

**DIN EN IEC 60695-9-2
(VDE 0471-9-2)**
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; 29.020

Einsprüche bis 2019-08-14

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60695-9-2
(VDE 0471-9-2):2014-12

Entwurf

**Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr –
Teil 9-2: Flammenausbreitung auf Oberflächen –
Zusammenfassung und Anwendbarkeit der Prüfverfahren
(IEC 89/1469/CDV:2019);
Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 60695-9-2:2019**

Fire hazard testing –
Part 9-2: Surface spread of flame –
Summary and relevance of test methods
(IEC 89/1469/CDV:2019);
German and English version prEN IEC 60695-9-2:2019

Essais relatifs aux risques du feu –
Partie 9-2: Propagation des flammes en surface –
Résumé et pertinence des méthodes d'essai
(IEC 89/1469/CDV:2019);
Version allemande et anglaise prEN IEC 60695-9-2:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-06-14 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

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

Gesamtumfang 85 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN IEC 60695-9-2:2019 „Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 9-2: Flammenausbreitung auf Oberflächen – Zusammenfassung und Anwendbarkeit der Prüfverfahren“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 89/1469/CDV:2019 „Fire hazard testing – Part 9-2: Surface spread of flame – Summary and relevance of test methods“ unverändert in den Entwurf prEN IEC 60695-9-2:2019 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 89 „Fire hazard testing“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 133 „Prüfverfahren zur Beurteilung der Brandgefahr von elektrotechnischen Produkten und Isolierstoffen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnichtsnummer, 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.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60695-9-2 (VDE 0471-9-2):2014-12** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Einleitung wurde hinzugefügt, um Hintergrund und Zusammenhang mit dem Anwendungsbereich zu erläutern;
- b) der Anwendungsbereich wurde modifiziert im Hinblick auf größere Klarheit und Referenzen auf Veröffentlichungen von Sicherheitsgrundnormen;

- c) zahlreiche Begriffe, die für diese Norm relevant sind, wurden zu [Abschnitt 3](#) hinzugefügt;
- d) die Anwendung von „kleinen Teilen“ und „unbedeutender Masse“ wurde eingeführt und verdeutlicht;
- e) die verschiedenen Arten von Prüflingen, die Art ihrer Festlegung und die Einschränkungen des Prüfverfahrens wurden in [Abschnitt 4](#) genauer erläutert;
- f) in [Abschnitt 5](#) wurde der Abstand zur festgelegten Unterlage näher erläutert, falls dieser nicht konkret bekannt ist;
- g) die Informationen aus Abschnitt 6 wurden in das Prüfverfahren (Abschnitt 8) integriert;
- h) die Konditionierung der festgelegten Unterlage und die Umgebungsbedingungen der Prüfung im Labor wurden in Abschnitt 7 näher dargelegt;
- i) die Messung der maximalen Flammenhöhe wurde aus Abschnitt 9 entfernt;
- j) die Verweisung auf diese Prüfung als „GWEPT“ wurde zusammen mit einer entsprechenden Änderung des Titels eingeführt;
- k) Anhang A wurde überarbeitet, um die aktuelle Praxis von wesentlichen Produktkomitees widerzuspiegeln;
- l) die Deutsche Fassung wurde in den [Abschnitten 2 und 3](#) an die aktuellen Standardtexte angepasst.

– Leerseite –

**Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr –
Teil 9-2: Flammenausbreitung auf Oberflächen –
Zusammenfassung und Anwendbarkeit der Prüfverfahren**

Inhalt	Seite
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Zusammenfassung der veröffentlichten Prüfverfahren	9
4.1 Allgemeines	9
4.2 Physikalisches Brandmodell	9
4.3 Kleinbrandprüfungen	9
4.3.1 Horizontale und vertikale 50-W- und 500-W-Brandprüfungen – IEC 60695-11-10 und IEC 60695-11-20	9
4.3.2 Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-21: Prüfflammen – Vertikale Prüfverfahren mit 500-W-Prüfflamme für röhrenförmige Polymerwerkstoffe – IEC TS 60695-11-21 [5]	10
4.3.3 Isolierschläuche – Teil 2: Prüfverfahren, Abschnitt 26: Prüfung der Flammenausbreitung – IEC 60684-2 [7], Abschnitt 26	12
4.3.4 Vertikale Brandprüfung für Kabel – IEC 60332-1 [9]	14
4.3.5 Vertikale Brandprüfung für Kabel – IEC 60332-2 [10]	14
4.3.6 Weich-elastische, polymere Schaumstoffe – Laboratoriumsverfahren zur Bestimmung des horizontalen Brennverhaltens kleiner Probekörper bei Einwirkung einer kleinen Flamme – ISO 3582 [11]	15
4.3.7 Horizontale Brenngeschwindigkeit für Materialien von Kraftfahrzeugen – ISO 3795 [12]	16
4.3.8 Zellkunststoffe – Bestimmung des horizontalen Brennverhaltens kleiner Proben bei kleiner Flamme – ISO 9772 [13]	17
4.3.9 Kunststoffe – Bestimmung des Brandverhaltens von dünnen, biegsamen, vertikal ausgerichteten Probekörpern in Kontakt mit einer kleinen Zündquelle – ISO 9773 [15]	18
4.3.10 Brandausbreitungsgerät – ISO 12136 [16]	19
4.3.11 Kunststoffe – Bestimmung der vertikalen Flammenausbreitung bei Folien und Tafeln – ISO 12992 [27]	20
4.3.12 Vertikale Brandprüfung für Flugzeugwerkstoffe – FAR 25 [29]	21
4.4 Brandprüfungen im mittleren Maßstab	22
4.4.1 Seitliche Flammenausbreitung an Bau- und Verkehrsprodukten – ISO 5658-2 [30]	22
4.4.2 Brandprüfung im mittleren Maßstab der vertikalen Flammenausbreitung ISO 5658-4 [33]	23
4.4.3 Kunststoffe – Prüfungen zum Brandverhalten – Bestimmung der Flammenausbreitungsgeschwindigkeit und der Freisetzung von Verbrennungsprodukten bei vertikal ausgerichteten Probekörpern – ISO 21367 [35]	24
4.5 Brandprüfungen im mittleren Maßstab und Großbrandprüfungen für Kabel	25
4.5.1 Allgemeines	25

	Seite
4.5.2 Vertikale Brandprüfungen für Kabel (Leiter-Prüfungen).....	25
4.5.3 Vertikale Brandprüfung für Kabel – NF C 32-070 [60]	31
4.6 Brandprüfungen im natürlichen Maßstab für Kabel.....	31
4.6.1 Norm für die Prüfung der Flammenausbreitungshöhe für in Schächten vertikal installierter elektrischer und Lichtwellenleiterkabel – UL 1666 [61]	31
4.6.2 Horizontale Prüfung der Flammenausbreitung für Kabel – EN 50289-4-11 [62]	32
5 Übersicht über die Verfahren und Anwendbarkeit der Daten.....	33
Literaturhinweise.....	40
Tabellen	
Tabelle 1 – Merkmale von Brandstadien (ISO 19706:2011)	11
Tabelle 2 – Zusammenfassung und Vergleich der IEC-60332-Vertikal-Leiter-Prüfverfahren [37] ^{a)}	27
Tabelle 3 – Zusammenfassung und Vergleich der Nicht-IEC-Vertikal-Leiter-Prüfverfahren	28
Tabelle 4 – Übersicht über Flammenausbreitungsverfahren	35

Einleitung

Bei der konstruktiven Gestaltung eines elektrotechnischen Erzeugnisses sind das Risiko eines Brands und die mit Bränden verbundenen potenziellen Gefährdungen zu berücksichtigen. Infolge dieses Risikos ist es bei der Bemessung von Bauelementen, Auslegung der Schaltung und Geräte sowie Wahl von Werkstoffen das Ziel, die Wahrscheinlichkeit eines Brands selbst bei vernünftigerweise vorhersehbarer Fehlanwendung bzw. Missbrauch, im Fehlerfall oder beim Ausfall auf ein vertretbares Niveau zu verringern. IEC 60695-1-10, IEC 60695-1-11 [1] und IEC 60695-1-12 [2] bieten Anleitungen, wie das zu bewerkstelligen ist.

Brände, an denen elektrotechnische Erzeugnisse beteiligt sind, können auch durch externe, nichtelektrische Zündquellen verursacht werden. Derartige Überlegungen werden in der Gesamtbewertung zur Brandgefahr angestellt.

Das Ziel der IEC 60695-Schriftenreihe ist es, durch Verringerung der Anzahl von Bränden oder durch Reduzierung der Brandfolgen Leben zu retten und Sachschäden zu vermeiden. Dies kann wie folgt erreicht werden:

- durch den Versuch, die Entzündung durch mit elektrischer Energie versorgte Bauteile zu vermeiden und, für den Fall der Entzündung, die Eingrenzung jeglicher resultierender Brände auf die Gehäusegrenzen des elektrotechnischen Erzeugnisses;
- durch den Versuch, die Flammenausbreitung über die Gehäusegrenzen hinaus zu verringern und die schädlichen Auswirkungen der Brandgase, einschließlich Hitze, Rauch und toxische oder korrosive Verbrennungsprodukte, zu verringern.

Die Brandgefahr nimmt mit zunehmender brennbarer Fläche zu und führt in einigen Fällen zu Flashover und einem vollständig entwickelten Brand. Dies ist ein typisches Brandszenario in Gebäuden. Es ist deshalb nützlich, das Tempo und Ausmaß der Flammenausbreitung an der Oberfläche zu messen.

Dieser Teil der IEC 60695-9 beschreibt Prüfverfahren zur Flammenausbreitung an der Oberfläche zur allgemeinen Anwendung, um elektrotechnische Produkte oder Materialien, die in elektrotechnischen Produkten verwendet werden, zu beurteilen. Er bildet einen Teil der Normenreihe IEC 60695-9, die den Produktkomitees, die Prüfverfahren zur Flammenausbreitung an der Oberfläche in ihre Produktnormen aufnehmen möchten, als Leitfaden dient.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60695-9 enthält eine Zusammenfassung von veröffentlichten Prüfverfahren zur Bestimmung der Flammenausbreitung an der Oberfläche von elektrotechnischen Produkten oder deren Materialien.

Er stellt den aktuellen Stand der Technik der Prüfverfahren vor und beinhaltet, soweit verfügbar, besondere Erkenntnisse zu ihrer Relevanz und Verwendung.

Die Liste der Prüfverfahren sollte nicht als vollständig betrachtet werden. Testmethoden, die nicht durch IEC/TC 89 entwickelt wurden, sollten nur durch IEC/TC 89 angewendet werden, wenn es ausdrücklich festgelegt wird.

Diese Zusammenfassung kann nicht anstatt von veröffentlichten Normen, welche die einzigen zulässigen Referenzdokumente sind, verwendet werden.

Diese Sicherheitsgrundnorm richtet sich an Technische Komitees, die Normen nach den in IEC Guide 104 und ISO/IEC Guide 51 dargelegten Grundsätzen erarbeiten.

Es liegt in der Verantwortung eines Technischen Komitees, wann immer möglich, bei der Erarbeitung der in den eigenen Arbeitsbereich fallenden Normen, die Anforderungen der Sicherheitsgrundnormen zu übernehmen. Die Anforderungen, Prüfverfahren und Prüfbedingungen dieser Sicherheitsgrundnorm gelten nicht, sofern nicht besonders auf sie verwiesen wurde oder sie in die entsprechenden Publikationen aufgenommen wurden.

2 Normative Verweisungen

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

IEC60695-1-10, *Fire hazard testing – Part 1-10: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products - General guidelines.*

IEC 60695-4:2012, *Fire hazard testing – Part 4: Terminology concerning fire tests for electrotechnical products*

IEC 60695-9-1, *Fire hazard testing – Part 9-1: Surface spread of flame – General guidance*

IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

ISO 13943:2017, *Fire Safety – Vocabulary*

ISO 19706:2011, *Guidelines for assessing the fire threat to people.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach **IEC 60695-4:2012** und ISO 13943:2017 und, beziehungsweise die folgenden Begriffe“

3.1

Abbrandlänge

maximale Ausdehnung der verbrannten Fläche in einer festgelegten Richtung

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Abbrandlänge wird üblicherweise in Meter (m) angegeben.

Anmerkung 2 zum Begriff: Vgl. *beschädigte Länge* (3.5).

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.37]

3.2

Länge der Verkohlung

Länge des verkohlten Bereiches

Anmerkung 1 zum Begriff: Vgl. *Abbrandlänge* (3.1) und *beschädigte Länge* (3.5).

Anmerkung 2 zum Begriff: In einigen Normen wird die Länge der Verkohlung durch ein festgelegtes Prüfverfahren ermittelt.

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.49]

3.3

brennbarer Stoff

Stoff, der *brennen* (3.4) kann

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.53]

3.4

Verbrennung

exotherme Reaktion eines Stoffs mit einem Oxidationsmittel

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Verbrennung werden flüchtige Verbrennungsprodukte freigesetzt; im Allgemeinen treten dabei *Flammen* (3.14) und/oder Glühen auf.

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.55]

3.5

beschädigte Länge

maximale Ausdehnung der beschädigten Fläche in einer festgelegten Richtung

Anmerkung 1 zum Begriff: Vgl. *Länge der Verkohlung* (3.3) und *Abbrandlänge* (3.1)

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.73]

3.6

Feuer

(allgemein) *Verbrennungsvorgang* (3.5), der durch die Freisetzung von Wärme und flüchtigen Verbrennungsprodukten charakterisiert und gewöhnlich durch Rauch, *Flammen* (3.14), Glühen oder einer Kombination von diesen begleitet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: In der englischen Sprache wird der Begriff „fire“ benutzt, um drei unterschiedliche Konzepte zu beschreiben. Zwei dieser Konzepte beziehen sich auf selbständige Verbrennungsprozesse unterschiedlicher Art und werden sowohl in der französischen als auch in der deutschen Sprache durch zwei verschiedene Begriffe (Deutsch: „Feuer“ und „Brand“) gekennzeichnet.

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.114]

3.7

Feuer

(kontrollierte) selbständige *Verbrennung* (3.5), die absichtlich in Gang gesetzt worden ist, um nützliche Effekte zu bewirken, und die in Bezug auf die Dauer und Ausdehnung begrenzt ist

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.115]

3.8

Brand

(unkontrolliert) selbständige *Verbrennung* (3.5), die nicht absichtlich in Gang gesetzt worden ist, um nützliche Effekte zu bewirken, und die in Bezug auf die Dauer und Ausdehnung nicht begrenzt ist

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.116]

3.9

Brandgefahr

Potenzial eines Schadens in Verbindung mit *Feuer* (3.8)

Anmerkung 1 zum Begriff: Alternativ kann Brandgefahr ein physikalisches Merkmal oder eine physikalische Bedingung mit einem Potenzial für unerwünschte Folgen eines Brands sein.

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.131]

3.10

Brandszenario

qualitative Beschreibung des *Brandverlaufs* (3.10) mit Zeitangaben für Schlüsselereignisse, die den untersuchten Brand charakterisieren und von anderen möglichen Bränden unterscheiden

Anmerkung 1 zum Begriff: Es beschreibt üblicherweise den *Entzündungs-* (3.22) und Wachstumsprozess eines Brands, sowie seine *Vollbrandphase* (3.20) und seine Abnahme in Zusammenhang mit der Umgebung und den Systemen, die den Brandverlauf beeinflussen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Gegensatz zur deterministischen Brandanalyse, bei der Brandszenarien einzeln ausgewählt und als Bemessungsbrandszenario verwendet werden, kommen Brandszenarien bei der Beurteilung des Brandrisikos als repräsentative Brandszenarien innerhalb von Brandszenariengruppen zum Einsatz.

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.152, modifiziert durch Entfernen der nicht relevanten Anmerkung 1]

3.11

Flamme

Bereich, in welchem ein schneller, in der Gasphase unterhalb der Schallgeschwindigkeit ablaufender, sich selbst erhaltender *Verbrennungsvorgang* (3.5) abläuft, üblicherweise unter Lichtemission

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.159 – modifiziert durch Hinzufügen von „Bereich, in welchem ein“]

3.12

Flammenfront

Grenze der Flammenzone an der Oberfläche eines Materials oder Fortschreiten der Flammenzone innerhalb eines Gasgemisches

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.162]

3.13

Flammenausbreitung

Ausbreitung einer *Flammenfront* (3.15)

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.168]

3.14

Flammenausbreitungsgeschwindigkeit

VERALTET: Abbrand

VERALTET: Abbrandgeschwindigkeit

von einer *Flammenfront* (3.15) unter festgelegten Bedingungen je Zeiteinheit zurückgelegte Strecke

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Flammenausbreitungsgeschwindigkeit wird üblicherweise in Meter je Sekunde ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) angegeben.

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.169]

3.15

Überschlag

(Brandphase) Übergang zu einer Brandphase, in der die gesamte Oberfläche der brennbaren Stoffe in einem geschlossenen Raum am *Brand* (3.10) beteiligt ist

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.184]

3.16

Vollbrand

Brandphase, in der alle in einem Raum vorhandenen brennbaren Stoffe am *Brand* (3.6) beteiligt sind

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.192]

3.17

Wärmefreisetzungsrate

VERALTET: Abbrand

VERALTET: Abbrandgeschwindigkeit

Geschwindigkeit, mit der eine bestimmte Wärmemenge bei der *Verbrennung* (3.4) freigesetzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Wärmefreisetzungsrate wird üblicherweise in Watt (W) angegeben.

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.206]

3.18

Entzündung

VERALTET: anhaltende Flammenbildung

(allgemein) Einleitung der *Verbrennung* (3.4)

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.217]

3.19

Zündquelle

Energiequelle, die verwendet wird, um die *Verbrennung* (3.5) einzuleiten

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.219]

3.20

Brandprüfung im mittleren Maßstab

Brandprüfung an einem Probekörper mit mittelgroßen Abmessungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Brandprüfungen an Probekörpern mit Höchstmaßen zwischen 1 m und 3 m werden üblicherweise als Brandprüfungen im mittleren Maßstab bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die in Anmerkung 1 zum Begriff genannten Maße beziehen sich für gewöhnlich auf die Brandverhaltensprüfung und nicht auf die Feuerwiderstandsprüfung.

Anmerkung 3 zum Begriff: ISO 29903 betrachtet mittelgroße Abmessungen als Höchstmaße zwischen 1 m und 3 m.

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.233]

3.21

Großbrandprüfung

Brandprüfung an einem Probekörper mit großen Abmessungen, die nicht in einer typischen Laborprüfkammer durchgeführt werden kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Brandprüfungen an Probekörpern mit Abmessungen, die größer als 3 m sind, werden üblicherweise als Großbrandprüfungen bezeichnet.

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.239]

3.22

Brandprüfung im mittleren Maßstab

Brandprüfung an einem Probekörper mit kleinen bis mittelgroßen Abmessungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Brandprüfungen an Probekörpern mit Höchstmaßen zwischen 0,5 m und 1,0 m werden üblicherweise als Brandprüfungen im mittleren Maßstab bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die in Anmerkung 1 zum Begriff genannten Maße beziehen sich für gewöhnlich auf die Brandverhaltensprüfung und nicht auf die Feuerwiderstandsprüfung, bei der ein Höchstmaß von 1 m einer Prüfung im Kleinmaßstab entspricht.

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.269]

3.23

Pyrolyse

durch Wärme erzeugte chemische Zersetzung eines Werkstoffs

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Pyrolyse“ bezieht sich oft auf das Stadium eines *Brands* (3.8) vor Beginn der Verbrennung mit Flammenerscheinung.

Anmerkung 2 zum Begriff: Unter Brandfachleuten werden keine Annahmen zum Vorhandensein oder Nicht-Vorhandensein von Sauerstoff getroffen.

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.316]

3.24

Brandprüfung im natürlichen Maßstab

Brandprüfung, die eine bestimmte Anwendung nachstellt, wobei die tatsächliche Größe, Einbauweise, Anwendung und die reale Umgebung simuliert werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Derartige Brandprüfungen bedingen üblicherweise, dass die Produkte entsprechend den Herstellerangaben und/oder entsprechend der üblichen Praxis verwendet werden.

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.325]

3.25

Steigleitung

Kabel, das vertikal zwischen den Etagen eines Gebäudes verläuft

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies ist ein Begriff, der überwiegend in Nordamerika verwendet wird.

3.26

Kleinbrandprüfung

Brandprüfung an einem Probekörper mit kleinen Abmessungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Es gibt keine klare Obergrenze für die Maße des Probekörpers in einer Kleinbrandprüfung. In manchen Fällen wird eine Brandprüfung an einem Probekörper mit einem Höchstmaß kleiner als 1 m als Kleinbrandprüfungen bezeichnet. Eine Brandprüfung an einem Probekörper mit Höchstmaßen zwischen 0,5 m und 1,0 m wird jedoch häufig als Brandprüfung im mittleren Maßstab bezeichnet.

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.346]

3.27

Flammenausbreitung an der Oberfläche

Ausbreitung einer Flamme (3.17), ausgehend von der Zündquelle (3.22), über die Oberfläche einer Flüssigkeit oder eines Feststoffs

[QUELLE: ISO 13943: 2017, Definition 3.378]

4 Zusammenfassung der veröffentlichten Prüfverfahren

4.1 Allgemeines

Diese Zusammenfassung ersetzt nicht die veröffentlichten Normen, die als Referenzdokumente alleinige Gültigkeit besitzen.

In den Fällen, bei denen die Brandprüfungen noch nicht festgelegt sind und die Notwendigkeit besteht, diese für die besonderen Zwecke eines Technischen Komitees der IEC zu erarbeiten oder abzuändern, muss das, wie durch IEC Guide 104 vorgegeben, in enger Zusammenarbeit mit dem entsprechenden Technischen Komitee der IEC erfolgen. Das (die) ausgewählte(n) Prüfverfahren muss (müssen) für das betreffende Brandszenario relevant sein. IEC 60695-1-10 bietet Anleitung zur Auswahl und Relevanz der Brandprüfungen für elektrotechnische Produkte.

IEC 60695-9-1 enthält einen allgemeinen Leitfaden zu Prüfung der Flammenausbreitung an der Oberfläche von elektrotechnischen Produkten.

4.2 Physikalisches Brandmodell

Flammenausbreitung ist keine Eigenschaft eines Werkstoffs oder Produkts, sondern ist stark von den Bedingungen abhängig, unter denen der Werkstoff oder das Produkt brennt. Die verschiedenen Faktoren, die die Flammenausbreitung beeinflussen, werden in IEC 60695-9-1 behandelt.

Der Nachweis, dass die Prüfbedingungen, welche für ein genormtes Prüfverfahren (das physikalische Brandmodell) zur Nachbildung der gewünschten Phase eines realen Brands definiert sind, ist wichtig. ISO hat in ISO 19706:2011 eine allgemeine Klassifikation von Brandstadien veröffentlicht, die als Tabelle 1 dargestellt wird.

4.3 Kleinbrandprüfungen

4.3.1 Horizontale und vertikale 50-W- und 500-W-Brandprüfungen – IEC 60695-11-10 und IEC 60695-11-20

4.3.1.1 Zweck und Grundlagen

IEC 60695-11-10 [3]¹ ist eine Prüfung mit einer 50-W-Flamme. IEC 60695-11-20 [4] ist eine Prüfung mit einer 500-W-Flamme. Diese Tests beziehen sich auf feste elektrische Isolierstoffe und sollen erste Erkenntnisse von deren Verhalten bei Kontakt mit einer Zündquelle ergeben. Durch die Resultate kann die Gleichmäßigkeit von Materialeigenschaften überprüft werden, und sie geben einen Hinweis auf die Fortschritte bei der Entwicklung von Flammenschutzmitteln für Isolierwerkstoffe. Die Ergebnisse liefern auch einen relativen Vergleich und eine Klassifizierung von Isolierwerkstoffen.

4.3.1.2 Probekörper

Die verhältnismäßig kleinen Proben sind 125 mm lang, 13 mm breit und bis zu 13 mm dick.

4.3.1.3 Prüfverfahren

Diese Tests betreffen die Anwendung einer Zündquelle an einer horizontalen oder vertikalen Probe und die Ermittlung der linearen Brandrate (HB-Klassifizierung) und der vertikalen Flammenausbreitung (V-Klassifizierung).

¹ Zahlen in rechteckigen Klammern verweisen auf die Literaturhinweise.

4.3.1.4 Wiederholpräzision und Vergleichspräzision

Daten sind in IEC 60695-11-10, Anhänge A und B, sowie IEC 60695-11-20, Anhang A, enthalten.

4.3.1.5 Bedeutung der Prüfdaten

Diese Prüfverfahren werden zur Bewertung von Materialien genutzt. Die Prüfverfahren stellen Klassifizierungen zur Verfügung, die zur Qualitätssicherung, bei der Materialvorauswahl für Gerätekomponenten oder beim Nachweis der Mindestanforderungen für die Klassifizierung der Entflammbarkeit von Materialien in Enderzeugnissen Verwendung finden können. Sie sind nicht zulässig zur Bestimmung des Brandverhaltens und des Brandrisikos von vollständigen Anlagen, da die Abmessungen der Isolierung, das Design und der Wärmetransport zu angrenzenden Metallteilen das Brennverhalten von elektrischen Isoliermaterialien wesentlich beeinflussen.

4.3.2 Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-21: Prüfflammen – Vertikale Prüfverfahren mit 500-W-Prüfflamme für röhrenförmige Polymerwerkstoffe – IEC TS 60695-11-21 [5]

4.3.2.1 Zweck und Grundlagen

Diese technische Spezifikation beschreibt ein „bestanden/nicht bestanden“-Laborverfahren einer Kleinbrandprüfung, das auf dem vergleichbaren Brennverhalten von röhrenförmigen Polymerwerkstoffen beruht. Eine Flamme wird auf Probekörper, die in der vertikalen Position und von einem Draht oder Dorn gestützt werden, angewandt. Nach Entfernen der Prüfflamme werden die Erlöschungsdauern und das Brennverhalten bestimmt.

Tabelle 1 – Merkmale von Brandstadien (ISO 19706:2011)

Brandstadium	Wärmestromdichte der Oberfläche des Brennstoffs kW/m ²	Maximale Temperatur °C		Sauerstoffvolumen %		Brennstoff/Luft- Äquivalenzverhältnis (Plume)	$\frac{[\text{CO}]}{[\text{CO}_2]}$ v/v	$\frac{100 \times [\text{CO}_2]}{([\text{CO}_2] + [\text{CO}])}$ % Nutzeffekt
		Oberfläche des Brennstoffs	Obere Lage	Eingeschlossen	Abgeleitet			
1. Ohne Flammenbildung								
a. Selbsterhaltend (Schwelen)	Nicht anwendbar	450 bis 800	25 bis 85 ^d	20	20	—	0,1 bis 1	50 bis 90
b. Oxidative Pyrolyse durch äußere Bestrahlung	—	300 bis 600 ^a	b	20	20	< 1	c	c
c. Anaerobe Pyrolyse durch äußere Bestrahlung	—	100 bis 500	b	0	0	> 1	c	c
2. Gut belüftete Flammenbildung ^d	0 bis 60	350 bis 650	50 bis 500	≈ 20	≈ 20	< 1	< 0,05 ^a	> 95
3. Schlecht belüftete Flammenbildung ^f								
a. Kleine, örtlich begrenzte Feuer, üblicherweise in einem schlecht belüfteten Brandabschnitt	0 bis 30	300 bis 600 ^a	50 bis 500	15 bis 20	5 bis 10	> 1	0,2 bis 0,4	70 bis 80
b. Brand nach dem Flashover	50 bis 150	350 bis 650 ^g	> 600	< 15	< 5	> 1 ^h	0,1 bis 0,4 ⁱ	70 bis 90

^a Bei einem gegebenen brennbaren Material ist der obere Grenzwert kleiner als der für gut ventilierte Verbrennung mit Flammenbildung.

^b Die Temperatur in der oberen Lage des Brandraums wird höchstwahrscheinlich durch die Quelle der äußeren Bestrahlung und die Geometrie des Raums bestimmt.

^c Es gibt wenige Daten; aber für die Pyrolyse wird angenommen, dass dieses Verhältnis in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung des Materials und der örtlichen Belüftung sowie den thermischen Bedingungen stark variiert.

^d Der Sauerstoffverbrauch des Brands ist gering im Vergleich zur Sauerstoffmenge im Raum oder der Zuluft, die Flammenspitze liegt unterhalb der oberen Ebene des heißen Gases, oder die obere Ebene ist noch nicht maßgeblich beeinträchtigt, um den CO-Ertrag signifikant zu erhöhen, die Flammen sind noch nicht durch den Kontakt mit einem anderen Objekt abgeflacht, und die Abbrandrate ist gesteuert durch die Brennstoffzufuhr.

^e Das Verhältnis darf für feuerwiderstandsfähige Materialien eine Größenordnung höher sein. Bei diesem Verhältnis gibt es für Äquivalenzverhältnisse bis ≈ 0,75 keinen deutlichen Anstieg. Zwischen ≈ 0,75 und 1 kann es zu einer gewissen Zunahme dieses Verhältnisses kommen.

^f Der Sauerstoffbedarf des Brands wird durch die Öffnung(en) der Belüftung begrenzt; die Flammen reichen bis in die obere Lage.

^g Ähnlich wie bei gut belüfteter Flammenbildung.

^h Das Plume-Äquivalenzverhältnis wurde nicht gemessen; die Nutzung eines pauschalen Äquivalenzverhältnisses ist ungeeignet.

ⁱ Beispiele von niedrigeren Verhältnissen wurden gemessen. Diese resultieren im Allgemeinen aus der sekundären Verbrennung außerhalb der Raumentlüftung.

^a Bei einem gegebenen brennbaren Material ist der obere Grenzwert kleiner als der für gut ventilierte Verbrennung mit Flammenbildung.

^b Die Temperatur in der oberen Lage des Brandraums wird höchstwahrscheinlich durch die Quelle der äußeren Bestrahlung und die Geometrie des Raums bestimmt.

^c Es gibt wenige Daten; aber für die Pyrolyse wird angenommen, dass dieses Verhältnis in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung des Materials und der örtlichen Belüftung sowie den thermischen Bedingungen stark variiert.

^d Der Sauerstoffverbrauch des Brands ist gering im Vergleich zur Sauerstoffmenge im Raum oder der Zuluft, die Flammenspitze liegt unterhalb der oberen Ebene des heißen Gases, oder die obere Ebene ist noch nicht maßgeblich beeinträchtigt, um den CO-Ertrag signifikant zu erhöhen, die Flammen sind noch nicht durch den Kontakt mit einem anderen Objekt abgeflacht, und die Abbrandrate ist gesteuert durch die Brennstoffzufuhr.

^e Das Verhältnis darf für feuerwiderstandsfähige Materialien eine Größenordnung höher sein. Bei diesem Verhältnis gibt es für Äquivalenzverhältnisse bis ≈ 0,75 keinen deutlichen Anstieg. Zwischen ≈ 0,75 und 1 kann es zu einer gewissen Zunahme dieses Verhältnisses kommen.

^f Der Sauerstoffbedarf des Brands wird durch die Öffnung(en) der Belüftung begrenzt; die Flammen reichen bis in die obere Lage.

^g Ähnlich wie bei gut belüfteter Flammenbildung.

^h Das Plume-Äquivalenzverhältnis wurde nicht gemessen; die Nutzung eines pauschalen Äquivalenzverhältnisses ist ungeeignet.

ⁱ Beispiele von niedrigeren Verhältnissen wurden gemessen. Diese resultieren im Allgemeinen aus der sekundären Verbrennung außerhalb der Raumentlüftung.

4.3.2.2 Probekörper

Probekörper sind mindestens 450 mm lange Proben von röhrenförmigen Polymerwerkstoffen.

4.3.2.3 Prüfverfahren

Es wird ein Brenner verwendet, der IEC 60695-11-3 [6], Verfahren A, entspricht. Dieser liefert eine vorge-mischte Methan-Flamme mit einer Nennleistung von 500 W.

Der Probekörper wird von einem Draht oder Dorn gesichert und so platziert, dass seine Längsachse vertikal ist. Ein Sichtzeichen wird am Probekörper, dessen Unterkante (250 ± 2) mm über dem Punkt liegt, an dem der blaue innere Kegel der Prüf Flamme den Probekörper berührt, angebracht. Eine flache horizontale Unterlage aus Baumwolle wird unter dem Probekörper platziert.

Die Flamme wird ($15 \pm 0,5$) s lang auf die Seite des Probekörpers an einem Punkt in der Nähe der Unterkante angehalten. Anschließend wird sie ($15 \pm 0,5$) s lang entfernt. Die Brenndauer, t , wird festgehalten. Der Vorgang wird wiederholt, bis der Probekörper fünfmal der Prüf Flamme ausgesetzt wurde. Wenn die Flammenbildung nach der vorigen Anwendung der Prüf Flamme länger als 15 s am Probekörper anhält, wird die Prüf Flamme nicht wieder angewandt, bis die Flammenbildung am Probekörper von alleine endet. Die Prüf Flamme wird erneut angehalten, sobald die Flammenbildung am Probekörper endet.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn die folgenden drei Kriterien auf alle drei Probekörper anwendbar sind. Diese sind:

- a) der Probekörper brennt nach jeder der fünf 15 s dauernden Anwendungen der Prüf Flamme nicht länger als 60 s;
- b) brennendes Material des Probekörpers entzündet nicht die Baumwollunterlage; und
- c) das Sichtzeichen wird während, zwischen oder nach den fünf Anwendungen der Prüf Flamme zu höchstens 25 % beschädigt.

4.3.2.4 Wiederholpräzision und Vergleichspräzision

Es liegen keine Angaben vor.

4.3.2.5 Bedeutung der Prüfdaten

Das Prüfverfahren kann dazu genutzt werden, das Brennverhalten röhrenförmiger Polymerwerkstoffe zu vergleichen. Es kann für den Vergleich der relativen Leistung von Werkstoffen, zur Unterstützung der Werkstoffauswahl sowie zum Zweck der Qualitätskontrolle und der Qualitätssicherung verwendet werden.

Es soll nicht für den Vergleich des Brennverhaltens von Draht- oder Kabelprodukten oder Kabelführungs-systemen verwendet werden.

4.3.3 Isolierschläuche – Teil 2: Prüfverfahren, Abschnitt 26: Prüfung der Flammenausbreitung – IEC 60684-2 [7], Abschnitt 26

4.3.3.1 Zweck und Grundlagen

Hier folgend werden drei Laborverfahren von Kleinbrandprüfungen mit verschiedenen Prüfschärfen zur Bestimmung des Brennverhaltens von Isolierschläuchen. Bei den Verfahren A und B handelt es sich um vertikale Brandprüfungen. Im Rahmen von Verfahren C wird eine Probe in einem Winkel von 20° zur Vertikalen geprüft.

ANMERKUNG IEC 60684-3 [8] legt fest, welche Prüfung für einen bestimmten Schlauchtyp oder eine bestimmte Schlauchqualität angewendet werden sollte.

4.3.3.2 Verfahren A

4.3.3.2.1 Probekörper

Die Probekörper sind mindestens 450 mm lang. Schrumpfschläuche werden vor der Prüfung wiederhergestellt. Der Innendurchmesser der Schläuche beträgt höchstens 10 mm.

ANMERKUNG Bei Schrumpfschläuchen entspricht dieses Maß dem festgelegten wiederhergestellten Innendurchmesser.

4.3.3.2.2 Prüfverfahren

Die Prüfungen werden in Übereinstimmung mit IEC TS 60695-11-21 durchgeführt, nur dass die Wärmequelle den Festlegungen aus Abschnitt 26.3 der Norm entspricht.

4.3.3.3 Verfahren B

4.3.3.3.1 Probekörper

Die Probekörper sind etwa 600 mm lang (im Fall von Schrumpfschläuchen wiederhergestellt) und werden auf 900 mm langen Stahldrähten gestützt. Zur Vermeidung einer Kaminwirkung werden die Schläuche am oberen Ende geschlossen.

4.3.3.3.2 Prüfverfahren

Die Prüfungen werden in Übereinstimmung mit IEC TS 60695-11-21 durchgeführt, nur dass die Wärmequelle den Festlegungen aus Abschnitt 26.3 der Norm entspricht.

4.3.3.4 Verfahren C

4.3.3.4.1 Probekörper

Die Probekörper sind etwa 560 mm lang (im Fall von Schrumpfschläuchen wiederhergestellt) und werden auf 800 mm langen Stahldrähten gestützt. Zur Vermeidung einer Kaminwirkung werden die Schläuche am oberen Ende geschlossen.

4.3.3.4.2 Prüfverfahren

Die Wärmequelle entspricht den Festlegungen aus Unterabschnitt 26.3 der Norm. Ein Sichtzeichen wird am Probekörper, dessen Unterkante (250 ± 2) mm von dem Punkt entfernt ist, an dem der blaue innere Kegel der Prüfflamme den Probekörper berührt, angebracht. Eine Unterlage aus Baumwolle wird nicht verwendet.

Der Probekörper wird so gestützt, dass er in einem Winkel von 20° zur Vertikalen geneigt ist, und die Flamme wird in einem Winkel von 45° auf den Probekörper angewandt. Die Flamme wird 15 s lang auf die Seite des Probekörpers an einem Punkt in der Nähe der Unterkante angewandt. Die Nachbrenndauer sowie die Länge des verbrannten Probekörpers werden festgehalten.

4.3.3.5 Wiederholpräzision und Vergleichspräzision

Es liegen keine Angaben vor.

4.3.3.6 Bedeutung der Prüfdaten

Diese Prüfverfahren werden verwendet, um zu bestimmen, ob Produkte den Festlegungen von IEC 60684-3 entsprechen. Sie können auch zum Zweck der Qualitätskontrolle und der Qualitätssicherung verwendet werden.

4.3.4 Vertikale Brandprüfung für Kabel – IEC 60332-1 [9]

4.3.4.1 Zweck und Grundlagen

Dieses Prüfverfahren beschreibt den Test an einzelnen vertikalen Aderleitungen, Kabeln oder LWL-Kabeln unter Brandbedingungen. Teil 1-1 beschreibt die Prüfeinrichtung. Teil 1-2 beschreibt das Prüfverfahren. Die verkohlte Länge einer vertikal angeordneten Probe, die durch eine 1-kW-vorgemischte Flamme in einer geeigneten Kammer beflammt wird, wird gemessen. Die Norm enthält in einem informativen Anhang die empfohlenen Anforderungen zum Gebrauch, wenn diese nicht im Kabel-Produktstandard enthalten sind. Teil 1-3 ist ein Verfahren zur Bestimmung von entflammten Tropfen oder Partikeln.

Diese Methode ist nicht geeignet zum Testen von kleinen einzelnen isolierten Adern oder Kabeln mit weniger als 0,5 mm² Querschnittsfläche, da die Ader vor Testende schmilzt, oder zum Testen von kleinen LWL-Kabeln, da die Kabel vor Testende brechen, siehe Abschnitt 4.1.3.

ANMERKUNG Die entsprechenden EN-Normen sind EN 60332-1-1, EN 60332-1-2 und EN 60332-1-3.

4.3.4.2 Probekörper

Die Proben bestehen aus einem 600 mm ± 25 mm langen Stück fertiger Aderleitung oder Kabel.

4.3.4.3 Prüfverfahren

Die Probe wird durch zwei Laborklemmen in einer vertikalen Position innerhalb eines dreiseitigen metallischen Schirms gehalten. Ein kalibrierter Brenner wird zur Entzündung der Probe verwendet. Die ununterbrochene Beflammungsdauer ist abhängig vom Außendurchmesser der Probe. Die beschädigte Länge der Probe wird anschließend notiert.

4.3.4.4 Wiederholpräzision und Vergleichspräzision

Es liegen keine Erkenntnisse über das Vorhandensein von Daten vor.

4.3.4.5 Bedeutung der Prüfdaten

Diese Methode bestimmt das Ausmaß des vertikalen Brennens einer einzelnen Aderleitung oder eines einzelnen Kabels durch das Messen der beschädigten Länge.

Durch die Verwendung einer isolierten Ader oder eines Kabels, die die Flammenausbreitung hemmt und den Anforderungen dieser Norm entspricht, kann nicht angenommen werden, dass sie die Flammenausbreitung unter allen Einbaubedingungen verhindert. Zwei Beispiele für solche Bedingungen sind:

- a) senkrechte Strecken gebündelter oder gebundener Kabel;
- b) potenzielle Zündquellen, die verglichen mit der Testmethode eine größere thermische Einwirkung auslösen.

Wo immer das Risiko einer Flammenausbreitung hoch ist, sollten spezielle Vorsichtsmaßnahmen ergriffen werden.

4.3.5 Vertikale Brandprüfung für Kabel – IEC 60332-2 [10]

4.3.5.1 Zweck und Grundlagen

Dieses Prüfverfahren beschreibt den Test an kleinen Aderleitungen unter Brandbedingungen, wenn die vertikale Brandprüfung nach IEC 60332-1 nicht geeignet ist, siehe Abschnitt 4.1.2.1. Teil 2-1 beschreibt die Prüfeinrichtung. Teil 2-2 beschreibt das Prüfverfahren. Die verkohlte Länge einer vertikal angeordneten Probe, die durch eine Diffusionsflamme mit einer Länge von 125 mm ± 25 mm in einer luftzugfreien Kammer

beflammt wird, wird gemessen. Die Norm enthält in einem informativen Anhang die empfohlenen Anforderungen zum Gebrauch, wenn diese nicht im Kabel-Produktstandard enthalten sind.

ANMERKUNG Die entsprechende EN-Normen sind [EN 60332-2-1](#) und [EN 60332-2-2](#).

4.3.5.2 Probekörper

Die Proben bestehen aus einem $600 \text{ mm} \pm 25 \text{ mm}$ langen Stück Kupferader oder Kabel oder LWL-Kabel.

4.3.5.3 Prüfverfahren

Die Probe wird durch zwei Laborklemmen in einer vertikalen Position innerhalb eines dreiseitigen metallischen Schirms gehalten. Eine Last von 5 N je mm^2 der Leiterfläche wird am unteren Ende der Probe angebracht. Ein kalibrierter Brenner wird zur Entzündung der Probe verwendet. Die ununterbrochene Beflammungsdauer beträgt maximal 20 s. Die beschädigte Länge des Probekörpers wird anschließend notiert.

4.3.5.4 Wiederholpräzision und Vergleichspräzision

Es liegen keine Erkenntnisse über das Vorhandensein von Daten vor.

4.3.5.5 Bedeutung der Prüfdaten

Diese Methode bestimmt das Ausmaß des vertikalen Brennens durch das Messen der beschädigten Länge.

Durch die Verwendung einer isolierten Ader oder eines Kabels oder eines LWL-Kabels, das die Flammenausbreitung hemmt und den Anforderungen dieser Norm entspricht, kann nicht angenommen werden, dass es die Flammenausbreitung unter allen Einbaubedingungen verhindert. Wo immer das Risiko einer Flammenausbreitung hoch ist, z. B. in langen vertikalen Strecken gebündelter Kabel, sollten entsprechende Vorkehrungen beim Einbau getroffen werden. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass, weil Kabelproben den Anforderungen dieser Norm entsprechen, Kabelbündel sich in ähnlicher Weise verhalten.

4.3.6 Weich-elastische, polymere Schaumstoffe – Laboratoriumsverfahren zur Bestimmung des horizontalen Brennverhaltens kleiner Probekörper bei Einwirkung einer kleinen Flamme – ISO 3582 [\[11\]](#)

4.3.6.1 Zweck und Grundlagen

Dabei handelt es sich um ein Durchmusterungsverfahren für kleine Laboratorien zum Vergleich des relativen horizontalen Brennverhaltens von kleinen Probekörpern aus weich-elastischen Schaumstoffwerkstoffen bei Einwirkung einer kleinen Flamme.

4.3.6.2 Probekörper

Die Probekörper sind $(150 \pm 1) \text{ mm}$ lang und $(50 \pm 1) \text{ mm}$ breit. Die Dicke beträgt mindestens 5 mm und höchstens 13 mm. Es werden zehn Probekörper bewertet.

4.3.6.3 Prüfverfahren

Es wird ein Laborbrenner mit Breitbrenneraufsatz verwendet. Sein Innendurchmesser beträgt $(9,5 \pm 0,5) \text{ mm}$. Es wird ein Brenngas auf Kohlenwasserstoffbasis, z. B. Propan, verwendet. Die Flamme wird durch ihre Größe und Temperatur definiert. Der Brenner und der Gasdruck werden so eingestellt, dass sich $(13 \pm 1) \text{ mm}$ über dem Breitbrenneraufsatz eine blaue Flamme mit einer Temperatur von $(1\,000 \pm 100) ^\circ\text{C}$ bildet. Es wird festgelegt, dass der sichtbare Teil der Flamme $(38 \pm 1) \text{ mm}$ ist und einen inneren Kegel von $(6 \pm 1) \text{ mm}$ Höhe aufweist.

Der Probekörper wird flach auf ein stützendes Drahtgitter gelegt, und die Flamme wird 60 s lang an einem Ende angehalten. Die Flammenausbreitungsgeschwindigkeit wird, falls möglich, von der Zeit an berechnet, an der die Flamme eine Markierung erreicht, die 25 mm vom hinteren Ende des Probekörpers entfernt ist. Wenn die Flamme die Markierung nicht erreicht, wird die Brenngeschwindigkeit durch Division des Brennausmaßes durch die Zeit, die die Flamme zum Erlöschen benötigt, berechnet.

Bei bestimmten Werkstoffen, die nur entlang der oberen Oberfläche des Probekörpers brennen, wird, falls erforderlich, der Masseverlust gemessen und berichtet.

4.3.6.4 Wiederholpräzision und Vergleichspräzision

Es liegen keine Angaben vor.

4.3.6.5 Bedeutung der Prüfdaten

Dieses Verfahren dient nur der schnellen und einfachen Bewertung des horizontalen Brennverhaltens kleiner Probekörper. Das Brennverhalten wird ohne Verweisung auf die Umgebungsbedingungen, unter denen der Werkstoff oder die Produkte, die aus ihm gefertigt werden können, verwendet wird bzw. werden, bewertet. Dementsprechend ist es nicht möglich, eine Korrelation zwischen den Ergebnissen dieser Prüfung und der Leistung derartiger Werkstoffe oder Produkte unter tatsächlichen Betriebsbedingungen herzustellen.

Die Prüfung ist nicht für Probekörper relevant, die sich ohne Entzündung von der Flamme und aus ihrer Reichweite wegbiegen.

Die Zündquelle ist nicht ausreichend definiert. Der Brenner wird nicht vollständig beschrieben. Es dürfen unterschiedliche Brennstoffe verwendet werden. Die Bewertung der Flammengröße ist subjektiv. Es werden keine Durchflussmengen für Brennstoffe festgelegt.

4.3.7 Horizontale Brenngeschwindigkeit für Materialien von Kraftfahrzeugen – ISO 3795 [12].

4.3.7.1 Zweck und Grundlagen

Dieses Prüfverfahren bestimmt die horizontale Brenngeschwindigkeit von Werkstoffen im Innenraum von Straßenfahrzeugen, nachdem diese mit einer kleinen Flamme beflammt wurden. Sie wird verwendet, um festzustellen, ob die Flamme erlischt und in welcher Zeit die Flamme eine vorgegebene Strecke zurücklegt.

Die Norm beinhaltet die Konformitäts-Anforderungen.

4.3.7.2 Probekörper

Die Probengröße ist 356 mm × 100 mm × d mm. Die Dicke d entspricht der Dicke des zu prüfenden Produkts, übersteigt aber nicht 13 mm.

4.3.7.3 Prüfverfahren

Es werden mindestens fünf Proben, eingespannt in einem definierten Probenhalter, horizontal in einer speziellen Brennkammer getestet. Der Gasbrenner ist ein 9,5-mm-Bunsenbrenner. Die Flammenhöhe beträgt 38 mm und die obere Brennerspitze ist 19 mm unterhalb der unteren Kante der Probe. Die Brenngeschwindigkeit, B , in mm/min, wird gemessen.

Die Probe wird in einem U-förmigen Halter gehalten und der Einwirkung einer definierten schwachen Flamme für 15 s in einer Brennkammer ausgesetzt. Die Flamme wirkt auf die freie Kante der Probe ein.

4.3.7.4 Wiederholpräzision und Vergleichspräzision

Es liegen keine Erkenntnisse über das Vorhandensein von Daten vor.

4.3.7.5 Bedeutung der Prüfdaten

Die meisten Automobilhersteller verlangen dieses Prüfverfahren für Materialien des Innenraums.

4.3.8 Zellkunststoffe – Bestimmung des horizontalen Brennverhaltens kleiner Proben bei kleiner Flamme – ISO 9772 [13]

4.3.8.1 Zweck und Grundlagen

Dabei handelt es sich um ein Durchmusterungsverfahren für kleine Laboratorien zum Vergleich des relativen Brennverhaltens für horizontal ausgerichtete, kleine Probekörper aus Zellkunststoffen mit einer Dichte von höchstens $250 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ bei Anwendung einer Zündquelle für eine kleine Flamme.

4.3.8.2 Probekörper

Die Probekörper sind (150 ± 10) mm lang und (50 ± 1) breit und werden von einer repräsentativen Probe des Werkstoffs (Tafeln oder Enderzeugnis) geschnitten. Werkstoffe, die mit einer Dicke von über 13 mm geliefert werden, werden auf eine Dicke von (13 ± 1) mm geschnitten, wobei jegliche Beschichtung auf einer Seite sein muss. Werkstoffe, die mit einer Dicke von höchstens 13 mm geliefert werden, werden bei der gelieferten Dicke und ohne Entfernung jeglicher Beschichtung geprüft. Falls Werkstoffe mit Klebstoffen geprüft werden sollen, werden nur Probekörper verwendet, die Klebstoff nur an einer Seite aufweisen.

4.3.8.3 Prüfverfahren

Wie in ISO 10093 [14] festgelegt, wird ein P/PF2-Laborbrenner mit Breitbrenneraufsatz zur Bereitstellung der Zündquelle verwendet. Methan oder Propan können verwendet werden, allerdings wird Methan bevorzugt. Die Nennleistung der Flamme beträgt 500 W. Der Probekörper wird flach auf ein stützendes Drahtgewebe gelegt, unter dem sich eine trockene Baumwollunterlage befindet, so dass jegliche Tropfen oder jeglicher Unrat entdeckt werden, die sie entzünden.

Es werden zwei Behandlungsansätze festgelegt.

Die Flamme wird 60 s lang an einem Ende des Probekörpers angewandt, und Zeitgeber 1 wird gestartet. Zeitgeber 2 wird gestartet, wenn die Flamme 25 mm über den Probekörper reicht. Zeitgeber 1 wird angehalten, wenn die Flamme oder die Glimmfront 60 mm erreicht. Zeitgeber 2 wird angehalten, wenn die Flamme oder die Glimmfront 125 mm erreicht. Eine Reihe von Brenngeschwindigkeitsparametern wird anschließend notiert und berechnet. Es werden Durchschnittswerte für fünf Probekörper für jede Behandlung berechnet.

Ein Klassifizierungssystem wird in einem informativen Anhang beschrieben.

4.3.8.4 Wiederholpräzision und Vergleichspräzision

Ein informativer Anhang der Norm enthält Daten. Die Daten wurden 1986 in einem Ringversuch in sieben Laboratorien ermittelt, die fünf Werkstoffe, zwei Wiederholungen und im Durchschnitt fünf Messwerte anwandten. Die analysierten Variablen waren „abgelaufene Zeit“ und Flammenausbreitungsgeschwindigkeit.

ANMERKUNG „Abgelaufene Zeit“ ist die Summe der Nachbrennzeit mit Flamme und der Nachglimmzeit in Fällen, in denen die Flamme oder das Glimmen die 60-mm-Markierung nicht erreicht haben.

4.3.8.5 Bedeutung der Prüfdaten

Das Verfahren dient der Qualitätssicherung und der eingeschränkten Produktbewertung von Zellkunststoffmaterialien unter kontrollierten Laborbedingungen. Das optionale Klassifizierungssystem dient der Vorauswahl der Zellkunststoffmaterialien für Produkte, einschließlich der Bestimmung der Reihe der Materialparameter, die dieselbe Klassifizierung ergeben.

Werkstoffprüfungen, die unter den festgelegten Bedingungen durchgeführt werden, können für den Vergleich des horizontalen Brennverhaltens verschiedener Werkstoffe, für die Steuerung von Fertigungsabläufen oder die Bewertung von Veränderungen in der Formulierung oder Behandlung vor der Anwendung von Nutzen sein.

Bestimmte Werkstoffe können von der angewandten Flamme wegschrumpfen, ohne entzündet zu werden. In diesem Fall sind die Prüfergebnisse nicht gültig und zusätzliche Probekörper sind erforderlich, um 10 gültige Prüfergebnisse zu erlangen. Wenn dies aufgrund des Nicht-Entzündens aller Probekörper nicht möglich ist, ist diese Prüfung für diese Werkstoffe nicht geeignet.

4.3.9 Kunststoffe – Bestimmung des Brandverhaltens von dünnen, biegsamen, vertikal ausgerichteten Probekörpern in Kontakt mit einer kleinen Zündquelle – ISO 9773 [15]

4.3.9.1 Zweck und Grundlagen

Dabei handelt es sich um ein Durchmusterungsverfahren für kleine Laboratorien zum Vergleich des relativen Brennverhalten von vertikal ausgerichteten, dünnen und relativ flexiblen Kunststoffprobekörpern, die einer Flammenzündquelle mit niedrigem Energieniveau ausgesetzt wird. Ein Probekörper mit annähernd zylindrischer Form wird in vertikaler Lage an einem Ende eingespannt und am freien Ende zwei aufeinanderfolgenden Beflammungen durch eine festgelegte Gasflamme ausgesetzt. Das Brandverhalten des Probekörpers wird durch Messung der Nachbrenn- und/oder Nachglimmdauer bewertet.

4.3.9.2 Probekörper

Die Probekörper sind (200 ± 5) mm lang und (50 ± 2) mm breit und maximal 0,25 mm dick.

Die Längsachse des Probekörpers wird fest um die Längsachse eines Stab mit einem Durchmesser von 13 mm gewickelt, um einen gewickelten Zylinder zu bilden. Übereinander gewickelte Teile des Probekörpers werden mit druckempfindlichen Klebeband befestigt. Der Stab wird anschließend entfernt. Bei steifen Probekörpern darf das druckempfindliche Klebeband verstärkt oder durch einen Draht aus Nickel-Chrom-Legierung ersetzt werden, der um den oberen, 75 mm langen Abschnitt des Probekörpers gewickelt wird.

4.3.9.3 Prüfverfahren

Wie in ISO 10093 [14] festgelegt, wird ein P/PF2-Laborbrenner zur Bereitstellung der Zündquelle verwendet. Methan oder Propan können verwendet werden, allerdings wird Methan bevorzugt. Die Nennleistung der Flamme beträgt 50 W. Der Probekörper wird im oberen, 6 mm großen Bereich abgeklemmt, so dass das obere Ende der Röhre geschlossen ist, um eine Kaminwirkung zu vermeiden. Das untere Ende liegt über einer Baumwollunterlage, so dass jegliche Tropfen oder jeglicher Unrat entdeckt werden, die sie entzünden könnten.

Es werden zwei Behandlungsansätze festgelegt.

Die Flamme wird 3 s lang am unteren Ende des Probekörpers angewandt, und ein Zeitgeber wird gestartet, um die Nachbrennzeit mit Flamme zu messen. Nachdem das Nachbrennen aufhört, wird die Flamme wieder 3 s lang angewandt und der Zeitgeber wird wieder gestartet, um die Nachbrennzeit mit Flamme und die Nachglimmzeit zu messen. Die beiden Nachbrennzeiten mit Flamme werden addiert, um die Gesamt-Nachbrennzeit mit Flamme zu ergeben. Eine Reihe von Brenngeschwindigkeitsparametern wird anschließend notiert und berechnet. Es werden Durchschnittswerte für fünf Probekörper für jede Behandlung berechnet.

Ein Klassifizierungssystem wird in einem informativen Anhang beschrieben.

4.3.9.4 Wiederholpräzision und Vergleichspräzision

Die Norm enthält Daten. Die Daten wurden 1986 in einem Ringversuch in sechs Laboratorien ermittelt, die vier Werkstoffe und zwei Wiederholungen anwandten. Jede Wiederholung wurde durch die Mittelung der Werte von fünf Messungen bestimmt. Die analysierten Variablen waren „Nachbrennzeit mit Flamme nach der

ersten Anwendung der Flamme“ und „Nachbrennzeit mit Flamme plus Nachglimmzeit nach der zweiten Anwendung der Flamme“.

4.3.9.5 Bedeutung der Prüfdaten

Das Klassifizierungssystem dient der Qualitätskontrolle und der Vorauswahl der Komponentenwerkstoffe für Produkte. Werkstoffprüfungen, die unter den festgelegten Bedingungen durchgeführt werden, können für den Vergleich des Brandverhaltens verschiedener Werkstoffe, für die Steuerung von Fertigungsabläufen oder die Bewertung von Veränderungen in den Brandeigenschaften vor oder während der Anwendung von Nutzen sein. Die Auswirkungen auf das Brennverhalten von Zusätzen, die Verschlechterung und mögliche Verluste flüchtiger Komponenten können durch dieses Verfahren gemessen werden.

4.3.10 Brandausbreitungsgerät – ISO 12136 [16]

4.3.10.1 Zweck und Grundlagen

ISO 12136 beschreibt vier Prüfverfahren zur Bestimmung und Quantifizierung der Entflammbarkeits-Eigenschaften von Materialien in Bezug auf ihre Neigung, eine Brandausbreitung zu unterstützen, mithilfe eines Brandausbreitungsgerätes (FPA). Entflammbarkeits-Eigenschaften eines Materials, die in dieser Internationalen Norm quantifiziert werden, umfassen die Zeit bis zur Entzündung, die chemischen und konvektiven Wärmefreisetzungsrate, die Massenverlustrate, die effektive Verbrennungswärme, die Vergasungswärme und die Raucherzeugung. Diese Eigenschaften können für das Brandschutzingenieurwesen und für Brandsimulationen verwendet werden.

Die Entzündungs-, Verbrennungs- und Pyrolyseprüfverfahren umfassen die Verwendung eines horizontalen Probekörpers, der einer externen Wärmestrahlung ausgesetzt wird, die von 0 kW/m² bis 65 kW/m² eingestellt werden kann. Das Brandausbreitungsprüfverfahren umfasst die Verwendung eines vertikalen Probekörpers, der durch eine externe Wärmestrahlung und eine Zündflamme einer Entzündung nahe der Basis des Probekörpers ausgesetzt wird. Die Verbrennungs-, Pyrolyse- und Brandausbreitungsprüfverfahren können unter Anwendung einer Einlassluftversorgung, die entweder aus normaler Luft besteht oder anderen Gasmischungen, wie z. B. Luft mit hinzugefügtem Stickstoff, 100 % Stickstoff oder mit 40 % Sauerstoff angereicherte Luft, durchgeführt werden.

4.3.10.2 Prüfgerät

Siehe ISO 12136 [16], ASTM E2058 [17] und NFPA 287 [18].

4.3.10.3 Probekörper

Die quadratischen Proben sind 102 mm × 102 mm und werden in einem quadratischen Halter eingespannt. Kreisförmige Prüfkörper sind 96,5 mm im Durchmesser und werden in einem runden Halter befestigt. Die Dicke der Proben beträgt nicht weniger als 3 mm und nicht mehr als 25,4 mm. Für den vertikalen Brandausbreitungstest ist die Probe 102 mm breit und 305 mm lang und wird in einer vertikalen Probenhalterung befestigt.

4.3.10.4 Prüfverfahren und Ergebnisse

Die vier in dieser internationalen Norm beschriebenen Testmethoden basieren auf Zeitmessungen zur beobachteten Entzündung, der Massenverlustrate, der Wärmefreisetzungsrate und der Raucherzeugungsrate. Die Prüfungen werden unter Verwendung eines Labor-Kalorimeters, bei dem die Wärmequelle von der Probe isoliert ist, auch als Brandausbreitungsgerät bekannt, durchgeführt. Mit diesem Prüfverfahren werden Eigenschaftswerte zur Brennbarkeit gemessen, die das Brandverhalten bei Referenzbrandprüfungen charakterisieren.

4.3.10.5 Wiederholpräzision und Vergleichspräzision

Ein informativer Anhang der Norm enthält Daten zur Vergleichspräzision. Daten zur Zündzeit und Wärmefreisetzungsrate werden von zwei Laboren berichtet. Es werden keine Daten zur Flammenausbreitung berichtet.

4.3.10.6 Bedeutung der Prüfdaten

Die Entzündungs-, Verbrennungs- oder Brandausbreitungs-Prüfverfahren oder eine Kombination davon wurden mit Materialien und Produkten durchgeführt, welche eine breite Palette von Polymerzusammensetzungen und -strukturen, einschließlich elektrotechnischer Produkte, Materialien für elektrotechnische Produkte und Elektrokabeln abbilden [19] bis [26].

Das einzigartige Merkmal dieses Brandausbreitung-Prüfverfahrens ist, dass es Laborprüfungen an einer vertikalen Probe in normaler Luft, Sauerstoff angereicherter Luft oder in sauerstoffreduzierter Abluft zur Messung der chemischen Wärmefreisetzungsrate bei sich nach oben ausbreitenden Flammen (eigene Flammen eines Materials nach der Entzündung durch eine externe Strahlungsleistung) ermöglicht.

Diese Prüfverfahren sind für die Bewertung des charakteristischen Brennverhaltens von Materialien bestimmt. Die zu analysierende Materialien bestehen aus endanwendungsbezogenen Produkten oder den verschiedenen Komponenten, die in endanwendungsbezogenen Produkten benötigt werden. Die Ergebnisse aus diesen Prüfverfahren liefern Eingangsgrößen für Flammenausbreitungs- und Brandentwicklungsmodelle, Brandrisikoanalysen von Materialien, Gebäude- und Produktdesigns sowie Materialforschung und -entwicklung. Die Prüfverfahren werden häufig von FM Global für eine Reihe von Versicherungsindustriestandards verwendet, einschließlich Reinraum- und Kabelanwendungen.

Diese Internationale Norm kann die Reaktion von Materialien, Produkten oder Baugruppen auf Wärme und Flammen unter kontrollierten Bedingungen messen und beschreiben, enthält aber selber nicht sämtliche erforderliche Einflussgrößen für die Beurteilung der Brandgefahr oder die Brandrisikobewertung von Materialien, Produkten oder Baugruppen unter tatsächlichen Brandbedingungen.

4.3.11 Kunststoffe – Bestimmung der vertikalen Flammenausbreitung bei Folien und Tafeln – ISO 12992 [27]

4.3.11.1 Zweck und Grundlagen

Dabei handelt es sich um ein Kleinbrand-Prüfverfahren zur Messung der Flammenausbreitungseigenschaften von vertikal ausgerichteten Probekörpern aus Kunststoffen in Form von höchstens 3 mm dicken Folien oder Tafeln, die einer Zündquelle mit kleiner Flamme ausgesetzt werden.

4.3.11.2 Probekörper

Die Probekörper sind (325 ± 5) mm lang und (300 ± 5) mm breit. Die Dicke beträgt maximal 3 mm. Drei Probekörper werden bewertet, sofern der Werkstoff nicht anisotropisch ist. In diesem Fall müssen drei Probekörper in beide Richtungen geprüft werden.

4.3.11.3 Prüfverfahren

Wie in ISO 11925-2 [28] festgelegt, wird ein Laborbrenner mit handelsüblichem Propan verwendet. Der Gasfluss wird so eingestellt, dass die Flamme bei vertikalem Brenner (40 ± 4) mm hoch ist. Die Leistung der Flamme beträgt etwa 32 W.

Die Flamme wird 60 s lang an der Unterkante des Probekörpers angewandt und die Flammenausbreitungsgeschwindigkeit wird für die Zeiten berechnet, an denen die Flamme die vertikal 100 mm und 300 mm über der Unterseite des Probekörpers angebrachten Markierungen erreicht.

4.3.11.4 Wiederholpräzision und Vergleichspräzision

Die Norm enthält Daten. Die Daten wurden 1993 in einem Ringversuch in sieben Laboratorien ermittelt, die acht Werkstoffe geprüft haben. Die analysierte Variable war die Flammenausbreitungsgeschwindigkeit.

4.3.11.5 Bedeutung der Prüfdaten

Das Verfahren kann zu Zwecken der Vorauswahl oder der Qualitätskontrolle nützlich sein. Die Prüfung ist nicht für Probekörper relevant, die sich ohne Entzündung von der Flamme und aus ihrer Reichweite wegbiegen. Für derartige Probekörper sollten andere Prüfverfahren untersucht werden.

4.3.12 Vertikale Brandprüfung für Flugzeugwerkstoffe – FAR 25 [29]

4.3.12.1 Zweck und Grundlagen

Die Anforderungen an elektrische Systemkomponenten sind in FAR 25.869 (a) gegeben. Isolierungen von elektrischen Leitungen und Kabeln, die im Bereich des Flugzeugrumpfs installiert sind, müssen selbstverlöschend sein, wenn sie mit der 60-°-Bunsenbrenner-Prüfung, die in Teil I, (b), (7), im Anhang F der FAR 25 (1965) beschrieben wird, geprüft werden.

Die Anforderungen an Werkstoffe und Bauteile, welche in den Mannschafts- und Passagier-Kabinen verwendet werden, sind in FAR 25.853 angegeben. Kabelführungen müssen selbstverlöschend sein, wenn diese mit der vertikalen Bunsenbrenner-Prüfung, wie in Teil I, (b), (4), des Anhangs F der FAR 25 (1965) beschrieben, geprüft werden.

4.3.12.2 Probekörper

Die Proben für die vertikale Bunsenbrenner-Prüfung sind mindestens 50 mm breit und 30,5 mm lang, sofern die tatsächlich im Flugzeug verwendete Größe nicht kleiner ist. Die Probendicke ist nicht dicker als die minimale Dicke, die in einem Flugzeug verwendet wird.

Die Proben für die 60-°-Bunsenbrenner-Prüfung sind Ader- oder Kabelstücke. Der Durchmesser ist der gleiche wie der, der im Flugzeug verwendet wird. Die Spanne des Probekörpers zwischen einer unteren Klammer und einer oberen Rolle oder Stange beträgt 24 Zoll.

4.3.12.3 Prüfverfahren

Bei diesen Prüfungen wird eine Zündquelle an eine um 60 ° geneigte oder vertikale Probe gehalten. Die Brenndauer, die verbrannte Länge und gegebenenfalls die Brenndauer von Tropfen werden gemessen oder festgestellt.

Kabelführungen sind für 12 s zu beflammen. Adern und Kabel sind für 30 s zu beflammen.

4.3.12.4 Wiederholpräzision und Vergleichspräzision

Es liegen keine Erkenntnisse über das Vorhandensein von Daten vor.

4.3.12.5 Bedeutung der Prüfdaten

Diese Prüfverfahren werden für die Vorauswahl von Werkstoffen, die Qualitätskontrolle und Produktbeurteilung in der Luftfahrtindustrie in den USA verwendet.

4.4 Brandprüfungen im mittleren Maßstab

4.4.1 Seitliche Flammenausbreitung an Bau- und Verkehrsprodukten – ISO 5658-2 [30]

4.4.1.1 Zweck und Grundlagen

Diese Prüfung bietet eine einfache Methode, um die laterale Flammenausbreitung an einer vertikalen Probe zu Vergleichszwecken bestimmen zu können. Dieses Prüfverfahren liefert Daten, um die Leistung von im Wesentlichen flachen Materialien, Verbundwerkstoffen oder verbundenen Werkstoffen zu vergleichen. Diese werden vorwiegend als beanspruchte Oberfläche von Wänden in Gebäuden und Transportfahrzeugen, wie Schiffen und Schienenfahrzeugen, verwendet. Einige profilierte Produkte (wie Rohre) können unter Berücksichtigung der Montage- und Befestigungsart getestet werden.

ANMERKUNG Das Prüfverfahren wurde von der „International Maritime Organization“ (IMO) entwickelt und als IMO Resolution A.653 [31] veröffentlicht.

4.4.1.2 Probekörper

Die Proben sind 800 mm lang und 155 mm breit. Produkte, die 70 mm oder weniger dick sind, werden in voller Dicke getestet. Produkte, die dicker als 70 mm sind, werden von der nicht beflamten Seite abgeschnitten, um die Dicke auf 70 mm zu reduzieren.

4.4.1.3 Prüfverfahren

Das Prüfverfahren basiert darauf, die behandelten Prüflinge einer definierten Strahlungsquelle auszusetzen. Die Zeit der Entzündung, die seitliche Ausbreitung der Flammen und deren endgültiges Erlöschen werden gemessen. Die Probe wird vertikal gegenüber von einem gasbefeuchten Strahler angeordnet. Eine Zündflamme wird nahe an dem heißen Ende der Probe positioniert, um flüchtige Gase zu zünden. Nach der Zündung wird jede Flammenfront notiert und die horizontale Flammenausbreitung entlang der Längsseite der Probe festgehalten. Das Prüfergebnis wird als kritische Wärmestrahlung beim Erlöschen und als durchschnittliche Wärme des nachhaltigen Brennens wiedergegeben.

4.4.1.4 Wiederholpräzision und Vergleichspräzision

Die Norm enthält aus einem Ringversuch ermittelte Daten zu „Wärme für fortwährendes Brennen“ (en: heat for sustained burning, HSB) und für „kritische Wärmestrahlung beim Erlöschen“ (en: critical heat flux at extinguishment, CIE). Zwischen fünf und acht Laboratorien haben Daten weitergegeben.

4.4.1.5 Bedeutung der Prüfdaten

Die Prüfung ist anwendbar für die Messung und Beschreibung von Materialeigenschaften, Produkten oder Baugruppen als Reaktion auf Strahlungswärme in Anwesenheit einer Zündflamme unter kontrollierten Laborbedingungen. Die Prüfung umfasst nur die einfache Darstellung eines besonderen Aspektes eines möglichen Brandfalles, beschrieben durch eine strahlende Wärmequelle und Flamme. Für sich allein stehend kann es aber keine Richtlinie zum Verhalten oder zur Sicherheit im Brandfall geben. Diese Prüfung ist besonders nützlich für die Forschung, Entwicklung und Qualitätskontrolle. Profilierte Proben, wie Kabel oder Rohre, können ebenfalls mit dieser Methode geprüft werden.

ANMERKUNG Das gleiche Prüfgerät wird für das in ASTM E 1321 [32] beschriebene Verfahren verwendet, das eine wissenschaftlich detailliertere Methode bietet, wodurch die Entzündbarkeit und die Parameter der Flammenausbreitung von Werkstoffen bestimmt werden können. Daten, die durch diese Prüfverfahren ermittelt werden, sind als Eingangsgrößen in numerische Methoden zur Brandsimulation geeignet.