,5 m³/s bei Normaldruck und einer Temperatur von 25 °C haben.

ANMERKUNG Gesetzliche Anforderungen können es erfordern, dass Geräte zum Sammeln und zum Waschen der Abscheidungen mit dem Prüfraum verbunden werden. Diese Geräte müssen so gestaltet sein, dass alle Abscheidungen gesammelt werden, ohne dass eine Änderung des Luftdurchsatzes im Prüfraum verursacht wird.

4.6 Messeinrichtung für Rauchentwicklung

4.6.1 Allgemeines

Die optische Dichte des Rauches kann mit zwei unterschiedlichen Messverfahren, wie in 4.6.2 und 4.6.3 beschrieben, gemessen werden. Auch wenn sich die Messprinzipien beider Systeme unterscheiden, konnte gezeigt werden, dass die beiden unterschiedlichen Systeme kein grundsätzlich unterschiedliches Ergebnis erbringen. (Literaturverzeichnis, 1)

Bild 8 zeigt eine allgemeine Anordnung eines optischen Systems.

ANMERKUNG Andere Systeme dürfen benutzt werden, vorausgesetzt, dass ihre Gleichwertigkeit mit den beschriebenen nachgewiesen wurde.

Die Messeinrichtung für die Rauchentwicklung ist dort anzuordnen, wo die Abgasströmung gut gemischt ist.

4.6.2 Weißlichtsystem

Ein Lichtdämpfungssystem, als Weißlichtausführung, angeordnet mit beweglichen Verbindungen zu den Seitenkanälen des Abgasrohrs, mit folgenden Bestandteilen

- a) Einer Glühlampe, mit einer Farbtemperatur von $(2\,900 \pm 100)$ K. Die Lampe ist mit stabilisiertem Gleichstrom zu speisen, stabilisiert auf 0,5 % (einschließlich Temperatureinfluss, Kurz- und Langzeitstabilität).
- b) Einem Linsensystem, um das Licht zu einem parallelen Strahl zu bündeln, mit einem Durchmesser von mindestens 20 mm. Die Öffnung der Photozelle ist im Brennpunkt der Linse vor ihr zu platzieren und muss einen Durchmesser d haben, der abhängig von der Brennweite f so zu wählen ist, dass d/f kleiner 0,04 ist.
- c) Einem Detektor mit einem über das Spektrum verteilten Ansprechverhalten, das die CIE $V(\lambda)$ Funktion (CIE photopische Kurve) mit einer Genauigkeit von mindestens ± 5 % erfüllt. Der Detektorausgang muss über einen Ausgangsbereich von mindestens zwei Dekaden auf 3 % des gemessenen Transmissionswerts oder 1 % der absoluten Transmission linear sein.

Die Kalibrierung des Lichtdämpfungssystems ist nach E.3 durchzuführen. Die 90 % Antwortzeit des Systems darf 3 s nicht überschreiten.

Luft darf in die Seitenkanäle eingeleitet werden, um die Optiken innerhalb der angegebenen Dämpfungsdriftanforderungen (siehe E.3.2) sauber zu halten. Anstelle eines Eigenansaugsystems darf Druckluft verwendet werden.

4.6.3 Laserlichtsystem

Das Laser-Photometer-System muss einen Helium-Neon-Laser mit einer Ausgangsleistung von 0,5 mW bis 2,0 mW verwenden.

Luft darf in die Seitenkanäle eingeleitet werden, um die Optiken innerhalb der angegebenen Dämpfungsdriftanforderungen (siehe E.3.2) sauber zu halten. Anstelle eines Eigenansaugsystems darf Druckluft verwendet werden.

4.7 Ausrüstung zur Analyse der Brandgase

4.7.1 Allgemeines

Die Analyse von Sauerstoff und Kohlendioxid erfordert, dass jeglicher Wasserdampf in den Brandgasen mit einem geeigneten Trockenmittel gebunden wird. (siehe 4.4.3).

4.7.2 Sauerstoffkonzentration

Der Analysator muss auf paramagnetischer Basis arbeiten und einen Bereich von 16 % bis 21 % Sauerstoff $V_{\text{Sauerstoff}}/V_{\text{Luft}}$ messen können. Das Rauschen und die Drift des Analysators dürfen nicht größer sein als 0,01 % (100 ppm) über eine Zeit von 30 Minuten, gemessen nach E.2.3. Die vom Hersteller angegebene Antwortzeit des Analysators darf nicht mehr als 12 s betragen. Das Ausgangssignal vom Analysator zum Datenerfassungssystem muss mindestens eine Auflösung von 0,01 % (100 ppm) haben.

4.7.3 Kohlendioxid

Eine kontinuierliche Analyse von Kohlendioxid ist mit einem IR-Spektrometer zu erreichen. Der Analysator muss mindestens in der Lage sein, einen Bereich von 0 % bis 10 % Kohlendioxid zu messen. Die Linearität des Analysators muss 1 % des Gesamtausschlags oder besser sein und die vom Hersteller angegebene Reaktionszeit darf nicht mehr als 12 s betragen.

5 Qualifizierung der Prüfeinrichtung

5.1 Allgemeines

Die Überprüfungen in 5.2 bis 5.5 sind durchzuführen, um die Prüfeinrichtung zu qualifizieren.

5.2 Messungen der Strömungsverteilung

Die Bestimmung des Strömungsprofils im Abgasrohr in der Nähe der Sonden wird hauptsächlich aus zwei Gründen gefordert:

- um zu überprüfen, dass die Auslegung des Abgasrohrs ein akzeptables Profil ergibt;
- um einen Wert k_c zu bestimmen, der mit k_t zu vergleichen ist, der durch die folgenden Kalibrierungen gewonnen wurde.

ANMERKUNG Der Wert k_c sollte ungefähr 0,86 bei einem 400 mm Rohr sein.

Die Messungen sind mit einem kalibrierten Hitzdrahtanemometer (oder einem anderen geeigneten Instrument) durchzuführen, das entlang einer vertikalen Achse (OY) und dann entlang einer horizontalen Achse (OX) geführt wird, um die vertikale und horizontale Verteilung der Luftgeschwindigkeit im Rohr zu messen.

Das Geschwindigkeitsprofil ist bei der selben Luftstromrate zu messen, die bei der aktuellen Messung verwendet wird (z. B. zwischen $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ und $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$). Messungen bei zusätzlichen Strömungseinstellungen sollten durchgeführt und dazu benutzt werden, die Stetigkeit der Geschwindigkeitsprofilbestimmung im Arbeitsbereich zu zeigen.

Weitergehende Informationen, wie dieses durchzuführen ist, stehen in Anhang D zur Verfügung.

5.3 Messung der Probenverzögerungszeit

Gasanalysatoren benötigen eine bestimmte Zeit, um auf Änderungen der Gaskonzentration zu antworten. Das wird als Probenverzögerungszeit bezeichnet. Die Verzögerungszeiten sind zu bestimmen, um die Temperatur-, die Sauerstoff- und die Kohlendioxidmessungen zu synchronisieren. Alle Daten sind bezüglich jeder Verzögerungszeit vor der Berechnung der Wärmefreisetzung zu berichtigen. Die Verzögerungszeit des Sauerstoffanalysators ist zu bestimmen als Zeitdifferenz bei einer Änderung der Rohrtemperatur um 3 K und der Sauerstoffkonzentration um 0,05 %. Die Verzögerungszeit des Kohlendioxidanalysators ist zu bestimmen als Zeitdifferenz bei einer Änderung der Rohrtemperatur um 3 K und der Kohlendioxidkonzentration um 0,02 %.

Die Probenverzögerungszeiten sind zu bestimmen vor Inbetriebnahme des Prüfaufbaus und nach jeder größeren Veränderung im Gasanalysesystem.

5.4 Inbetriebnahmekalibrierungen

Vor der ersten Inbetriebnahme des Gerätes oder nach jeder größeren Änderung im Gasanalysesystem, der Abgasstrommessung, der Gas- und Luftstrommessung zum Brenner oder der Rauchmessung sind eine Reihe von Kalibrierungen auszuführen, um:

- die Ausrüstung zu überprüfen, einschließlich der erzielten Verbesserungen während der Aufbau- oder Umbauphase,
- einen Inbetriebnahmefaktor k_t für die täglichen Messungen zu bestimmen,
- die Stabilität des Rauchmesssystems zu überprüfen.
- die korrekte Messung des Weißlicht Messsystems zu überprüfen.

Die Kalibrierungen sind in unterschiedlichen Bereichen der Wärmefreisetzungsrates (HRR) durchzuführen, die bei der Brandprüfung von Kabeln und Leitungen erwartet werden, z. B. in etwa von 20 kW bis 200 kW. Das wird gefordert, um die Linearität des HRR-Messsystems nachzuweisen. Weitere Informationen zur HRR-Kalibrierung und Bestimmung des Inbetriebnahmefaktors k_t werden in Anhang E angegeben.

Um das Rauchmesssystem zu kalibrieren und zu prüfen, ist das Vorgehen nach Anhang E auszuführen und müssen seine Anforderungen einzuhalten werden.

ANMERKUNG Es wird empfohlen, die Inbetriebnahmekalibrierungen mindestens einmal jährlich auszuführen, abhängig von der Gebrauchshäufigkeit der Anlage.

5.5 Routinekalibrierung

An jedem Prüftag ist eine Kalibrierungsprüfung durchzuführen mit der Zündquelle nach EN 50266-1. Es ist ein Kalibrierungsbrand von mindestens 10 min Dauer auszuführen mit einer Wärmeabgabe des Brenners, die dem Prüfablauf an dem entsprechenden Tag entspricht (d. h. je nachdem 21,0 kW oder 30,7 kW). Über das Ergebnis der Kalibrierungsprüfung ist für jeden Prüftag ein Bericht zu erstellen.

5.5.1 Durchführung

Die Kalibrierung ist wie folgt durchzuführen:

- 5 min Grundlinie ohne Brenner;
- mindestens 10 min mit Brenner bei zutreffender Wärmeabgabe;
- 5 min ohne Brenner.

5.5.2 Berechnungen

Nach der Kalibrierungsprüfung ist unter Benutzung des Inbetriebnahmefaktors k_t Folgendes zu berechnen:

- Drift von HRR, Sauerstoff und Lichtintensität während der ersten 5 Minuten;
- mittlere berechnete HRR während der letzten 5 min der Brennzeit;
- Anfangswert von Sauerstoff, Lichtintensität und HRR als Mittelwert während der ersten Minute der 5 min Grundlinienperiode. Endwert von Sauerstoff, Lichtintensität und HRR als Mittelwert während der letzten Minute der Kalibrierprüfung. Differenz zwischen Start- und Endwerten von Sauerstoff, HRR und Lichtintensität.

5.5.3 Kriterien

- Die gemittelte HRR während der letzten 5 min der Brennperiode muss innerhalb von $\pm 5\%$ der Einstellwerte von 21,0 kW oder 30,7 kW sein;
- die Differenz zwischen Start- und Endwert des Sauerstoffs muss kleiner als 0,02 % sein;
- die Differenz zwischen Start- und Endwert der Lichtintensität kleiner oder gleich 1 % der Durchlässigkeit sein;
- die Differenz zwischen Start- und Endwert der HRR muss kleiner oder gleich 2 kW sein;
- die Drift der Lichtintensität muss kleiner als 1 % des Werts während der 5 min vor Zündung des Brenners sein;
- die Drift des Sauerstoffwerts muss kleiner 0,02 % während der 5 min vor Zündung des Brenners sein;
- die Drift der HRR-Messung muss kleiner 2,0 kW während der 5 min vor Zündung des Brenners sein.

ANMERKUNG 1 Der Propaneinstellwert von 442 mg/s ergibt einen HRR-Analysewert von 21,0 kW und ein Propaneinstellwert von 647 mg/s ergibt einen HRR-Analysewert von 30,7 kW bei dieser Prüfung bei Verwendung eines E-Faktors von 17,2 MJ/m². Die Nettoverbrennungswärme nach EN 50266-1 weicht geringfügig ab und würde zu Werten von 20,5 kW und 30,0 kW führen.

ANMERKUNG 2 Die Drift von Sauerstoff, HRR und Lichtintensität wird mit Hilfe einer linearen Trendlinie während der 5 min vor Zündung des Brenners ermittelt.

6 Prüfverfahren

6.1 Startbedingungen der Prüfung

Die Temperatur der Prüfkammer und der Luftversorgung muss im Bereich 5 °C bis 40 °C liegen.

6.2 Prüfmuster

Das Prüfmuster muss eine Anzahl von Kabelprüfstücken aus der gleichen Produktionslänge umfassen, die jeweils mindestens 3,5 m lang sind. Die Anzahl der Prüfstücke des Prüfmusters ergibt sich nach 6.4.

6.3 Konditionierung des Musters

Die Prüfstücke sind für mindestens 16 h bei einer Temperatur von (20 ± 10) °C zu konditionieren. Jegliche Verpackung ist vor der Konditionierung zu entfernen. Die Prüfstücke müssen trocken sein.

6.4 Bestimmung der Anzahl der Prüfstücke

Die folgenden Formeln sind bei der Bestimmung der Anzahl Prüfstücke (N) für die Prüfung zu benutzen.

6.4.1 Kabel und Leitungen mit einem Durchmesser größer oder gleich 20 mm

Die Anzahl Prüfstücke N ergibt sich aus

$$N = \text{int} \left(\frac{300 + 20}{d_c + 20} \right) \quad (1)$$

Dabei ist

d_c der Durchmesser des Kabels/der Leitung (in mm und auf ganze mm gerundet);

int-Funktion der Integerteil des Resultats (d. h. abgerundeter Wert).

6.4.2 Kabel und Leitungen mit einem Durchmesser größer als 5 mm aber kleiner als 20 mm

Die Anzahl Prüfstücke N ergibt sich aus

$$N = \text{int} \left(\frac{300 + d_c}{2d_c} \right) \quad (2)$$

Dabei ist

d_c der Durchmesser des Kabels/der Leitung (in mm und auf ganze mm gerundet).

int-Funktion der Integerteil des Resultats (d. h. abgerundeter Wert)

6.4.3 Kabel und Leitungen mit einem Durchmesser kleiner oder gleich 5 mm

Eine Anzahl (N_{bu}) von ungefähr 10-mm-Bündel ist zu montieren mit

$$N_{bu} = \text{int} \left(\frac{300 + 10}{20} \right) = 15 \quad (3)$$

Also 15 Bündel sind zu montieren.

Die Anzahl Teststücke (n) in jedem Bündel ist:

$$n = \text{int} \left(\frac{100}{d_c^2} \right) \quad (4)$$

Dabei ist

d_c der Durchmesser des Kabels/der Leitung (in mm mit einer Nachkommastelle).

Die Gesamtzahl Prüfstücke (N) beträgt also:

$$N = n \times 15 \quad (5)$$

6.5 Montage der Prüfmuster

6.5.1 Montage der Prüfstücke für alle Klassen

Prüfstücke sind auf der Vorderseite der Standardleiter anzubringen. Das untere Ende der Kabel oder Leitungen muss ungefähr 50 cm unter dem Brenner herausragen.

Jedes Prüfstück oder Bündel von Prüfstücken ist einzeln mit Hilfe von Metalldraht (Stahl oder Kupfer) an jeder Leitersprosse zu befestigen. Für Kabel oder Leitungen bis einschließlich 50 mm Durchmesser ist Draht mit einem Durchmesser zwischen 0,5 mm und 1,5 mm zu verwenden. Für Kabel oder Leitungen über 50 mm Durchmesser ist Draht mit einem Durchmesser zwischen 1,0 mm und 1,5 mm Durchmesser zu verwenden.

ANMERKUNG 1 Es wird empfohlen, eine Lochplatte als Führung zu benutzen, um die Lage der Prüfstücke untereinander beizubehalten, wenn ein Bündel von Prüfstücken montiert wird.

ANMERKUNG 2 Erste Prüfungen haben gezeigt, dass die Wiederholbarkeit der Prüfung bei Montage von Bündeln nicht zufriedenstellend ist. Die Benutzung eines mittleren Befestigungsdrahtes aus Metall ungefähr mittig zwischen den Leitersprossen könnte notwendig sein, um die Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit zu verbessern.

Bei der Montage der Prüfstücke ist das erste Prüfstück oder Bündel von Prüfstücken ungefähr in der Mitte der Leiter anzuordnen, weitere Prüfstücke sind zu beiden Seiten hinzuzufügen, so dass die ganze Gruppe der Prüfstücke auf der Leiter annähernd zentral angeordnet ist.

ANMERKUNG 3 Für zusätzliche Informationen ist es sinnvoll, in Abständen von 25 cm waagerechte Linien zu ziehen, um die Brandausbreitung als Funktion der Zeit abzuschätzen. Die erste Linie (d. h. die Nulllinie) sollte sich auf Höhe des Brenners befinden.

Die Prüfstücke sind entsprechend dem Außendurchmesser der Kabel/Leitungen nach Tabelle 1 zu montieren.

Tabelle 1 – Montage abhängig vom Kabel-/Leitungsdurchmesser

Kabel-/Leitungsdurchmesser	Montage
Größer oder gleich 20 mm	20 mm Abstand zwischen Kabeln/Leitungen
Zwischen 5 mm und 20 mm	Ein Kabel-/Leitungsdurchmesser Abstand zwischen den Kabeln/Leitungen.
Kleiner oder gleich 5 mm	Die Kabel/Leitungen sind in Bündeln von ungefähr 10 mm Durchmesser zu bündeln. Die Bündel dürfen nicht verdreht sein. Der Abstand zwischen den Bündeln muss 10 mm betragen.

6.5.2 Besondere Montageanforderungen für Klasse B1_{ca}

Die Prüfstücke müssen gemäß 6.5.1 montiert werden mit der Ausnahme, dass auf der Rückseite der Leiter eine unbrennbare Kalksandsteinplatte anzubringen ist. Die Platte muss eine Dichte von $(870 \pm 50) \text{ kg/m}^3$ und eine Dicke von $(11 \pm 2) \text{ mm}$ haben, sie ist entlang der ganzen Leiter anzubringen und an den Sprossen zu befestigen. Diese Platte muss eine Breite von $(415 \pm 15) \text{ mm}$ besitzen und darf in zwei oder mehr Teilen montiert werden (siehe Bild 9).

ANMERKUNG Ein Hinweis auf die Verfügbarkeit geeigneter Rückplatten wird in Anhang H gegeben.

Die Platten müssen trocken sein und dann bei einer Temperatur von $(20 \pm 10) ^\circ\text{C}$ und einer relativen Feuchte von weniger als 70 % für mindestens 48 h vor der Prüfung konditioniert werden.

6.6 Abgasvolumenstrom

Die Volumenstromrate im Abgasrohr ist auf einen Wert zwischen $0,7 \text{ m}^3/\text{s}$ und $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ einzustellen. Diese Strömungsrate ist während der Prüfung aufrechtzuerhalten.

ANMERKUNG Wenn ein hoher Anteil von Verbrennungsprodukten entsteht, kann es notwendig sein, die Volumenstromrate zu erhöhen

6.7 Zündquelle

Die Zündquelle muss ein Ribbon-Propangasbrenner sein nach EN 50266-1.

Für Klasse B1_{ca} muss die Propanströmungsrate einem Massestrom von (647 ± 15) mg/s entsprechen, das entspricht einem HRR-Nennwert von 30,7 kW. Der Luftstrom zum Brenner muss $(2\,300 \pm 140)$ mg/s betragen.

Für Klasse B2_{ca}, C_{ca} und D_{ca} muss die Propanströmungsrate einem Massefluss von (442 ± 10) mg/s entsprechen, das entspricht einem nominalen HRR-Wert von 20,5 kW. Der Luftstrom zum Brenner muss $(1\,550 \pm 140)$ mg/s betragen.

ANMERKUNG 1 Zum Berechnen der Propanströmungsrate wird eine Nettoverbrennungswärme von 46,4 kJ/g verwendet.

ANMERKUNG 2 Ein HRR-Analysewert von 30,7 kW bzw. 21,0 kW stellt sich ein, wenn die HRR der Zündquelle mit dem in dieser Prüfung angegebenen E-Faktor berechnet wird.

Die Anordnung der Zündquelle für die Prüfung muss mit EN 50266-1 übereinstimmen.

6.8 Beflammungsdauer

Die Prüf Flamme muss 20 min brennen, danach ist sie zu löschen. Der Luftstrom durch den Prüfraum ist weitere 30 s aufrechtzuerhalten, danach ist er zu unterbrechen. Falls die Kabel oder Leitungen weiter brennen oder glühen, sind die Kabel oder Leitungen zu löschen.

ANMERKUNG Falls die Flammenausbreitung (FS) nicht in der Nähe einer Klassifikationsbedingung liegt, gibt es keine Veranlassung, die Kabel oder Leitungen unmittelbar zu löschen.

6.9 Prüfablauf

Abgasvolumenstrom auf den vorbestimmten Wert einstellen.

ANMERKUNG 1 Alle spezifischen Hinweise, nämlich die vom Gerätehersteller angegebenen Arbeiten vor Beginn der Prüfung, sind vor dem Beginn einer Prüfung zu befolgen.

Rohrtemperaturen und Umgebungstemperatur für mindestens 300 s aufzeichnen. Die Umgebungstemperatur muss zwischen 5 °C und 40 °C betragen, die Temperaturen im Rohr dürfen nicht mehr als 4 °C von der Umgebungstemperatur abweichen.

Bedingungen der Luft, die in das Rohr strömt, vor der Prüfung aufzeichnen (Umgebungstemperatur, Luftdruck und Feuchte). Siehe A.3.

Zeitmessung und automatische Datenerfassung starten. Die Startzeit ist mit $t = 0$ s per Definition festgelegt. Die Daten, die aufzuzeichnen sind, sind die Variablen, die zur Berechnung von HRR und SPR notwendig sind.

Bei 270 s die Grundlinienwerte für HRR und den Transmissionswert (oder den entsprechenden Extinktionskoeffizienten) überprüfen. Wenn der HRR-Wert mehr als 2,0 kW oder der Transmissionswert mehr als 2 % von den Startwerten abweichen, ist die Prüfung zu beenden und eine Fehleranalyse durchzuführen. Das ist besonders wichtig, um die Qualität der HRR- und SPR-Messung sicherzustellen. Die Startwerte sind festgelegt als Mittelwerte der ersten 30 s der Prüfung (zwischen 0 s und 30 s).

Bei $t = (300 \pm 10)$ s: Brenner zünden und Propan- und Luftflussrate auf die Werte einstellen, die in 6.7 angegeben sind, um je nachdem eine Wärmeabgabe von 21,0 kW oder 30,7 kW zu erreichen. Zeitpunkt des Brennereinschaltens t_b festhalten.

Brennverhalten des Kabels oder der Leitung beobachten einschließlich aller flammenden Teilchen/Partikel und die erforderlichen Berichtsdaten aufzeichnen, um den Prüfbericht nach Abschnitt 8 zu vervollständigen. Wenn der HRR mehr als 450 kW erreicht, sollte die Prüfung beendet werden. Es ist erlaubt, das Kabel oder die Leitung zu löschen, um das Prüfgerät und seine Messgeräte zu schützen.

Bei $t = (1\,500 \pm 10)$ s: Propanzufuhr zum Brenner abschalten.

Bei $t = (1\,530 \pm 10)$ s: Luftstrom durch die Kammer abschalten und die automatische Datenerfassung beenden.

ANMERKUNG 2 Falls es notwendig ist, die Kabel oder Leitungen gemäß 6.8 zu löschen, um die Flammausbreitung bei $t = (1\,530 \pm 10)$ s zu bestimmen, ist es nicht möglich, die Drift während der Prüfung zu überprüfen.

Ein extensives Brennen der Kabel oder Leitungen und Flammen außerhalb der Oberkante der Anlage kann Löschen und Abbruch der Prüfung erfordern. Dieser Zeitpunkt sollte erfasst und im Bericht aufgezeichnet werden.

6.10 Beobachtungen und Messungen während der Prüfung

Folgende Parameter sind während der Prüfung zu bestimmen:

- Wärmefreisetzungsrate als Funktion der Zeit;
- Rauchentwicklungsrate als Funktion der Zeit;
- Auftreten und Dauer von flammenden Tröpfchen/Partikeln.

Das Herabfallen flammender Tröpfchen oder Partikel ist während der ganzen 1 200 s aufzuzeichnen, falls die Tröpfchen/Partikel den Boden der Prüfkammer erreichen. Folgende Ereignisse sind aufzuzeichnen:

- a) das Herabfallen eines flammenden Tröpfchens/Partikels, das nicht länger als 10 s nach Erreichen des Bodens der Prüfkammer weiterbrennt;
- b) das Herabfallen eines flammenden Tröpfchens/Partikels, das länger als 10 s nach Erreichen des Bodens der Prüfkammer weiterbrennt.

7 Bestimmung von Parametern, die aus der Prüfung abgeleitet werden

7.1 Berechnung von HRR- und SPR-Parametern

7.1.1 Spitzenwert der Wärmefreisetzung (Spitzenwert HRR)

Der Spitzenwert der HRR ist definiert als Maximalwert der $HRR_{av}(t)$, ohne die Leistung des Brenners, er wird während der gesamten Beflammungszeit bestimmt zwischen der Brennerzündung t_b und dem Ende der Beflammungszeit ($t_b + 1\,200$ s). Er wird in kW angegeben.

Um die Brennerleistung bei der Berechnung des $HRR_{av}(t)$ -Werts auszuschließen, ist die Brennerausgangskurve während der Routinekalibrierungen (siehe 5.5.3) zu benutzen. Die Brennerwärmeabgabe ist festgelegt als die durchschnittliche HRR während der letzten 5 min der Brennzeit während der Routinekalibrierung.

Details zur Berechnung sind in G.1 angegeben

7.1.2 Spitzenwert der Rauchentwicklungsrate (Spitzenwert SPR)

Der Spitzenwert der SPR ist definiert als Maximalwert der $SPR_{av}(t)$, er wird während der gesamten Beflammungszeit bestimmt, d. h. zwischen t_b und ($t_b + 1\,200$ s). Er wird in m^2/s angegeben.

Details zur Berechnung sind in G.2 angegeben.

7.1.3 Gesamter Wärmefreisetzungswert ($\text{THR}_{1\,200}$)

Der gesamte Wärmefreisetzungswert wird berechnet als integrierter Wert der HRR, ohne Leistung des Brenners, über eine Periode vom Einschalten des Brenners (t_b) bis zum Ende der Beflammung ($t_b + 1\,200\text{ s}$). Wenn die Prüfung vorher beendet werden musste, weil der HRR zu groß war, dann darf dieser Wert nicht berechnet werden, jedoch ist ein genauer Bericht anzufertigen. Negative Werte der HRR, ohne Brenner, sind im Integral nicht zu berücksichtigen. Er wird in MJ angegeben.

7.1.4 Gesamter Rauchentwicklungswert ($\text{TSP}_{1\,200}$)

Der gesamte Rauchentwicklungswert wird berechnet als integrierter Wert der SPR über eine Periode vom Einschalten des Brenners (t_b) bis zum Ende der Beflammung ($t_b + 1\,200\text{ s}$). Wenn die Prüfung vorher beendet werden musste, weil der HRR zu groß war, dann darf dieser Wert nicht berechnet werden, jedoch ist ein deutlicher Hinweis zu protokollieren. Negative Werte der SPR sind im Integral nicht zu berücksichtigen. Er wird in m^2 angegeben.

7.1.5 Index der Brandentwicklung (Fire Index Growth Rate, FIGRA)

Der FIGRA ist definiert als Maximum des Quotienten $\text{HRR}_{\text{av}}(t)/(t - t_b)$.

Details zur Berechnung sind in G.3 angegeben.

7.2 Bestimmung des Ausmaßes der Flammausbreitung (FS)

Nachdem jegliches Brennen oder Glühen der Kabel oder Leitungen aufgehört hat oder gelöscht wurde, ist das Prüfmuster sauber zu wischen.

Jeglicher Ruß ist zu vernachlässigen, wenn nach dem Wegwischen die Originaloberfläche unbeschädigt ist. Erweichen oder jegliche Deformation des nichtmetallinen Materials ist ebenfalls zu ignorieren. Die Flammausbreitung wird gemessen als Ausmaß der Beschädigung. Sie wird von der Unterkante des Brenners bis zum Anfang der Verkohlung in Meter mit zwei Dezimalstellen gemessen. Der Anfang der Verkohlung wird wie folgt bestimmt:

Man drücke einen scharfen Gegenstand, z. B. eine Messerklinge, gegen die Oberfläche des Kabels oder der Leitung. Wenn die Oberfläche von einer elastischen zu einer spröden (krümeligen) Oberfläche wird, kennzeichnet das den Beginn der Verkohlung.

8 Prüfbericht

Der schriftliche Bericht muss eine kurze Beschreibung des allgemeinen Prüfaufbaus enthalten. Alle Abweichungen von dem in dieser Norm beschriebenen Verfahren sind anzugeben. Die Montage ist im Detail zu beschreiben. Die folgenden Informationen müssen mindestens in jedem Bericht vorhanden sein. Es muss klar unterschieden werden zwischen den Daten, die durch den Bewerber zur Verfügung gestellt wurden und den Daten, die durch die Prüfung gewonnen wurden.

Der Prüfbericht muss die folgenden Informationen enthalten.

Allgemeine Informationen:

- Name und Anschrift des Prüflabors;
- Datum und Identifikationsnummer des Berichts;
- Name und Anschrift des Auftraggebers;
- Name und Anschrift des Musterherstellers/-lieferanten, falls bekannt;
- Datum der Prüfung;

Informationen zum Kabel oder zur Leitung in der Prüfung:

- Bezeichnung des geprüften Produktes;
- Beschreibung des geprüften Kabels oder der geprüften Leitung;

Informationen über die Prüfung:

- die Nummer dieser Norm (d. h. EN 50399);
- die Anzahl der Prüfstücke;
- der Außendurchmesser der Prüfstücke;
- die Art der Montage (d. h. auf Abstand oder in Bündeln);
- Einsatz einer Rückplatte oder ohne;
- Beflammungszeit (d. h. 20 min);
- die Ausgangsleistung des Brenners (d. h. 21,0 kW oder 30,7 kW).

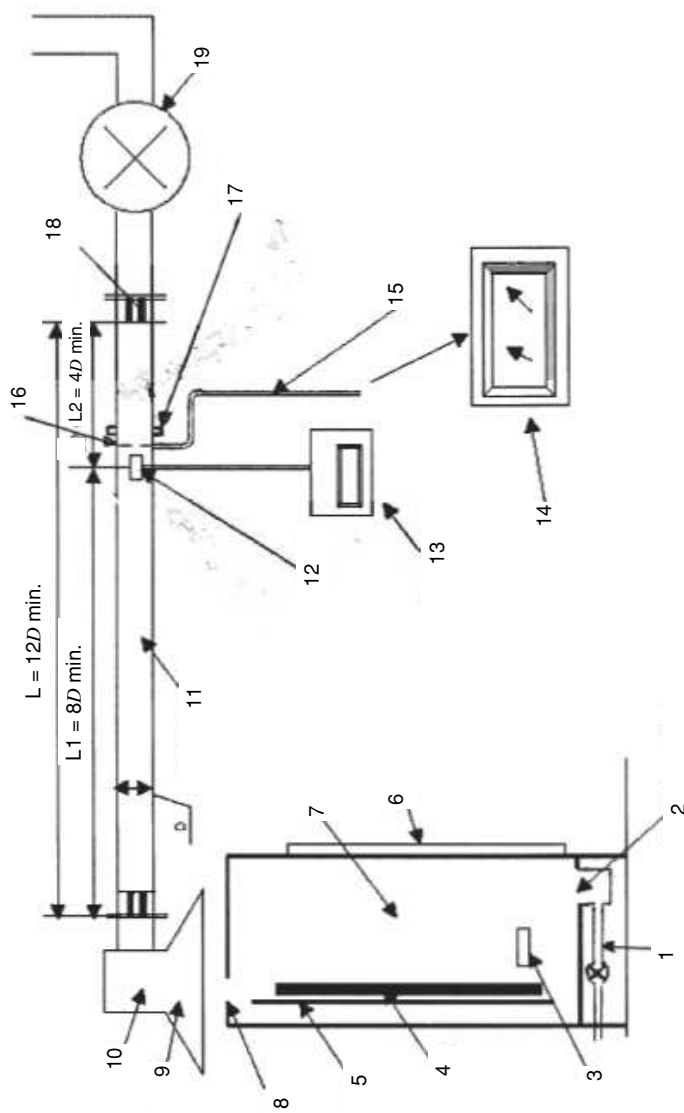
Direkte Ergebnisse:

- das Ausmaß der Flammenausbreitung (wie in 7.2 definiert);
- Flammende Teilchen (wie in 6.10 festgelegt);
- die Zeit bis zum Verlöschen von jeglichem Brennen oder Glühen;
- HRR_{av} - und SPR_{av} -Kurven als Funktion der Zeit vom Anfang der Prüfung (d. h. 300 s vor Einschalten des Brenners), abzüglich der Brennerausgangsleistung und mit Zu-Null-Setzen aller negativer Werte;
- Beobachtungen während der Prüfung;

Berechnete Ergebnisse:

Die berechneten Ergebnisse sind durch folgende Parameter auszudrücken:

- der Höchstwert der Wärmefreisetzung (HRR_{av}) (wie in 7.1.1 definiert);
- der Höchstwert der Rauchentwicklungsrate (SPR_{av}) (wie in 7.1.2 definiert);
- der THR-Wert (wie in 7.1.3 definiert) während der Beflammungszeit mit dem Brenner;
- der TSP-Wert (wie in 7.1.4 definiert) während der Beflammungszeit mit dem Brenner;
- der FIGRA-Index (wie in 7.1.5 definiert).



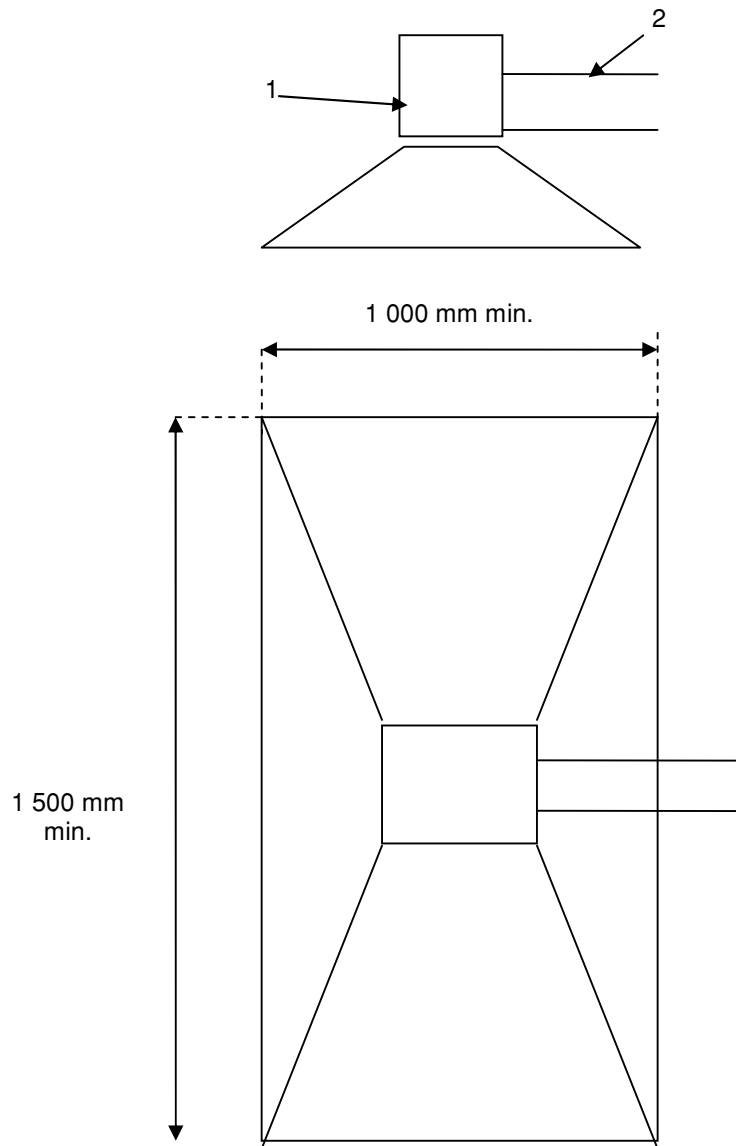
Legende

1	Luftinlasskanal	8	Luftaustlass	15	Gasprobenleitung
2	Luftinlassöffnung	9	Haube	16	Gasentnahmesonde
3	Brenner	10	Kammer	17	Rauchmessenrichtung
4	Kabel in Prüfung	11	Abgasrohr	18	Leitbleche
5	Leiter	12	Bidirektionale Sonde	19	Absaugventilator
6	Tür	13	Druckumformer		
7	Prüfkammer	14	O ₂ - und CO ₂ -Analysatoren		

Bild 1 – Allgemeine Anordnung des Prüfgeräts

— Entwurf —

E DIN EN 50399 (VDE 0284-399):2008-07
prEN 50399:2007



Legende

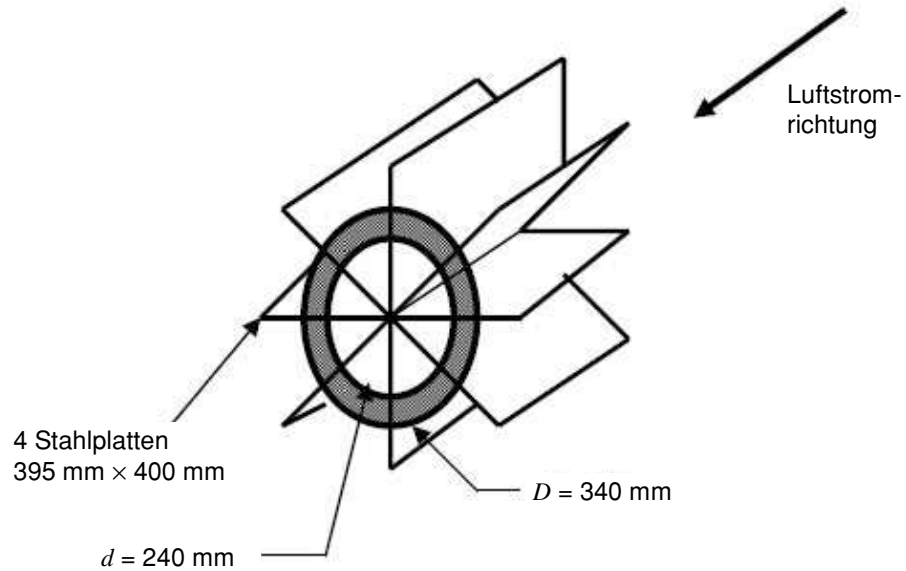
- 1 Kammer
- 2 Abgasrohr

Bild 2 – Zeichnung einer Haube

— Entwurf —

E DIN EN 50399 (VDE 0284-399):2008-07
prEN 50399:2007

Maße in Millimeter



ANMERKUNG 1 Die angegebenen Abmessungen beziehen sich auf einen Rohrdurchmesser von 400 mm.

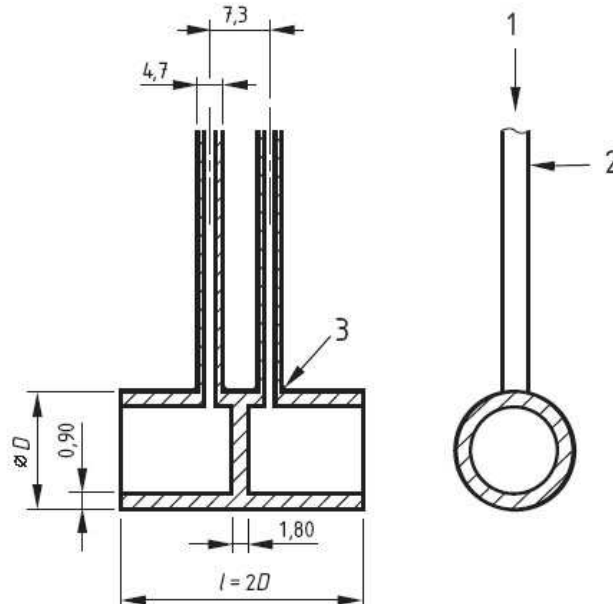
ANMERKUNG 2 Mit der angegebenen Luftstromrichtung wurde eine bessere Mischung beobachtet als mit der entgegengesetzten Richtung.

Bild 3 – Typische Leitbleche

— Entwurf —

E DIN EN 50399 (VDE 0284-399):2008-07
prEN 50399:2007

Maße in Millimeter



Legende

- 1 zum Druckdifferenzinstrument
- 2 Hilfsrohre für variable Länge
- 3 Schweißung

ANMERKUNG Aus Mc Caffrey and Heskestad. Combustion and Flame, 26 (1976).

Bild 4 – Bidirektionale Sonde

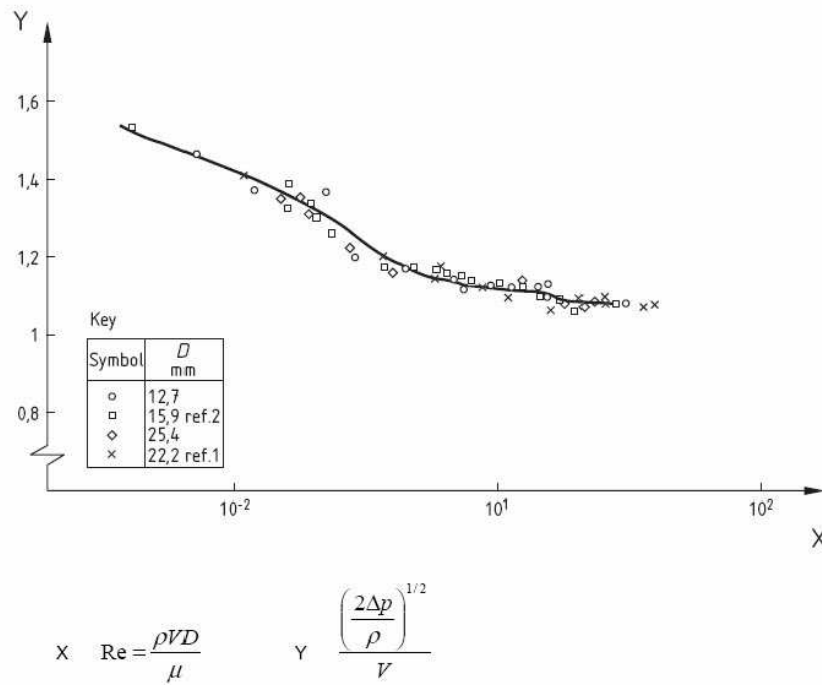
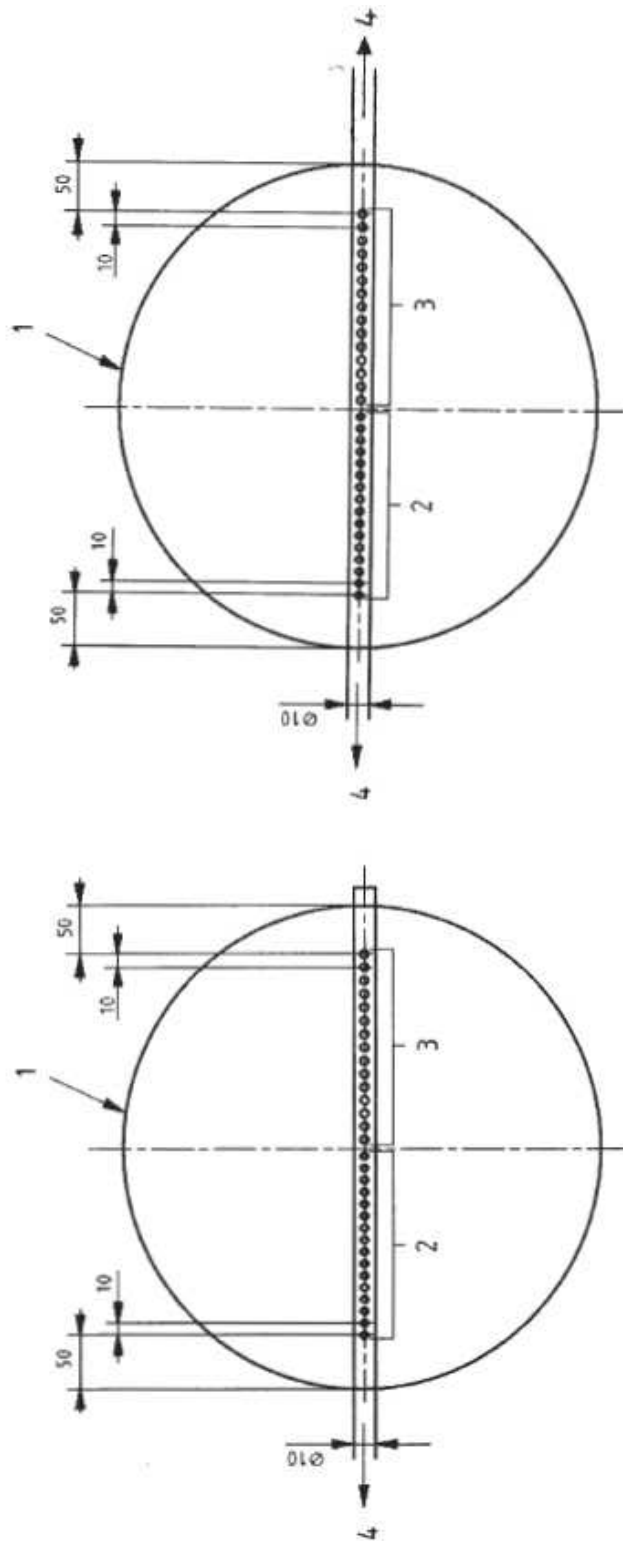


Bild 5 – Sondenantwort über Reynoldszahl



(a) eine Fließrichtung

(b) zwei Fließrichtungen

Legende

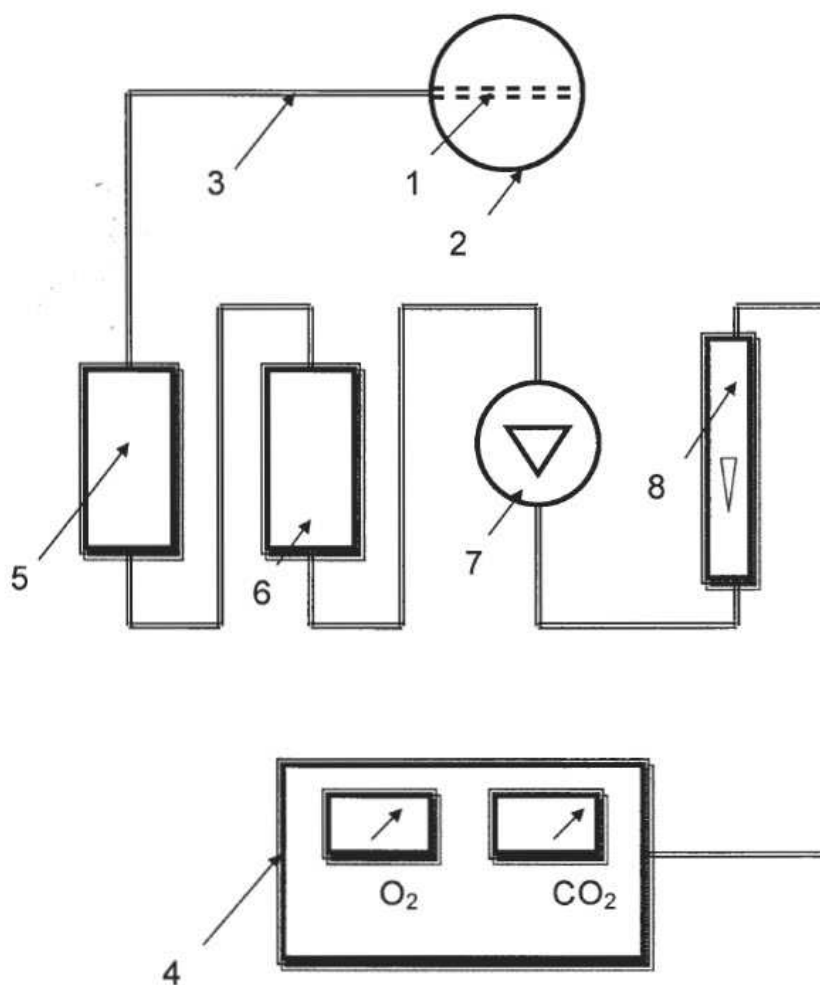
1 Abgasrohr

2 16 Löcher Ø 2 mm auf der Abfließseite

3 15 Löcher auf der Abfließseite (Ø 3 mm für Anordnung (a); Ø 2 mm für Anordnung (b))

4 Fließrichtung

Bild 6 – Probensonde



Legende

1	Probensonde	5	Filter
2	Abgasrohr	6	Gaskühlsystem
3	Probenleitung	7	Membranpumpe
4	Analysatoren	8	Gasdurchflussmesser

ANMERKUNG Andere Gaskühlsysteme dürfen benutzt werden. Kühler darf entfallen, wenn die Wasserfalle ausreichend wirksam ist

Bild 7 – Schematische Darstellung der Probenbehandlung