

	DIN EN 50399 (VDE 0482-399)	
	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.	
ICS 13.220.40; 29.060.20 Ersatz für DIN EN 50399 (VDE 0482-399):2012-02 Siehe Anwendungsbeginn 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 EN 50399:2011 + A1:2016 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 EN 50399:2011 + A1:2016 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 EN 50399:2011 + A1:2016 Gesamtumfang 62 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2011-02-28 angenommene Europäische Norm und die am 2016-04-18 angenommene Änderung A1 als DIN-Norm ist 2017-02-01.

Für **DIN EN 50399 (VDE 0482-399):2012-02** besteht eine Übergangsfrist bis 2019-04-18.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 50399/A1 (VDE 0482-399/A1):2016-04.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 411.2 „Isolierte Starkstromleitungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die Änderung A1 wurde eingearbeitet und durch einen senkrechten Strich am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Die Deutsche Fassung wurde in den **Abschnitten 2** und **3** an die aktuellen Standardtexte angepasst.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 50399 (VDE 0482-399):2012-02** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Unterscheidung zwischen runden und nicht runden Kabeln und Leitungen;
- b) Berücksichtigung von nicht runden Kabel und Leitungen bei der Montage der Prüfmuster;
- c) Überarbeitung der Kalibrierung des Rauchmesssystems;
- d) Überarbeitung von **Anhang F**, Anleitung für Kalibrierverfahren von besonderen Messgeräten;
- e) Hinzufügen eines normativen Anhangs J, Runden von Zahlen;
- f) Allgemeine redaktionelle Überarbeitung.

Frühere Ausgaben

DIN EN 50399 (VDE 0482-399): 2012-02

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Dokumenten

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden Deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 13823	–	DIN EN 13823	–
EN 14390	–	DIN EN 14390	–
EN 60332-3-10:2009	IEC 60332-3-10:2000 + A1:2008	DIN EN 60332-3-10 (VDE 0482-332-3-10):2010-08	VDE 0482-332-3-10
EN 60584-1	IEC 60584-1	DIN EN 60584-1	–
EN ISO 13943:2010	ISO 13943:2008	DIN EN ISO 13943:2011-02	–
–	ISO 3966	–	–
EN ISO 5167-2	ISO 5167-2	DIN EN ISO 5167-2	–
EN ISO 5167-4	ISO 5167-4	DIN EN ISO 5167-4	–
–	ISO 9705	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 13823, *Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten – Thermische Beanspruchung durch einen einzelnen brennenden Gegenstand für Bauprodukte mit Ausnahme von Bodenbelägen*

DIN EN 14390, *Brandverhalten von Bauprodukten – Referenzversuch im Realmaßstab an Oberflächenprodukten in einem Raum*

DIN EN 60332-3-10 (VDE 0482-332-3-10):2010-08, *Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall – Teil 3-10: Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung von vertikal angeordneten Bündeln von Kabeln und isolierten Leitungen – Prüfvorrichtung (IEC 60332-3-10:2000 + A1:2008); Deutsche Fassung EN 60332-3-10:2009*

DIN EN 60584-1, *Thermopaare – Teil 1: Grundwerte der Thermospannungen*

DIN EN ISO 13943:2011-02, *Brandschutz – Vokabular (ISO 13943:2008); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 13943:2010*

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

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

**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

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2011-02-28 und die A1 am 2016-04-18 angenommen. CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC Management Centre oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

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

CENELEC

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

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2016 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 50399:2011 + A1:2016 D

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde durch das Technische Komitee CENELEC TC 20, Elektrische Kabel und Leitungen, ausgearbeitet.

Der Text des Entwurfs wurde der Formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2011-02-28 als EN 50399 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2012-02-28
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2014-02-28

Europäisches Vorwort zu A1

Dieses Dokument (EN 50399:2011/A1:2016) wurde durch das technische Komitee CLC/TC 20 „Kabel und isolierte Leitungen“ ausgearbeitet.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2017-04-18
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2019-04-18

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Inhalt

Seite

Vorwort	2
Europäisches Vorwort zu A1	2
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Prüfgerät	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Luftzufuhr	10
4.3 Haube	11
4.4 Abgasrohr	11
4.5 Ausstattung im Abgasrohr	11
4.6 Absaugventilator	12
4.7 Messeinrichtung für Rauchentwicklung	12
4.8 Ausrüstung zur Analyse der Brandgase	13
5 Qualifizierung der Prüfeinrichtung	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 Messungen der Strömungsverteilung	14
5.3 Messung der Probenverzögerungszeit	14
5.4 Inbetriebnahmekalibrierungen	14
5.5 Routineüberprüfung	15
6 Prüfverfahren	16
6.1 Anfangsbedingungen der Prüfung	16
6.2 Prüfmuster	16
6.3 Konditionierung des Musters	16
6.4 Bestimmung der Anzahl der Prüfstücke	16
6.5 Montage der Prüfmuster	18
6.6 Abgasvolumenstrom	19
6.7 Zündquelle	19
6.8 Beflammungsdauer	20
6.9 Prüfablauf	20
6.10 Beobachtungen und Messungen während der Prüfung	21
7 Bestimmung von Parametern, die aus der Prüfung abgeleitet werden	21
7.1 Berechnung von <i>HRR</i> - und <i>SPR</i> -Parameter	21
7.2 Bestimmung des Ausmaßes der Flammenausbreitung (<i>FS</i>)	22
8 Prüfbericht	22
8.1 Allgemeines	22
8.2 Inhalte	22

Anhang A (normativ) Berechnung der Wärmefreisetzung.....	32
A.1 Volumenstrom	32
A.2 Wirkung der erzeugten Wärme	32
A.2.1 Wärmefreisetzung der Zündquelle	32
A.2.2 Wärmefreisetzung eines Prüflings	33
A.3 Berechnung des molaren Anteils von Wasserdampf in Luft	34
Anhang B (normativ) Rauchentwicklung	35
Anhang C (informativ) Zusatzinformation zur Reynoldszahl in Bild 5	36
Anhang D (normativ) Strömungsverteilung im Rohr.....	37
D.1 Allgemeines	37
D.2 Geschwindigkeitsprofilfaktor k_c	37
D.2.1 Allgemeines	37
D.2.2 Festlegungen für die Messung	37
D.2.3 Ausführung	38
D.2.4 Berechnung von k_c	38
D.2.5 Messprotokoll	39
Anhang E (normativ) Inbetriebnahmekalibrierungen	40
E.1 Allgemeine Abläufe für einzelne Elemente der Geräte	40
E.2.1 Allgemeines	40
E.2.2 Justierung des Sauerstoffanalysators	40
E.2.3 Anzeigerauschen und Drift des Sauerstoffanalysators	40
E.2.4 Justierung des Kohlendioxidanalysators	41
E.3 <i>HRR</i> -Kalibrierung	41
E.3.1 Allgemeines	41
E.3.2 <i>HRR</i> -Kalibrierung durch Einsatz eines Brenners nach EN 60332-3-10	41
E.3.3 <i>HRR</i> -Kalibrierung durch Einsatz einer brennbaren Flüssigkeit.....	42
E.3.4 Inbetriebnahmefaktor k_t zur Berechnung der <i>HRR</i>	44
E.4 Kalibrierung des Rauchmesssystems	44
E.4.1 Allgemeines	44
E.4.2 Überprüfung der Stabilität.....	45
E.4.3 Überprüfung des Weißlichtsystems durch optische Filter	45
E.4.4 Kalibrierung des Rauchmesssystems durch Verbrennung einer brennbaren Flüssigkeit	45
Anhang F (informativ) Anleitung für Kalibrierverfahren von besonderen Messgeräten	48
F.1 Allgemeine Verfahren für einzelne Teile der Ausrüstung.....	48
F.2 Kalibrierungen der Gasanalysatoren.....	48
F.2.1 Einstellung des Sauerstoffanalysators	48
F.2.2 Einstellung des Kohlendioxidanalysators	48
F.3 Überprüfung des Propanmassenflussreglers oder Rotameters	48

F.3.1	Allgemeines.....	48
F.3.2	Durchführung.....	49
F.3.3	Kriterium.....	49
F.4	Überprüfung des Weißlichtsystems durch optische Filter.....	49
F.4.1	Allgemeines.....	49
F.4.2	Durchführung.....	49
F.4.3	Kriterium.....	49
Anhang G (normativ)	Berechnung von HRR_{av} , SPR_{av} und $FIGRA$	50
G.1	Berechnung von HRR_{av}	50
G.2	Berechnung von SPR_{av}	50
Anhang H (informativ)	Hinweise zur Auswahl der Prüfeinrichtung.....	52
Anhang I (informativ)	Hinweise zum Dateiformat für Daten aus der Prüfung.....	53
Anhang J (normativ)	Runden von Zahlen.....	57
Literaturhinweise		58

Bilder

Bild 1	– Allgemeine Anordnung des Prüfgeräts.....	24
Bild 2	– Schematische Darstellung einer Haube.....	25
Bild 3	– Typische Leitbleche.....	26
Bild 4	– Bidirektionale Sonde.....	27
Bild 5	– Sondenantwort über Reynoldszahl.....	27
Bild 6	– Probensonde.....	28
Bild 7	– Schematische Darstellung der Probenleitung.....	29
Bild 8	– Optisches System – allgemeine Anordnung.....	30
Bild 9	– Montage von Bündeln (nicht maßstabsgerecht, nur eins von 15 Bündel).....	30
Bild 10	– Rückwand-Montageanordnung für Klasse B1 _{ca}	31
Bild D.1	– Schnitt durch das Abgasrohr – Positionen für die Messung der Gasgeschwindigkeit.....	38
Bild E.1	– Überblick über die Inbetriebnahmekalibrierungen.....	47

Tabellen

Tabelle E.1	– Brennerzündzeiten und HRR -Bereich.....	42
Tabelle E.2	– Beispiel für die Bestimmung des Inbetriebnahmefaktors k_t	44
Tabelle I.1	– Beispiel für das empfohlene Rohdatenformat.....	54
Tabelle I.1	– Beispiel für das empfohlene Rohdatenformat.....	55

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 [1] 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 Flammenausbreitung 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 unter definierten Bedingungen während der Prüfung bestimmt werden:

- a) Flammenausbreitung;
- b) Wärmefreisetzungsrate;
- c) Gesamte Wärmefreisetzung;
- d) Rauchentwicklungsrate;
- e) Gesamte Rauchentwicklung;
- f) Brandentwicklungsrate;
- g) Auftreten von flammenden Tröpfchen/Partikeln

unter festgelegten Bedingungen.

Das Prüfgerät basiert auf dem Gerät aus EN 60332-3-10, jedoch mit zusätzlichen Messinstrumenten für Wärmefreisetzung und Rauchentwicklung während der Prüfung. Es hat sich gezeigt [3], 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 60332-3-10 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 Flammenausbreitung, 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 Leitungs konstruktion, 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 wurden so gewählt, dass sie mit denen übereinstimmen, die durch die Entscheidung der Kommission 2006/751/EC [2] 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 [4].

EN 50399 nennt Details der Prüfeinrichtung, die zusammen mit der in **EN 60332-3-10** 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 Flammenausbreitung, Wärmefreisetzung, Rauchentwicklung und tropfenden Teilchen/Partikel 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 über der Prüfkammer gesammelt und durch ein Abgassystem geführt, das die Messung 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, entsprechen der Entscheidung der Kommission 2006/751/EC [2], die sich in den Anforderungen dieser Norm niedergeschlagen hat.

Das in dieser Norm beschriebene Prüfgerät ist zusammen mit dem in **EN 60332-3-10** beschriebenen Gerät zu benutzen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 60332-3-10:2009, *Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall – Teil 3-10: Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung von vertikal angeordneten Bündeln von Kabeln und isolierten Leitungen – Prüfvorrichtung (IEC 60332-3-10:2000)*.

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

EN ISO 13943:2010, *Brandschutz – Vokabular (ISO 13943:2009)*

ISO 3966, *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 13943:2010 und die folgenden Begriffe.

3.1

Wärmeabgaberate

HRR

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

3.2

gesamte Wärmefreisetzung

THR

integraler Wert der Wärmefreisetzungsrate über eine festgelegte Zeitdauer

3.3

Rauchentwicklungsrate

SPR

Rauchentwicklung je Zeiteinheit

3.4

gesamte Rauchentwicklung

TSP

integraler Wert der Rauchentwicklungsrate über eine festgelegte Zeitdauer

3.5

Flammenausbreitung

FS

Fortschreiten einer Flammenfront

Anmerkung 1 zum Begriff: In dieser Norm wird das Ausmaß der Flammenausbreitung festgelegt durch das Ausmaß einer Beschädigung gemessen am Beginn der Verkohlung.

3.6

Index der Brandentwicklung

FIGRA

Maximum des Quotienten aus *HRR* und Zeit

Anmerkung 1 zum Begriff: *FIGRA* wird in dieser Norm ausgedrückt in W/s.

Anmerkung 2 zum Begriff: Details zur Berechnung des *FIGRA* befinden sich im [Anhang G](#).

3.7

flammende Tröpfchen/Partikel

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

3.8

E-Faktor

Wärmefreisetzung je Volumen verbrauchten Sauerstoffs

4 Prüfgerät

4.1 Allgemeines

Das Prüfgerät muss aus einer Prüfkammer, Standardleiter und Zündquelle bestehen, wie in [EN 60332-3-10](#) beschrieben, zusammen mit den zusätzlichen Bestandteilen, die in [4.2 bis 4.8](#) 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 ein System sein, das Luft mit einer Rate von $(8\,000 \pm 400)$ l/min in die Kammer bläst.

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

- a) Sauerstoffverbrauch;
- b) CO₂-Erzeugung;
- c) Volumenstrom im Abgasrohr;
- d) Rauchentwicklung.

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.

ANMERKUNG 1 Es wird empfohlen, hinweisende Temperaturmessungen durchzuführen mit Hilfe von Thermoelementen, die entlang des zu prüfenden Kabelbündels 1,5 m und 2,5 m über dem Brenner und an der Spitze der Kammer angebracht sind. Solche Messungen können frühzeitig einen Hinweis auf außergewöhnliche Temperaturen oder Brandbedingung geben, die einen Prüfungsabbruch erforderlich machen könnten, 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 2 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](#));
 - 1) Wärmefreisetzungsrate (*HRR*);
 - 2) Gesamte Wärmefreisetzung (*THR*);
 - 3) Index der Brandentwicklung (*FIGRA*);
- b) Rauchentwicklung (siehe [Anhang B](#));
 - 1) Rauchentwicklungsrate (*SPR*);
 - 2) Gesamte Rauchentwicklung (*TSP*).

4.2 Luftzufuhr

Luft ist in die Prüfkammer einzuleiten durch einen Luftverteilkasten, der direkt unter der Lufteinlassöffnung befestigt ist und ungefähr die gleichen Abmessungen hat. Die Tiefe des Luftverteilkasten muss (150 ± 10) mm betragen. Die Luft muss mit einem Ventilator in den Behälter geblasen werden durch einen geraden, rechtwinkligen Kanalabschnitt mit einem konstanten Querschnitt von (300 ± 10) mm Breite und (80 ± 5) mm Höhe und einer Mindestlänge von 800 mm, der parallel zum 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.

Die Luftströmungsrate muss in einem kreisförmigen Rohr vor dem rechtwinkligen Kanalabschnitt gemessen werden. Sie ist mit einem Gasströmungsmessgerät zu messen, das sich in einem geraden Abschnitt des Rohres befindet. Die Mindestlänge des geraden, kreisförmigen Abschnitts muss gemäß der technischen Spezifikation des Messgeräts gewählt werden.

ANMERKUNG 1 Es wird empfohlen entweder ein Messsystem nach ISO 5167-2 (Drosselblende) oder nach ISO 5167-4 (Venturirohr) zu verwenden. Alternativ kann ein Pitot-Rohr verwendet werden, das vielfach Proben quer durch den Rohrabschnitt entnimmt um Veränderungen quer des Abschnittes zu mitteln und zu berücksichtigen oder ein Hitzdraht Anemometer, das an mehreren Stellen quer durch den Abschnitt des Rohres misst, wie es im [Anhang D](#) beschrieben ist.

Die Luftströmung muss vor einer Prüfung auf $(8\,000 \pm 400)$ l/min eingestellt werden und darf während der Prüfung nicht verändert werden. Die Luftströmung ist während der Prüfung die ganze Zeit zu kontrollieren und darf nicht mehr als 10 % vom Einstellwert abweichen.

ANMERKUNG 2 Die Messwerte müssen nicht aufgezeichnet werden.

4.3 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 Vermischung 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 m³/s bei Normaldruck und einer Temperatur von 25 °C betragen. 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 m³/s empfohlen.

4.4 Abgasrohr

Ein Abgasrohr ist wie in 4.3 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 $12 \times D$ 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 EN 14390 beschrieben ist. Dies wird dringend empfohlen, um möglichst genaue Messungen zu erhalten.

4.5 Ausstattung im Abgasrohr

4.5.1 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 Länge 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 ± 5 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.

ANMERKUNG Wenn mehr als ein Thermoelement verwendet wird, dann müssen alle Thermoelemente die gleiche Abmessung haben und vom gleichen Typ sein.

4.5.2 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 (O₂) und Kohlendioxid (CO₂) mit einer geeigneten Probenleitung zu verbinden.

4.5.3 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 muss 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.

4.6 Absaugventilator

Am Ende des Abgasrohrs ist ein Absaugventilator zu installieren. Er muss mindestens eine Absaugkapazität 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.

4.7 Messeinrichtung für Rauchentwicklung

4.7.1 Allgemeines

Die optische Dichte des Rauches darf mit zwei unterschiedlichen Messverfahren, wie in 4.7.2 und 4.7.3 beschrieben, gemessen werden. Auch wenn sich die Messprinzipien beider Systeme unterscheiden, konnte gezeigt werden, dass die beiden unterschiedlichen Systeme kein grundsätzlich unterschiedliches Ergebnis erbringen [1].

Bild 8 zeigt eine generelle Anordnung eines optischen Systems.

ANMERKUNG 1 Andere Systeme dürfen benutzt werden, vorausgesetzt, dass ihre Gleichwertigkeit mit den beschriebenen nachgewiesen wurde.

ANMERKUNG 2 Erfahrungsgemäß wird ein Weißlichtsystem empfohlen.

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

4.7.2 Weißlichtsystem

Ein Lichtdämpfungssystem, als Weißlichtausführung, angeordnet mit beweglichen Verbindungen zu den Seitenkanälen des Abgasrohrs muss aus Folgendem bestehen:

- 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 mit einem Durchmesser von mindestens 20 mm zu bündeln. Die Blende 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.4 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.4.2) sauber zu halten. Anstelle eines selbst ansaugenden Systems darf Druckluft verwendet werden.

4.7.3 Laserlichtsystem

Ein 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.4.2) sauber zu halten. Anstelle eines selbst ansaugenden Systems darf Druckluft verwendet werden.

ANMERKUNG Die Optiken sollten regelmäßig besichtigt und wann immer erforderlich, von Rauchrückständen gereinigt werden.

4.8 Ausrüstung zur Analyse der Brandgase

4.8.1 Allgemeines

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

4.8.2 Sauerstoff

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 Reaktionszeit 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.

4.8.3 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.

ANMERKUNG In diesem Dokument spiegelt die Verwendung des Begriffs „Kalibrierung“ die des Begriffs in EN 13823 (SBI-Prüfung). Er wird im allgemeinen Sinn verwendet, in einigen Fällen bezogen auf tatsächliche Kalibrierverfahren, andererseits aber auch in Bezug auf eine Reihe von Überprüfungen, die in anderen Dokumenten auch als Überprüfungen bezeichnet werden.

5.2 Messungen der Strömungsverteilung

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

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

Weitere Informationen wie die Messungen durchzuführen sind werden im [Anhang D](#) gegeben.

ANMERKUNG Der Faktor 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 gleichen Luftstromrate zu messen, die bei der eigentlichen Messung verwendet wird (siehe 6.6). Messungen bei zusätzlichen Strömungseinstellungen sollten durchgeführt und dazu benutzt werden, um die Stetigkeit der Geschwindigkeitsprofilbestimmung im Arbeitsbereich zu zeigen.

5.3 Messung der Probenverzögerungszeit

Gasanalysatoren benötigen eine bestimmte Zeit, um auf Änderungen der Gaskonzentration zu antworten. Dies 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 Änderung der Sauerstoffkonzentration um 0,05 %. Die Verzögerungszeit des Kohlendioxidanalysators ist zu bestimmen als Zeitdifferenz bei einer Änderung der Rohrtemperatur um 3 K und der Änderung der Kohlendioxidkonzentration um 0,02 %.

Die Probenverzögerungszeiten sind zu bestimmen vor der Inbetriebnahme des Prüfgeräts 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:

- a) das Prüfgerät zu überprüfen, einschließlich der erzielten Verbesserungen während der Aufbau- oder Umbauphase;
- b) einen Inbetriebnahmefaktor k_t für die täglichen Messungen zu bestimmen;
- c) die Stabilität des Rauchmesssystems zu überprüfen;
- d) die korrekte Messung des Weißlicht-Messsystems zu überprüfen.

Die Kalibrierungen sind in unterschiedlichen Bereichen der *HRR* durchzuführen. Sie müssen den Bereich der Wärmefreisetzung abdecken, der bei der Brandprüfung von Kabeln und Leitungen erwartet wird, 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, muss das Verfahren nach [Anhang E](#) durchgeführt werden, wobei die Anforderungen eingehalten werden müssen.

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

5.5 Routineüberprüfung

5.5.1 Allgemeines

An jedem Prüftag ist eine Überprüfung mit der Zündquelle nach [EN 60332-3-10](#) durchzuführen. Es ist ein Überprüfungsbrand von mindestens 10 min Dauer auszuführen mit einer Wärmeabgabe des Brenners, die dem Prüfablauf an dem entsprechenden Tag entspricht (d. h. je nachdem 20,5 kW oder 30,0 kW). Die Überprüfung ist ohne Leiter in der Prüfkammer durchzuführen. Über das Ergebnis der Überprüfung ist für jeden Prüftag ein Bericht zu erstellen. Eine Prüfung darf nicht durchgeführt werden, wenn nicht die Kriterien in 5.5.4 eingehalten werden.

ANMERKUNG Siehe [E.2.2](#) und [E.2.4](#) für die tägliche Justierung des Sauerstoff- und Kohlenstoffanalysators

5.5.2 Durchführung

Die Überprüfung ist wie folgt durchzuführen:

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

5.5.3 Berechnungen

Nach der Überprüfung ist unter Benutzung des Inbetriebnahmefaktors k_t und dem E-Faktor für Propan (16,8 MJ/m³) Folgendes zu berechnen:

- die Drift von *HRR*, Sauerstoff und Lichtintensität während der ersten 5 min;
- die mittlere berechnete *HRR* während der letzten 5 min der Brennzeit;
- die Anfangswerte von Sauerstoff-%, Kohlendioxid-%, Lichtintensität und *HRR* als Mittelwert während der ersten Minute der 5 min Grundlinienperiode;
- die Endwert von Sauerstoff-%, Lichtintensität und *HRR* jeweils als Mittelwert während der letzten Minute der Überprüfung;
- die Differenz zwischen Start- und Endwerten von Sauerstoff-%, *HRR* und Lichtintensität.

5.5.4 Kriterien

- Die gemittelte *HRR* während der letzten 5 min der Brennperiode muss innerhalb von $\pm 5 \%$ der Einstellwerte von 20,5 kW oder 30,0 kW sein;
- die Differenz zwischen Start- und Endwert des Sauerstoffs-% muss kleiner als 0,01 % sein (Absolutwert);
- die Differenz zwischen Start- und Endwert der Lichtintensität muss 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 während der 5 min vor Zündung des Brenners muss kleiner als 1 % sein;

- f) die Drift des Sauerstoff-%-werts während der 5 min vor Zündung des Brenners muss kleiner 0,01 % (absoluter Wert) sein;
- g) die Drift der *HRR*-Messung während der 5 min vor Zündung des Brenners muss kleiner 2,0 kW sein.

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

6 Prüfverfahren

6.1 Anfangsbedingungen 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 $(3,5^{+0,1}_0)$ 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

6.4.1 Allgemeines

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

6.4.2 Runde Kabel und Leitungen mit einem Durchmesser größer oder gleich 20,0 mm

Die Anzahl der Prüfstücke, *N*, ergibt sich aus

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

Dabei ist

d_c der gemessene Durchmesser des Kabels oder der Leitung (in Millimeter, gemessen auf eine Dezimalstelle und gerundet auf ganze Millimeter nach [Anhang J](#));

int-Funktion der ganzzahlige Teil des Ergebnisses (d.h. abgerundeter Wert).

6.4.3 Runde Kabel und Leitungen mit einem Durchmesser größer als 5,0 mm aber kleiner als 20,0 mm

Die Anzahl der Prüfstücke, *N*, ergibt sich aus

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

Dabei ist

d_c der gemessene Durchmesser des Kabels oder der Leitung (in Millimeter, gemessen auf eine Dezimalstelle und gerundet auf ganze Millimeter nach [Anhang J](#));