

DIN EN ISO 13506-1



ICS 13.340.10

Entwurf

Einsprüche bis 2016-09-15
Vorgesehen als Ersatz für
DIN ISO 13506:2008-12;
Ersatz für
E DIN EN ISO 13506-1:2014-10

**Schutzkleidung gegen Hitze und Flammen –
Teil 1: Prüfverfahren für vollständige Bekleidung –
Messung der Wärmeübertragung unter Verwendung einer
sensorbestückten Prüfpuppe (ISO/DIS 13506-1.2:2016);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 13506-1:2016**

Protective clothing against heat and flame –
Part 1: Test method for complete garments –
Measurement of transferred energy using an instrumented manikin
(ISO/DIS 13506-1.2:2016);
German and English version prEN ISO 13506-1:2016

Vêtements de protection contre la chaleur et les flammes –
Partie 1: Méthode d'essai pour vêtements complets –
Mesure de la transmission de chaleur à l'aide d'un mannequin instrumenté
(ISO/DIS 13506-1.2:2016);
Version allemande et anglaise prEN ISO 13506-1:2016

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-07-15 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 des 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 nps@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Persönliche Schutzausrüstung (NPS), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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

Gesamtumfang 113 Seiten

DIN-Normenausschuss Persönliche Schutzausrüstung (NPS)
DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 13506-1:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 94 „Personal safety — Protective clothing and equipment“ in Zusammenarbeit mit dem CEN/TC 162 „Schutzbekleidung einschließlich Hand- und Armschutz und Rettungswesten“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 075-05-02 AA „Schutzbekleidung gegen Hitze und Feuer“ im DIN-Normenausschuss Persönliche Schutzausrüstung (NPS).

Dies ist der zweite Norm-Entwurf für die EN ISO 13506-1. Das CEN/TC 162 hat entschieden einen zweiten Norm-Entwurf zu veröffentlichen, da im Ergebnis der Umfrage zu prEN ISO 13506-1:2014 umfangreiche Änderungen im Text vorgenommen wurden.

Diese Europäische Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheit „in (inch)“, die in Deutschland nicht zugelassen ist. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheit im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr aufgrund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen nicht zulässig ist.

Umrechnung:

Nicht zugelassene Einheit	Zugelassene Einheit	Umrechnung
in (inch)	mm	1 inch = 25,4 mm

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 13506-1 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm- Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO/TR 11610	siehe	DIN Fachbericht CEN ISO/TR 11610
ISO 9151	siehe	DIN EN ISO 9151
ISO 6942	siehe	DIN EN ISO 6942

Änderungen

Gegenüber DIN ISO 13506:2008-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der Abschnitt zu „Voraussage der Wahrscheinlichkeit von Verbrennungen“ wurde in die ISO 13506-2 ausgelagert;
- b) Aktualisierung der Normativen Verweisungen.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN-Fachbericht CEN ISO/TR 11610, *Schutzkleidung — Begriffe*

DIN EN ISO 9151, *Schutzkleidung gegen Hitze und Flammen — Bestimmung des Wärmedurchgangs bei Flammeneinwirkung*

DIN EN ISO 6942, *Schutzkleidung — Schutz gegen Hitze und Feuer — Prüfverfahren: Beurteilung von Materialien und Materialkombinationen, die einer Hitze-Strahlungsquelle ausgesetzt sind*

DIN EN ISO 11612:2009-05, *Schutzkleidung — Kleidung zum Schutz gegen Hitze und Flammen (ISO 11612:2008); Deutsche Fassung EN ISO 11612:2008*

— Leerseite —

**Schutzkleidung gegen Hitze und Flammen — Teil 1: Prüfverfahren für
vollständige Bekleidung - Messung der Wärmeübertragung unter
Verwendung einer sensorbestückten Prüfpuppe (ISO/DIS 13506-1.2:2016)**

*Vêtements de protection contre la chaleur et la flamme — Partie 1 : Méthode d'essai pour vêtements complets —
Mesurage de l'énergie transférée à l'aide d'un mannequin instrumenté (ISO/DIS 13506-1.2:2016)*

*Protective clothing against heat and flame — Part 1: Test method for complete garments - Measurement of
transferred energy using an instrumented manikin (ISO/DIS 13506-1.2:2016)*

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: zweite parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	10
4 Allgemeines	13
5 Geräte	13
5.1 Sensorbestückte Prüfpuppe	13
5.2 Körperhaltung der Prüfpuppe	14
5.3 Prüfpuppensensoren	18
5.3.1 Kurzbeschreibung	18
5.3.2 Anzahl der Prüfpuppensensoren	18
5.3.3 Messbereich des Prüfpuppensensors	20
5.3.4 Prüfpuppensensorausführung	20
5.3.5 Anordnung der Prüfpuppensensoren	21
5.3.6 Kalibrierung der Prüfpuppensensoren	21
5.4 Datenerfassungssystem	21
5.5 Softwareprogramm für den Computer	22
5.5.1 Allgemeines	22
5.5.2 Einwirkender Wärmestrom	22
5.5.3 Wärmestrom während der Exposition	22
5.5.4 Übertragene Wärme (siehe Anhang D.1)	23
5.5.5 Wärmeübertragungsfaktor (siehe Anhang D.2)	23
5.6 Flammenexpositionskammer	24
5.6.1 Allgemeines	24
5.6.2 Größe der Kammer	24
5.6.3 Luftströmung in der Kammer	24
5.6.4 Isolierung in der Kammer	24
5.6.5 Entlüftungssystem der Kammer	24
5.6.6 Sicherheitsvorrichtungen der Kammer	24
5.7 Brennstoff und Brennstoffversorgungssystem	25
5.7.1 Allgemeines	25
5.7.2 Brennstoff	25
5.7.3 Brennstoffzufuhr und -absperrsystem	25
5.7.4 Brennersystem	26
5.8 Bildaufzeichnungsvorrichtung	27
5.9 Sicherheitsprüfliste	27
5.10 Bereich für die Konditionierung von Prüfstücken	27
5.11 Nachweis der Fähigkeiten des Labors	28
6 Probenahme und Prüfstücke	28
6.1 Allgemeines	28
6.2 Anzahl der Prüfstücke	28
6.3 Größe der Prüfstücke	29

6.4	Ausführung des Standard-Kleidungsstückes	29
7	Vorbereitung der Prüfstücke	30
7.1	Konditionierung.....	30
7.2	Optionales Waschen.....	30
8	Durchführung	30
8.1	Vorbereitung der Prüfeinrichtung.....	30
8.1.1	Allgemeines	30
8.1.2	Überprüfung der Prüfpuppensensoren	31
8.1.3	Belüftung der Brennkammer.....	31
8.1.4	Füllen der Gasleitung.....	31
8.1.5	Bestätigung der Expositionsbedingungen.....	32
8.2	Verfahren zur Untersuchung der Prüfstücke.....	32
8.2.1	Allgemeines	32
8.2.2	Ankleiden der Prüfpuppe.....	33
8.2.3	Aufzeichnung der Identitätsbezeichnung des Prüfstücks, der Prüfbedingungen und der Bemerkungen zur Prüfung.....	34
8.2.4	Bestätigung der sicheren Betriebsbedingungen und das Entzünden der Zündleitflammen	34
8.2.5	Starten des Bildaufzeichnungssystems	34
8.2.6	Zeiteinstellung für die Erfassung der Wärmeübertragungsdaten	34
8.2.7	Exposition des Prüfstücks	35
8.2.8	Aufzeichnung der Bemerkungen zur Reaktion des Prüfstücks.....	35
8.2.9	Berechnung des Wärmestroms und der übertragenen Wärme.....	35
8.2.10	Standbilder	35
8.3	Vorbereitung der nächsten Prüfexposition	36
9	Prüfbericht.....	36
9.1	Allgemeines	36
9.2	Identitätsbeschreibung des Prüfstücks.....	37
9.3	Expositionsbedingungen	37
9.4	Ergebnisse für jedes Prüfstück.....	37
9.4.1	Allgemeines	37
9.4.2	Wärmestromdaten an jedem Prüfpuppensensor.....	38
9.4.3	Wärmeübertragung.....	38
9.4.4	Wärmeübertragungsfaktor	38
9.4.5	Weitere optionale Angaben im Bericht.....	38
9.5	Beobachtungen.....	39
Anhang A (informativ) Überlegungen zur Prüfungsdurchführung und zur Verwendung der Prüfergebnisse		40
Anhang B (informativ) Analyse von Ringversuchsdaten		42
Anhang C (normativ) Kalibrierungsverfahren		44
C.1	Grundlagen der Kalibrierung.....	44
C.2	Kalibrierung der Sensoren.....	44
C.3	Ausrichtung der Brennerhalterung für die Beflammung	49
C.4	Prüfpuppenexpositionskalibrierung.....	52
C.5	Bestätigung der Gesamtwärme des Systems	53
Anhang D (normativ) Berechnung der übertragenen Wärme und des Wärmeübertragungsfaktors		54
D.1	Wärmeübertragung und gesamte Wärmeübertragung.....	54
D.1.1	Wärmeübertragung.....	54
D.1.2	Gesamte Wärmeübertragung.....	54
D.2	Wärmeübertragungsfaktor und Faktor der gesamten Wärmeübertragung.....	55
D.2.1	Wärmeübertragungsfaktor	55
D.2.2	Faktor der gesamten Wärmeübertragung	55

D.3	Behandlung der Wärmestromdaten.....	55
D.3.1	Grenzwert des Mindestwärmestroms.....	55
D.3.2	Individuelle Mindestwärmestrommessungen.....	56
D.3.3	Mindeständerungsrate des Wärmestroms	56
Anhang E (informativ) Bestandteile eines Softwareprogramms für Computer		57
E.1	Allgemeines	57
E.2	Zustand und Steuerung des Geräts	57
E.3	Verfahrenssteuerung	57
E.4	Datenerfassung.....	57
E.5	Berechnungen.....	58
E.6	Erarbeitung des Prüfberichtes	58
E.7	Unterstützende Programme	58
Anhang ZA (informativ) Beziehung zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 89/686/EWG		59
Literaturhinweise.....		60

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 13506-1:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 94 „Personal safety - Protective clothing and equipment“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 162 „Schutzbekleidung einschließlich Hand- und Armschutz und Rettungswesten“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur zweiten parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wurde unter einem Normungsauftrag erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 13506-1.2:2016 wurde vom CEN als prEN ISO 13506-1:2016 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat der Europäischen Kommission und der Europäischen Freihandelsassoziation an CEN erteilt.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie 89/686/EWG, siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Internationale Normen werden in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet.

Die Hauptaufgabe der Technischen Komitees besteht in dem Erarbeiten von Internationalen Normen. Die von den Technischen Komitees angenommenen Norm-Entwürfe werden den Mitgliedsorganisationen zur Umfrage zur Verfügung gestellt. Für eine Veröffentlichung als Internationale Norm wird eine Zustimmung von mindestens 75 % der Mitgliedsländer, die abgestimmt haben, benötigt.

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

ISO 13506-1 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 94 „*Personal safety — Protective clothing and equipment*“ Subcommittee SC 13, *Protective clothing* in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 162 „*Schutzkleidung einschließlich Hand- und Armschutz und Rettungswesten*“ erarbeitet.

Diese erste Ausgabe von ISO 13506-1, zusammen mit ISO 13506-2, ersetzt die letzte Ausgabe von ISO 13506:2008. Die Bewertung von Brandverletzungen der Haut wurde in die ISO 13506-2 übertragen.

ISO 13506 besteht aus folgenden Teilen unter dem allgemeinen Titel *Protective clothing against heat and flame*:

- Part 1: *Test method for complete garments — Measurement of total transferred energy using an instrumented manikin*
- Part 2: *Skin burn injury prediction — Calculation requirements and test cases*

Einleitung

Zweck von hitze- und flammbeständiger Schutzkleidung ist, den Träger gegen Gefährdungen zu schützen, die Brandverletzungen verursachen können. Die Schutzkleidung kann aus einem Material oder mehreren Materialien bestehen. Die Bewertung der Materialien, die potentiell in dieser Art von Schutzkleidung eingesetzt werden, umfasst üblicherweise zwei Schritte. Zunächst werden die Materialien auf ihre Fähigkeit geprüft, die Flammenausbildung einzuschränken. Dann werden die Materialien auf ihre übertragene Wärme geprüft, wenn sie einer bestimmten Gefährdung ausgesetzt sind. Bei diesen zwei Schritten werden unterschiedliche Prüfverfahren angewandt. Das ausgewählte Prüfverfahren hängt von der Art der möglichen Gefährdungen und der beabsichtigten endgültigen Verwendung der Materialien ab. Sobald geeignete Materialien ermittelt wurden, können sie zu vollständigen Kleidungsstücken oder Kleidungsensembles verarbeitet werden und an einem Prüfpuppen-Brandbeanspruchungssystem geprüft werden.

Die Prüfungen der übertragenen Wärme werden auf dem Laborprüfstand durchgeführt, um geeignete Materialien für ein Schutzkleidungsensemble auszuwählen. Die Prüfungen ermöglichen zwar die Bestimmung einer Rangfolge der Materialien in Kleidungsstücken oder Bekleidungsensembles sowie der Bestandteile, sie ermöglichen jedoch keine vollständige Beurteilung eines aus den Materialien gefertigten Kleidungsstückes oder einer aus den Materialien gefertigten Kombination.

Bei den Verfahren der Prüfung der übertragenen Wärme auf dem Prüfstand werden kleine Mengen Material einer Fläche von bis zu 150 mm × 150 mm eingesetzt und das Material wird anfänglich flach entweder vertikal oder horizontal gehalten. Gegebenenfalls werden mehrere Schichten verwendet (z. B. Schutzbekleidungskombinationen für die Feuerwehr). In diesem Fall wird die Schicht, die üblicherweise außen getragen wird, direkt der Wärmequelle ausgesetzt, während die Schicht, die üblicherweise innen getragen wird, der Wärmequelle abgekehrt ist. Mit der ebenen Ausrichtung und Orientierung des Materials wird sichergestellt, dass Schrumpfeffekte nur wenig Auswirkungen auf die Prüfergebnisse haben, es sei denn, das Schrumpfen ist so stark, dass sich während der Exposition gegenüber der Wärmequelle Löcher im Material bilden. Durchhängen hat jedoch einen unmittelbaren Einfluss auf die Ergebnisse, da sich eine Luftschicht bilden oder vergrößern und somit eine isolierende Wirkung ausüben kann. Es ist möglich, Nähte, Reißverschlüsse, Taschen, Knöpfe oder andere Verschlüsse, Metall- und Kunststoffclips oder andere Ausführungsmerkmale, die in einem vollständigen Kleidungsstück vorkommen können, wie Abzeichen, Unternehmenslogos usw. in die vorstehend erwähnten Prüfungen einzubeziehen. Jedoch wird es häufig als einfacher betrachtet, diese Aspekte sowie die Gesamtausführungsmerkmale eines Kleidungsstückes, die die Leistung beeinflussen können, bei der Prüfung des gesamten Kleidungsstückes oder Kleidungsensembles an einer Prüfpuppe zu bewerten. Zu diesem Zweck wurde diese Internationale Norm erarbeitet.

Nach dem Prüfverfahren in dieser Internationalen Norm wird eine unbewegliche, aufrecht stehende lebensgroße Puppe in ein vollständiges Kleidungsstück gekleidet und für eine vorgeschriebene Dauer der Simulation einer Stichflamme im Laboratorium mit gesteuertem Wärmestrom, gesteuerter Dauer und Flammenverteilung ausgesetzt. Der durchschnittlich einwirkende Wärmestrom außen am Kleidungsstück beträgt 84 kW/m², ein Wert, der den Werten der ISO 9151 [1], ISO 6942 [2] und ISO 17492 [3] ähnelt. An der Oberfläche der Prüfpuppe angebrachte Wärmesensoren messen die zeit- und ortsabhängige Entwicklung des Wärmestromes an der Prüfpuppe und bestimmen die während der Datenerfassungsdauer absorbierte Gesamtwärme. Der Zeitraum der Datenerfassung wurde ausgewählt, um sicherzustellen, dass die gesamte Wärmeübertragung stattgefunden hat. Diese Informationen helfen bei der Bewertung der Leistungsfähigkeit des Kleidungsstückes oder des Schutzkleidungsensembles unter den Prüfbedingungen. Sie können darüber hinaus zur Abschätzung des Ausmaßes und der Art der Hautschäden genutzt werden, die einer Person entstehen würden, die das Prüfkleidungsstück unter ähnlichen Expositionsbedingungen (siehe ISO 13506-2 [4]) tragen würde.

Die Prüfung wird mit der Prüfpuppe in aufrechter Position durchgeführt, wobei es zu Beginn der Prüfung keine Luftbewegung geben darf. Kontrollierte Luftbewegungen zur Simulation der Auswirkungen von Wind oder Körperbewegungen sind derzeit nicht möglich. Jedoch ist es möglich, die Prüfpuppe durch eine stationäre Flamme hindurchzubewegen, aber Bewegungen dieser Art fallen nicht in den Anwendungsbereich

dieser Internationalen Norm. Unterschiede in der Passform der Kleidung, die beim Sitzen oder Beugen auftreten können, werden nicht bewertet.

Bei den Simulationen von Stichflammen handelt es sich um dynamische Simulationen. Die Exposition ist daher eher repräsentativ für einen tatsächlichen Arbeitsunfall als die Expositionen in den Prüfstandsprüfungen. Der aus der Exposition resultierende Wärmestrom ist weder konstant noch über die Oberfläche der Prüfpuppe/des Kleidungsstückes einheitlich. Unter diesen Bedingungen sind Ergebnisse mit einer größeren Schwankungsbreite als bei unter sorgfältig kontrollierten Bedingungen durchgeführten Prüfstandsprüfungen zu erwarten. Darüber hinaus liegt das Kleidungsstück nicht flach an der Puppe, sondern kann in natürlicher Weise fallen. Die Auswirkung dieser Variablen auf ein Kleidungsstück können sich in vielfacher Weise äußern: Auf die Entflammung und die Verbrennung des Kleidungsstückes und der Abzeichen, das Durchhängen oder Schrumpfen in alle Richtungen, das Nachbrennen mit Flamme, die Lochbildung, die Rauchbildung und auf das strukturelle Versagen an den Säumen. Zahlreiche dieser Fehlfunktionen treten bei der Prüfstandsprüfung der Materialien nur selten auf, da sie sich aus den Ausführungsvariablen des Kleidungsstückes, der Wechselwirkung zwischen den Materialeigenschaften und Ausführungsvariablen, der Aufbauweise und schwerwiegenden lokalen Expositionsbedingungen ergeben.

Der Sitz der Kleidung auf der Puppe ist von Bedeutung. Deshalb können Variationen bei der Ausführung des Kleidungsstückes und der Art, wie die Prüfpuppe angekleidet wird, die Prüfergebnisse beeinflussen. Ein Kleidungsstück mit einer Kleidungsgröße, welches der Prüfpuppe korrekt passt, muss für die Prüfung durch das Labor basierend auf gewöhnlichen Kleidergrößen ausgewählt werden. Erfahrungen bei der Prüfung von Kleidungsstücken zeigen, dass sich bei Prüfung mit der nächstgrößeren Kleidungsgröße die gesamte Wärmeübertragung und die prozentuale Gesamt-Körperverbrennungsfläche um etwa 5 % vermindern.

Diese Internationale Norm ist nicht dazu ausgelegt, die Materialeigenschaften unmittelbar zu messen, sondern bewertet die Wechselwirkungen zwischen dem Materialverhalten und der Ausführung des Kleidungsstückes. Das relative Materialverhalten kann anhand einer Reihe von Prüfkleidungsstücken aus unterschiedlichen Materialien mit dem gleichen Schnitt verglichen werden. Die Leistung des vollständigen Kleidungsstückes wird nicht notwendigerweise die gleiche Rangfolge ergeben wie bei der Prüfung der Materialien nach ISO 9151 [1] zum Beispiel. Die Korrelationen zwischen kleineren Laborprüfungen und den Ergebnissen mit einlagigen Kleidungsstücken wurden bereits untersucht [5].

Die Hände und Füße der Prüfpuppe sind nicht sensorbestückt, es besteht jedoch die Möglichkeit, einige Aspekte des Handschutzes in Abhängigkeit von der spezifischen Ausführung der Hände zu beurteilen. Der Kopf wurde jedoch mit Wärmestromsensoren versehen. Der Grund hierfür liegt in der Tatsache, dass zahlreiche Oberbekleidungsstücke über eine integrierte Kapuze, nicht jedoch über integrierte Handschuhe oder integriertes Schuhwerk verfügen. Prüfungen von Handschuhen und Schuhwerk werden in anderen ISO-Dokumenten für spezifische endgültige Verwendungen behandelt.

Der von den Prüfstücken gebotene Schutz wird anhand von quantitativen Messungen und Beobachtungen bewertet. An der Prüfpuppe angebrachte Wärmestromsensoren werden dazu benutzt, die Wärmeübertragung auf die Oberfläche der Prüfpuppe während des Datenerfassungszeitraums zu messen. Diese Information kann direkt berichtet (dieser Teil der ISO 13506-1) oder dazu benutzt werden, die Art und das Ausmaß der Schäden zu berechnen, die der menschlichen Haut bei einer solchen Exposition entstehen (ISO 13506-2 [4]).

Die in den Literaturhinweisen aufgeführten Dokumente [6,7] enthalten Einzelheiten zum Aufbau der Prüfpuppe und der Sensoren, zur Datenerfassung, zu den Anforderungen an die Computer-Software, zur Flammenexpositionskammer und zum Brennstoff und Brennstoffversorgungssystem. Sie enthalten darüber hinaus Vorschläge zu numerischen Verfahren, die zur Durchführung der erforderlichen Berechnungen verwendet werden können.

Das Europäische Komitee für Normung (CEN) legt das in dieser Internationalen Norm beschriebene Prüfverfahren als optionalen Teil der Normen ISO 11999-3 und EN 469 [8] für Feuerwehrleute fest. Dieses Prüfverfahren ist ebenfalls in der ISO 11612 [9] als optionale Prüfung angegeben.

Die National Fire Protection Association (NFPA) benutzt bei der Zertifizierung von Kleidungsstücken ein Prüfverfahren, das ähnlich zur vorliegenden Internationalen Norm ist (siehe Literaturhinweis [10]).

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm bestimmt die Gesamtanforderungen, Einrichtungen und Berechnungsverfahren zum Erhalt von Ergebnissen, welche zur Bewertung der Leistungsfähigkeit vollständiger Bekleidungen oder Bekleidungsensembles verwendet werden können, die Bränden von kurzer Dauer ausgesetzt sind.

Dieses Prüfverfahren legt ein System zur Charakterisierung des von einem Kleidungsstück dargestellten Hitzeschutzes (z. B. Berufskleidung für die Feuerwehr oder Industriebereiche in Form von einlagigen oder mehrlagigen Stoffen [ausgekleidet, wattiert, mehrlagig, Verbundbauweise und andere, ähnliche Kombinationen]), basierend auf der Messung der Wärmeübertragung auf eine lebensgroße Prüfpuppe fest, die im Rahmen einer Brandsimulation in einem Labor mit kontrollierten Wärmestrom, Dauer und Flammenverteilung einer Konvektions- und Strahlungswärme ausgesetzt wird. Die Daten der Wärmeübertragung werden über einen vorgeschriebenen Zeitraum addiert, um die gesamte übertragene Wärme anzugeben.

Für die Zwecke des vorliegenden Prüfverfahrens wird der einwirkende Wärmestrom auf eine Nennstärke von 84 kW/m^2 sowie auf eine Expositionsdauer von 3 s bis 12 s in Abhängigkeit der thermischen Isolierungsfähigkeit des Kleidungsstücks begrenzt. Die erhaltenen Messwerte gelten nur für die jeweiligen geprüften Kleidungsstücke oder -ensembles und für die festgelegten Bedingungen jeder Prüfung, besonders hinsichtlich des Wärmestromes, der Expositionsdauer und Flammenverteilung.

Dieses Prüfverfahren erlaubt eine Sichtprüfung, Beobachtung und Inspektion des Gesamtverhaltens der Probe während und nach der Exposition, da das Kleidungsstück oder das gesamte Kleidungssystem an der Prüfpuppe vor, während und nach der Flammenaussetzung aufgezeichnet wird. Dies gilt auch für die Bewertung von Schutzausrüstung für Hände oder Füße, wenn diese nicht mit Sensoren ausgestattet sind. Das Prüfverfahren ist bei den Grenzflächen der geprüften Ensembles auf Sichtprüfung beschränkt. Die Auswirkungen von Körperhaltung und Bewegung sind nicht Gegenstand dieses Prüfverfahrens.

Die Wärmemessungen können ebenfalls zur Berechnung der voraussichtlichen Hautverbrennungen durch die Exposition verwendet werden (siehe ISO 13506-2).

Dieses Prüfverfahren simuliert keine hohe Exposition von Wärmestrahlung, wie sie bei einer Schweißlichtbogenexposition auftreten kann, weder einige Expositionsarten gegenüber Stichflammen, wo flüssige oder feste Kraftstoffe beteiligt sind, noch gegenüber nuklearen Explosionen.

ANMERKUNG 1 Dieses Prüfverfahren liefert Messwerte für die Leistung von Materialien und Kleidungsstücken an einer unbeweglichen, aufrecht stehenden Prüfpuppe. Die jeweilige Größe des Kleidungsstückes und der Prüfpuppe und die Passform des Kleidungsstückes an der Puppe haben bedeutenden Einfluss auf die Leistung.

ANMERKUNG 2 Dieses Prüfverfahren ist komplex und erfordert einen hohen Grad technischen Sachverstands sowohl beim Prüfaufbau als auch bei der Durchführung der Prüfung.

ANMERKUNG 3 Abweichungen von den Anweisungen in diesem Prüfverfahren können zu signifikant unterschiedlichen Prüfergebnissen führen. Es ist technisches Wissen über das Verhalten von textilen und sonstigen Stoffen und die Theorie der Wärmeübertragung sowie Prüfpraxis erforderlich, um einschätzen zu können, welche Abweichungen von den in diesem Prüfverfahren gegebenen Anweisungen signifikant sind. Die Normung des Prüfverfahrens reduziert die Anforderungen an das technische Wissen, aber ersetzt dieses nicht vollständig.

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).

ISO 9162, *Petroleum products — Fuels (class F) — Liquefied petroleum gases — Specifications*

ISO/TR 11610, *Protective clothing — Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO/TR 11610 und die folgenden Begriffe.

3.1

absorbierte Wärme

Wärme, die von den Sensoren, die an der Oberfläche der Prüfpuppe angebracht sind, absorbiert wird, wenn diese der einwirkenden Wärme ausgesetzt wird

3.2

assoziierte Fläche

Fläche der Körperregion, geteilt durch die Anzahl der Sensoren in dieser Körperregion (siehe 5.3, Tabelle 2)

3.3

vollständige Bekleidung

jedes einzelne Kleidungsstück oder Kombination von Kleidung, das/die für den Schutz des Rumpfes, der Arme und der Beine des Trägers vorgesehen ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Sowohl ein einzelnes Kleidungsstück als auch eine Kleidungszusammenstellung kann zum Schutz des Kopfes des Trägers eine Haube (integral oder separat) oder Balaclava enthalten. Eine Kombination von Kleidungsstücken kann Unterkleidung oder äußere Kleidungsstücke enthalten.

3.4

Konditionierung

Aufbewahren von Proben über einen Mindestzeitraum unter genormten Bedingungen von Temperatur und relativer Luftfeuchte

3.5

Wärme

Wärmestrom multipliziert mit der Zeitdauer der Messung und der assoziierten Fläche

3.6

Feuer

rascher Oxidationsprozess, der eine chemische Reaktion von Kraftstoff und Sauerstoff darstellt, welcher zu einer Entwicklung von Licht, Wärme und Verbrennungsprodukten in wechselnden Intensitäten führt

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Kraftstoff kann aus Staub, einem Gas oder Dämpfen einer entzündbaren Flüssigkeit bestehen. Das Feuer dauert solange an, wie eine brennbare Mischung aus Kraftstoff und Luft besteht.

3.7

Flammenverteilung

räumliche Verteilung einfallender Flammen aus den Brennern der Prüfeinrichtung, die einen gesteuerten *Wärmestrom* über die Oberfläche der Prüfpuppe bewirkt

3.8

Größenzugabe

Größenunterschied zwischen Körpermaßen (der Prüfpuppe) und Bekleidungsmaßen

3.9

Wärmestrom

thermische Intensität, angegeben durch die übertragene Wärmemenge, geteilt durch Zeit und Oberfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Die anfallenden Daten müssen in jedem Fall in einem Format vorliegen, das nach ISO 13506-2 von einem Computerprogramm zur Beurteilung der gesamten Wärmeübertragung über die Dauer der Aufzeichnung und/oder die mögliche Hautverbrennung verarbeitet werden kann.

Anmerkung 2 zum Begriff: Zwei Wärmestrommessungen sind möglich. Eine, die nur die Sensoren unterhalb des Prüflings berücksichtigt und eine andere, die alle Sensoren an der Oberfläche der Prüfpuppe berücksichtigt.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Wärmestrom wird in kW/m^2 ausgedrückt.

3.9.1

absorbierter Wärmestrom

Wärmestrom, der von den *Prüfpuppensensoren*, die an der Oberfläche der Prüfpuppe angebracht sind, absorbiert wird, wenn diese dem einwirkenden Wärmestrom ausgesetzt wird

3.9.2

einwirkender Wärmestrom

Wärmestrom, dem ein Prüfgegenstand oder eine bloße Prüfpuppe ausgesetzt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der einwirkende Wärmestrom wird durch Eigenschaften der Sensoren der Prüfpuppe und ihrer gemessenen Leistung während der Exposition einer bloßen Prüfpuppe bestimmt.

3.10

Wärmestromsensor

Gerät, das den unter Prüfbedingungen auf die Oberfläche der Prüfpuppe auftreffenden Wärmestrom messen oder das Daten erzeugen kann, die zur Berechnung des Wärmestromes verarbeitet werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Die anfallenden Daten müssen in jedem Fall in einem Format vorliegen, das von einem Computerprogramm zur Beurteilung der gesamten Wärmeübertragung über die Dauer der Aufzeichnung und/oder die vorhergesagte Hautverbrennung verarbeitet werden kann.

3.11

einwirkende Wärme

Wärme, der ein Prüfgegenstand oder eine bloße Prüfpuppe ausgesetzt wird

3.11.1

gesamte einwirkende Wärme

Menge der auf sämtliche *Prüfpuppensensoren* einwirkende Wärme während der bloßen Aussetzung

3.12

sensorbestückte Prüfpuppe

Modell, das einen Menschen von Erwachsenengröße darstellt und an der Oberfläche mit *Prüfpuppensensoren* bestückt ist

3.13

Prüfpuppensensor

Wärmestromsensor, der die Anforderungen dieser Norm erfüllt (siehe 3.10 und 5.3)

3.14

maximaler Wärmestrom

höchster Wert des *absorbierten Wärmestromes*, der an einem *Prüfpuppensensor* während der Prüfung aufgezeichnet wird

3.15

Wärmeübertragungsfaktor

Verhältnis der *übertragenen Wärme* zur *einwirkenden Wärme* über die Wärmeberechnungsdauer

3.16

Schutzkleidungsensemble

jegliche Kombination vollständiger Schutzkleidungsstücke

Anmerkung 1 zum Begriff: Obwohl diese Wärmeübertragung auf Hände und Füße nicht gemessen wird, dürfen Handschuhe und Fußschutz Bestandteil des zu prüfenden Bekleidungsensembles sein. Dies erlaubt eine realistische Darstellung von Grenzflächen und ermöglicht eine Sichtprüfung von Handschuhen und Fußschutzbekleidung während und nach der Prüfung.

3.17

Hitzeschutz

Eigenschaft, die die Gesamtschutzleistung eines Kleidungsstückes oder eines Schutzkleidungsensembles in Bezug auf ihre Fähigkeit kennzeichnet, die Übertragung einer Wärmeenergiemenge während des festgelegten Bemessungszeitraums zu begrenzen

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Stichflammenprüfung der Schutzkleidung können der Hitzeschutz des Kleidungsstückes oder des Bekleidungsensembles zahlenmäßig anhand der gemessenen Ansprechzeit des Prüfpuppensensors bestimmt werden, die angibt, wie gut die Schutzkleidung oder das Bekleidungsensemble die Oberfläche der Prüfpuppe gegen Hitzeeinwirkung schützt. Weitere mit der Berechnung des Prüfpuppensensors verbundene beobachtbare Phänomene sind neben der gemessenen Ansprechzeit des Sensors auch das physikalische Ansprechen und die Degradation des Kleidungsstückes oder Ensembles, und diese können für das Verständnis des Hitzeschutzes des Kleidungsstückes oder des Schutzkleidungsensembles ebenfalls hilfreich sein.

3.18

Wärmeübertragung

Wärme, die durch den Prüfgegenstand übertragen und vom Prüfpuppensensor über den festgelegten Bemessungszeitraum absorbiert wird

3.18.1

gesamte Wärmeübertragung

Menge der auf sämtliche Prüfpuppensensoren *übertragenen Wärme*

Anmerkung 1 zum Begriff: Jeder Prüfpuppensensor verfügt über eine assoziierte Fläche. Es ist davon auszugehen, dass die an jedem Prüfpuppensensor gemessene Wärmeübertragung über diese assoziierte Fläche einheitlich ist. Einige Prüfpuppen verfügen über eine Sensorgestaltung, wo jedem Prüfpuppensensor dieselbe Fläche zugeordnet ist, bei anderen ist das nicht der Fall.

3.18.2

Bemessungszeitraum der Wärmeübertragung

Wärmeübertragung wird über den gesamten Bemessungszeitraum gesammelt (siehe 8.2.6).

4 Allgemeines

Das Verfahren bewertet die Hitzeschutzleistung des Prüfstücks, das entweder ein Kleidungsstück oder ein Bekleidungsensemble ist. Die Schutzleistung ist eine Funktion der Materialeigenschaften und der Ausführung. Der durchschnittliche einwirkende Wärmestrom beträgt 84 kW/m^2 mit einer Expositionsdauer bis zu 12 s.

Das konditionierte Prüfstück wird einer unbeweglichen aufrechten Prüfpuppe von der Größe eines Erwachsenen angezogen und der Laborsimulation einer Stichflamme unterzogen, deren Wärmestrom, Dauer und Flammenverteilung gesteuert sind. Das Prüfverfahren, die Datenerfassung, die Berechnungen der Ergebnisse und die Erarbeitung des Prüfberichts erfolgen unter Verwendung von Computer-Hardware und von Softwareprogrammen.

Die während und nach der Exposition durch das Prüfstück hindurch übertragene Wärme wird durch Prüfpuppensensoren gemessen. Diese Messwerte sind zur Berechnung der gesamten Wärmeübertragung auf die Oberfläche der Prüfpuppe und des Wärmeübertragungsfaktors zu verwenden.

ANMERKUNG Der Zweck dieses Prüfverfahrens ist die Messung des Wärmestroms und die Berechnung der übertragenen Wärme. Die Ergebnisse können ebenfalls dazu verwendet werden, den durch die Exposition gegenüber der Stichflamme entstandenen Grad der Brandverletzungen sowie den Gesamtbereich der Brandverletzungen zu messen, wie in Teil 2 dieser Norm (ISO 13506-2 [4]) beschrieben.

Die Identitätsbezeichnung des Prüfkleidungsstückes, die Prüfbedingungen, Kommentare und Bemerkungen zum Prüfziel und die Reaktion des Prüfstücks auf die Exposition werden aufgezeichnet und als Teil des Prüfberichts aufgenommen. Die Leistung des Prüfstücks wird durch den berechneten Gesamtwert der Wärmeübertragung, die während des Datenerfassungszeitraumes auf die Prüfpuppe übertragen wird, den gesamten Wärmeübertragungsfaktor und durch die Art, in der es auf die Exposition reagiert, angegeben.

5 Geräte

5.1 Sensorbestückte Prüfpuppe

Es ist eine aufrecht stehende Prüfpuppe zu verwenden, die nach Form und Größe einen Erwachsenen darstellt (siehe Bild). Der Aufbau der Prüfpuppe muss einen menschlichen Körper simulieren und aus Kopf, Brust/Rücken, Bauch/Gesäß, Armen, Händen, Beinen und Füßen bestehen. Die Arme sollten an den Schultern rotieren können, um das Anlegen und Ausziehen von Kleidungsstücken zu erleichtern.

ANMERKUNG 1 Bild 2 zeigt eine männliche Körperform und die Maße in der Tabelle 1 gelten für eine männliche Prüfpuppe. Eine Standardform für die weibliche Figur wurde noch nicht bestimmt.

Die Prüfpuppe muss aus flammbeständigen, thermostabilen nichtmetallischen Werkstoffen, wie z. B. Keramik oder glasfaserverstärktes Vinylester, hergestellt sein, das nicht zum Verbrennungsprozess beiträgt. Die Dicke der äußeren Schale muss mindestens 3-6 mm betragen.

ANMERKUNG 2 Die Dicke der Prüfpuppe hängt von den strukturellen Anforderungen ab, die notwendig sind, um eine stabile physische Form in Bezug auf die thermischen Eigenschaften des Werkstoffs der Prüfpuppe zu erhalten. Ebenso wurde in der Vergangenheit beobachtet, dass diese die eher die Funktionsfähigkeit der Prüfpuppe als die Reproduzierbarkeit von Ergebnissen beeinflusst. Beispielsweise wurde herausgefunden, dass die Variationen der Dicke der Prüfpuppe die Haltbarkeit aufgrund unterschiedlicher thermischer Beanspruchungen beeinflussen, welche das Risiko der Rissbildung erhöhen. Dazu kommt, dass je dicker die Prüfpuppe, desto länger benötigt diese zum Abkühlen. Die Prüfpuppe verwendet eine hohle Struktur, um die elektrische Verkabelung der Sensoren zu ermöglichen.

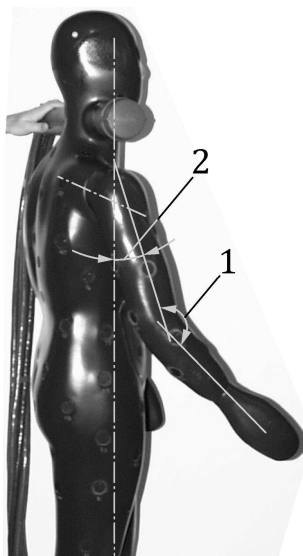
Die Prüfpuppe darf nicht aus einem Material bestehen, das durch Feuchte oder eine Reinigungsflüssigkeit (z. B. Wasser, Aceton usw.) Schaden nehmen könnte, die zur Reinigung der Sensoren der Prüfpuppe verwendet werden dürfen.

5.2 Körperhaltung der Prüfpuppe

Ein System, das reproduzierbares Positionieren ermöglicht, ist für die Prüfpuppe erforderlich. Es darf aus einer Positioniervorrichtung für Stifte im Boden, einem tragbaren starren Positionierahmen und/oder einem licht- oder lasergestützten Positioniersystem für den Rumpf und die Arme bestehen.

Der Winkel der Schultern (Bild 1, Nr. 2) muss zwischen 25° und 35° zur Mittellinie der Prüfpuppe eingestellt werden. Der Ellenbogenwinkel zwischen dem Ober- und Unterarm (Bild 1, Nr. 1) muss in einem Bereich von 150° bis 165° eingestellt werden. Diese Winkel gelten für alle Expositionen der Prüfpuppe (im bloßen Zustand und mit angelegten Prüfeinheiten). Referenzlinien und -winkel werden im Bild 1 angegeben.

ANMERKUNG 1 Klebeband kann verwendet werden, um die Reibung der Armgelenke zu erhöhen, um sicherzustellen, dass die Position während der Exposition erhalten bleibt¹⁾



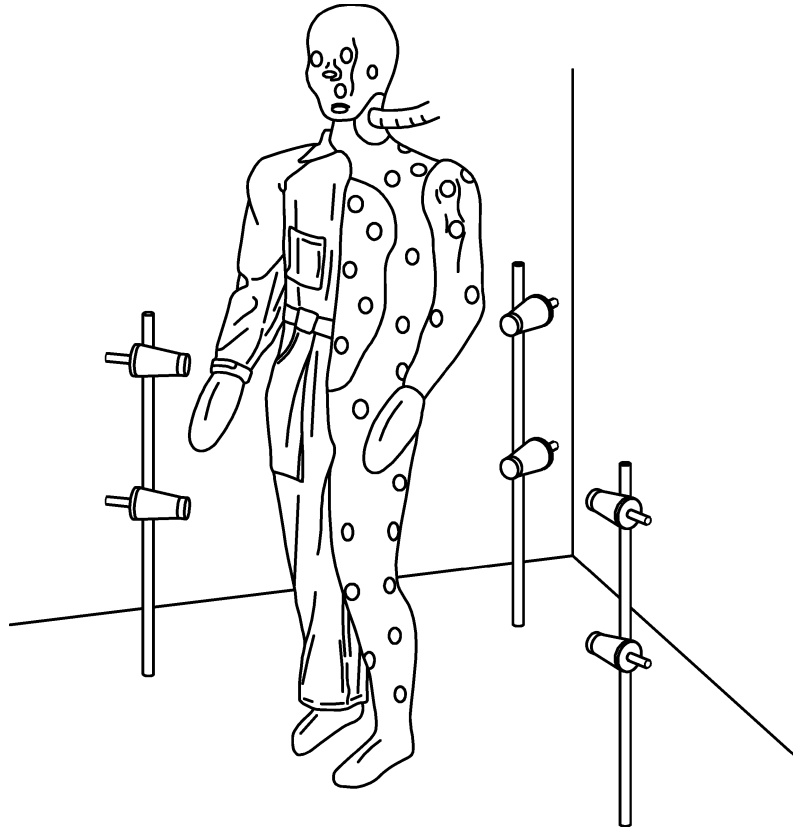
Legende

- 1 Winkel zwischen Oberarm und Unterarm
- 2 Winkel zwischen der Linie Schulter zu Hüfte und Schulter zu Ellenbogen

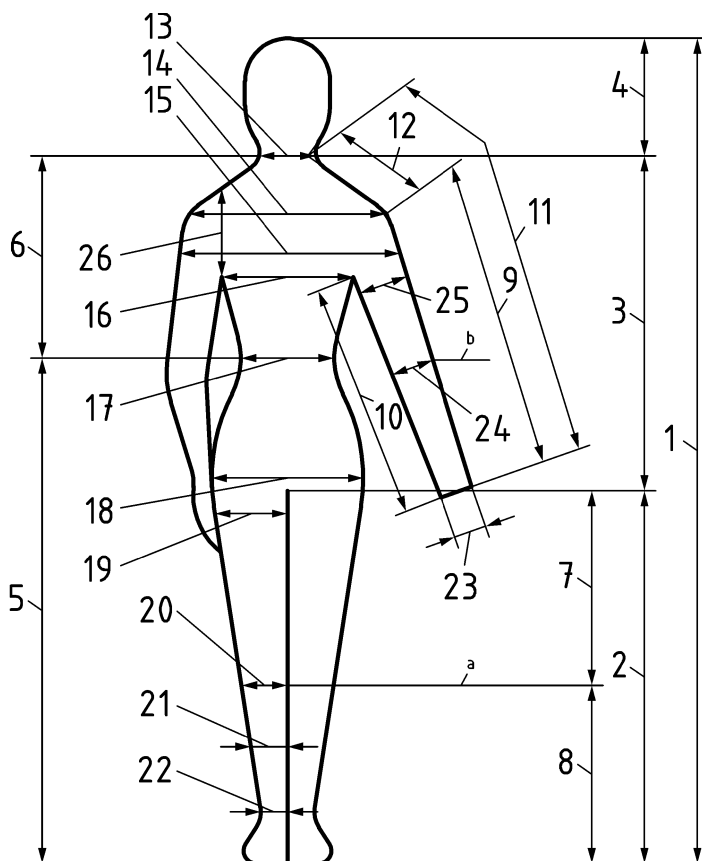
Bild 1 — Definition der Armhaltung

ANMERKUNG 2 Die meisten Prüfpuppen haben Beine, die sich nicht bewegen lassen. Einige Prüfpuppen erlauben eine leichte Drehung des Torsos in Relation zu den Beinen. Die Beine stehen weniger als 10° entfernt von der Mittellinie und die Knöchel sind ungefähr 120-250 mm voneinander entfernt.

1) Ein Beispiel für ein solches Klebeband ist Gore® Joint Sealant. Diese Information wird nur zur Information der Anwender dieser Internationalen Norm gegeben und stellt keine Anerkennung dieses Produktes durch ISO dar. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, sofern nachgewiesen wird, dass sie zu den gleichen Ergebnissen führen.



a) Sensorbestückte Prüfpuppe und Brennerhalterungen (Brennsystem)



b) Maße für die Prüfpuppe in Gestalt eines Erwachsenen

ANMERKUNG Es werden nur sechs Brenner dargestellt.

Bild 2 — Darstellung einer mit Sensoren bestückten Prüfpuppe

Die sensorbestückte Prüfpuppe muss den Maßen in Tabelle 1 entsprechen und die Zahlen im Bild 2b) müssen mit den Maßen in der Tabelle 1 übereinstimmen.

Tabelle 1 — Maße für eine Prüfpuppe in Gestalt eines Erwachsenen²⁾

Nr.	Beschreibung	Messung (mm)	Toleranz (mm)
1	Körpergröße	1 810	±60
2	Hüfthöhe, von der Ferse	880	±75
3	Körperstamm (vom Genick zum Schritt zurück zum Hals)	1 560	±60
4	Kopfhöhe, einschließlich des Nackens	255	±45
5	Taillenhöhe, von der Ferse	1 125	±50
6	Schlüsselbein zur Taille	480	±70
7	Schritt zum Knie	330	±45
8	Kniehöhe, stehend	530	±70
9	von der Schulter bis zum Handgelenk längs des Arms	585	±75
10	Schrittnaht Arm	470	±40
11	Ärmellänge, 3-Punkt-Messung Vom Schlüsselbein zum Handgelenk	785	±65
12	Schulterlänge (von der Basis des Nackens zum Armloch)	170	±75
13	Halsumfang	420	±60
14	über Schultern (von einer Schulter wieder zurück zur anderen Schulter)	500	±90
15	über Brust, 4 Inch ^{N1)} nach unten	475	±95
16	Brustumfang, an den Achseln	995	±105
17	Taillenumfang	870	±25
18	Hüftumfang, max.	1 015	±15
19	Schenkelumfang knapp unter dem Gesäß	590	±40
20	Knieumfang	390	±50
21	Wadenumfang	400	±30
22	Knöchelumfang	280	±30
23	Handgelenksumfang	205	±30
24	Ellenbogenumfang	290	±25
25	Oberarmumfang, am Mittelpunkt	320	±35
26	Schulterumfang	410	±50

2) Prüfpuppen, die diese Anforderungen erfüllen, sind verfügbar bei:

- Composites USA, 1 Peninsula Drive, Northeast, Maryland, USA. Ph. +1 302 834 7712;
- Precision Products LLC, 7400 Whitepine Road, Richmond, Virginia, USA, Ph +1 804 561 0777;
- Measurement Technology Northwest, /Thermetrics, LLC, 4220 – 24th Avenue West, Seattle, WA 98199, USA;
- MYAC Consulting Inc., 23046 Township Road 514, Sherwood Park, AB, T8B 1K9, Canada.

Diese Information wird nur zur Information der Anwender dieser Internationalen Norm gegeben und stellt keine Anerkennung dieses Produktes durch ISO dar. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, sofern nachgewiesen wird, dass sie zu den gleichen Ergebnissen führen.

N1) Nationale Fußnote: Umrechnung: 1 inch = 25,4 mm.

5.3 Prüfpuppensensoren

5.3.1 Kurzbeschreibung

Für das Messsystem muss eine Anzahl von Prüfpuppensensoren verwendet werden, die unter den Prüfbedingungen den auf die Oberfläche der Prüfpuppe einwirkenden oder absorbierten Wärmestrom messen oder Daten erzeugen können, die für die Berechnung des einwirkenden oder absorbierten Wärmestromes an der Oberfläche unter Prüfbedingungen verwendet werden können. Die Messung des einwirkenden Wärmestromes wird dazu verwendet, die Expositionsbedingungen für die Prüfung (bloße Exposition) zu erzeugen; der absorbierte Wärmestrom wird für die Berechnung der Wärmeübertragung auf das Prüfstück verwendet.

Jeder Prüfpuppensensor verfügt über eine assoziierte Fläche. Einige Prüfpuppen verfügen über eine Sensorgestaltung, wo jedem Prüfpuppensensor dieselbe Fläche zugeordnet ist, bei anderen ist das nicht der Fall. Wenn ein Prüfpuppensystem über ungleiche Sensorenbereiche verfügt, müssen die aus den Prüfpuppensensordaten errechneten Ergebnisse nach Flächen gewichtet sein.

Die zu jedem Prüfpuppensensor assoziierte Fläche muss durch Punkte zu den umliegenden Sensoren ermittelt werden. Diese Punkte werden mit geraden Linien an der gekrümmten Oberfläche der Prüfpuppe verbunden. Die sich dabei ergebende Fläche um einen Sensor ist die assoziierte Fläche. Die Prüfpuppensensoren können so ausgeführt sein, dass jede assoziierte Fläche ungefähr denselben Wert hat. Die Prüfergebnisse enthalten sowohl die Ergebnisse zu den individuellen Sensoren, sowie den berechneten Durchschnitt der Körperteile der Prüfpuppe. Die Anzahl der Sensoren pro Zone muss ausreichend sein, um die Leistung des Kleidungsstückes zu beschreiben.

Der einwirkende Wärmestrom ist nicht gleich dem absorbierten Wärmestrom bei einer bloßen Exposition. Der einwirkende Wärmestrom wird aus dem berechneten, absorbierten Wärmestrom an jedem Prüfpuppensensor unter Berücksichtigung der Fähigkeit der Oberfläche des Prüfpuppensensors, die Wärmeenergie der Flammen aufzunehmen und wie viel Energie mit den Wänden des Raumes ausgetauscht wird (siehe auch 5.5.1), berechnet.

ANMERKUNG Die Konvektionsenergie an der Oberfläche des Sensors wird vom Sensor absorbiert. Nur Strahlungswärme geht an der Sensoroberfläche bei der bloßen Aussetzung verloren. Die Umrechnung der einwirkenden auf die absorbierte Wärme ist derzeit nicht definiert und es wird oftmals angenommen, dass diese gleichwertig sind.

5.3.2 Anzahl der Prüfpuppensensoren

Für das System müssen mindestens 110 Prüfpuppensensoren verwendet werden, die so gleichmäßig wie möglich über die Fläche der Prüfpuppe verteilt sind (ausgenommen sind Hände und Füße). Tabelle 2^{N1)} beschreibt eine annehmbare Verteilung von Prüfpuppensensoren.

ANMERKUNG Die in diesem Prüfverfahren verwendete Prüfpuppe besteht aus einer komplexen, dreidimensionalen Oberflächentopografie. Kleinere Kompromisse sind notwendig, um die Sensoren in Anbetracht der Geometrie der Prüfpuppenform so gleichmäßig wie möglich auf der Oberfläche zu verteilen.

^{N1)} In der englischen Referenzfassung ist die Verweisung auf Tabelle 2 fehlerhaft. Dies wurde in der deutschen Fassung korrigiert.

Tabelle 2 — Verteilung der Sensoren

Körperregion	Körpergebiet	Mindest- anzahl der Prüfpuppen- sensoren	Prozentsatz der gesamten mit Sensoren ausgestatteten Fläche ohne Sensoren an Händen oder Füßen	Prozentsatz des Körpergebietes (Gebiet in m ² basierend auf einer angenommenen Körperoberfläche von 2 m ²) siehe Anmerkung 2
Kopf	Kopf	8	7 %	7,8 (0,156)
Brust und Unterleib	Brust	10	40 % (Rumpf)	35,5 (0,71) (Rumpf)
	Bauch	11		
Rücken	Obere Hälfte	11		
	Untere Hälfte	11		
Rechter Arm	Arme	18	16 %	13,9 (0,278)
Linker Arm				
Rechtes Bein	Ober- und Unterschenkel	41	37 %	30,5 (0,6)
Linkes Bein				
Falls Sensoren auch an Armen bestückt sind	Hände	0	—	5,4 (0,108)
Falls Sensoren auch an Beinen bestückt sind	Füße	0	—	6,9 (0,138)
—	Insgesamt	110	100 %	100 (2)

ANMERKUNG 1 Die derzeit verwendete Anzahl der Sensoren variiert üblicherweise zwischen 110 und 126 Sensoren. Abhängig von Anzahl und Anordnung der Prüfpuppensensoren sollte Spalte 3 oder 4 angewendet werden. Zusätzliche Sensoren dürfen an den Händen und Füßen angebracht werden, falls gewünscht. Das Hinzufügen von Prüfpuppensensoren an den Händen und Füßen erfordert die Anwendung der Prozentsätze in Tabelle 2, Spalte 5.

ANMERKUNG 2 Mehrere Quellen (z.B. U.S.EPA. Exposure Factors Handbook (1997 Final Report). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, DC, EPA/600/P-95/002F a-c, 1997 [wird teilweise aktualisiert]), gehen von einer Gesamtoberfläche von etwa 2 m² bei einer männlichen Prüfpuppe von annähernd 1,85 m Größe und durchschnittlichem Gewicht aus. Wird die Fläche abgezogen, der nicht von Sensoren bedeckt ist (Hände und Füße), ergibt sich eine Oberfläche von etwa 1,8 m².

5.3.3 Messbereich des Prüfpuppensensors

Jeder Prüfpuppensensor muss den einwirkenden Wärmestrom in einem Bereich zwischen 0 kW/m² bis 130 kW/m² messen können (berechnet aus dem absorbierten Wärmestrom, wie in 5.3.1 beschrieben). Der Prüfpuppensensor muss Wärmeströme bis zu 200 kW/m² und schnellen Änderungen des Wärmestroms (z. B. 4 Sekunden bei bloßer Exposition) standhalten können, ohne zerstört zu werden. Dieser Bereich ermöglicht die Verwendung der Prüfpuppensensoren zur Erfassung der Expositionstärke bei direkter Einwirkung der Flammen auf die bloße Prüfpuppe in einer Prüfung ohne Prüfstück, und es ist ebenso möglich, die auf die Prüfpuppe übertragene Wärme bei Beflammung mit dem Prüfstück zu messen.

ANMERKUNG Die Funktionsfähigkeit des Sensors in einem Bereich zwischen 0 kW/m² und 130 kW/m² und die Beständigkeit gegen Zerstörung bei Wärmeströmen bis zu 200 kW/m² hängt von der Spezifikation des Herstellers und der/den angegebenen Kalibrierungskurven und anderen Korrekturfaktoren ab. Die Kalibrierung mit einem nachvollziehbaren Bezugssensor und einer Strahlungswärmequelle sind nur bis etwa 40 kW/m² sinnvoll, da über diesem Niveau keine akzeptierten nachvollziehbaren Bezüge vorliegen.

5.3.4 Prüfpuppensensorausführung

Die Prüfpuppensensoren müssen aus einem Material mit bekannten thermischen Merkmalen hergestellt sein, die bei der Temperaturmessung durch den Sensor zur direkten Anzeige des Wärmestromes und ihrer zeitlichen Schwankungen, die an den Sensoren auftreten, verwendbar sind. Die Außenfläche muss ein Absorptionsvermögen von 0,9 oder höher aufweisen oder mit einer dünnen glatten Schicht schwarzer Hochtemperaturfarbe mit einem Absorptionsgrad von 0,9³⁾ oder höher bedeckt sein. Bei Kalibrierung mit einem NIST oder einem gleichwertigen Bezugssensor, muss der Puppensensor eine Ansprechzeit in einem Bereich von 0,2 Sekunden des Bezugssensors aufweisen und bei Exposition gegenüber einer reinen Strahlungsquelle von 84 kW/m² innerhalb von 1 Sekunde mindestens einen Wärmestrom von 79 kW/m² erreichen.

ANMERKUNG 1 Sensoren, die erfolgreich verwendet wurden, sind u. a. Gardon-Sensoren (Schmidt-Boelter-Sensoren), Wärmekapazitätskalorimeter (erdverlegte, sowie oberflächenbasierende Varianten) und Sensoren auf Basis von Hautsimulationen.

ANMERKUNG 2 Die dynamische Reaktion des Wärmestromsensors zur thermischen Prüfung der Puppe hängt von vielen Elementen ab, einschließlich der Auslegung des Fühlerelements und dessen Wärmeträgheit. Bei Sensoren, die auf Thermoelementen basieren, sind Auslegungen, welche die Wärmeträgheit im Thermoelement auf ein Minimum beschränken, vorzuziehen. Dies umfasst auch intrinsische Auslegungen (Verbindungsstelle basierend auf dem Kontaktbereich der Oberfläche jedes Drahtes, einzeln verbunden über ein Wärmeleitmaterial, um zeitlich einen ms-Bereich bei großen Drahtdurchmessern, z. B. 0,3 mm und weniger, zu erreichen - schnellste Auslegungsvariante), die Verbindung von Drähten durch Stumpfschweißen (Einschwingverhalten in Relation zum Drahtdurchmesser – Werte von 0,18 mm und weniger führen zu Reaktionszeiten von ~150 ms oder besser) und Drahtverbindungen durch Schweißen, die zu einer Verbindungsstelle mit Schweißraupen führen (Schweißraupengrößen von 0,12 mm und weniger führen zu Reaktionszeiten von ~150 ms oder besser).

Das zeitliche Ansprechverhalten der Sensorkonstruktion muss überprüft werden, indem repräsentative Prüflinge einer plötzlichen Änderung des Wärmestromes ausgesetzt werden. Ein dazu erlaubtes Verfahren ist der Einsatz einer Wärmequelle zur Kalibrierung und eines Verschlussystems (eine plötzliche Änderung des einwirkenden Wärmestromes am Ort des Sensors an der Prüfpuppe wird durch das Verschlussystem erzeugt). Andere Verfahren sind ebenfalls erlaubt, um die notwendigen Zeitinformationen zu erhalten. Der Ausgabewert des Prüfpuppensensors muss nach Öffnen des Verschlusses mindestens 60 % des Wertes der Kalibrierungswärmequelle nach 0,5 s oder weniger erreicht haben.

3) Krylon #1618 BBQ and Stove; Krylon #1316 Sandable Primer; Krylon #1614 High Heat and Radiator paint, sowie Pyromark 1200 werden als geeignet erachtet. Siehe ASTM Study "Evaluation of Black Paint and Calorimeters used for Electric Arc Testing", ASTM contract #F18-103601, Kinectrics Report: 8046-003-RC-0001-R00, August 22, 2000. Diese Information wird nur zur Information der Anwender dieser Internationalen Norm gegeben und stellt keine Anerkennung dieses Produktes durch ISO dar. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, sofern nachgewiesen wird, dass sie zu den gleichen Ergebnissen führen.

5.3.5 Anordnung der Prüfpuppensensoren

Die Prüfpuppensensoren, die an der Prüfpuppenoberfläche angebracht sind, dürfen auf gegenüberliegenden Seiten in Bereichen mit starker Krümmung, wo eine Mittelachse flach an der Prüfpuppenoberfläche verläuft, nicht um mehr als 1,5 mm in die Oberfläche eingesenkt sein oder um mehr als 2 mm von der Oberfläche abstehen.

ANMERKUNG 1 Es können einige Unterschiede erwartet werden bei Prüfpuppensensoren, die an Kurven mit kleinem Radius angebracht sind (z.B. an Armen und Beinen). Es wurde erwiesen, dass die Anordnung der Oberflächensensoren der Prüfpuppe in Bezug zur Fläche der Prüfpuppe die Erfassungen beeinflussen kann. Die Sensorkanten an der Prüfpuppe sollten nicht weiter als in den obigen Anforderungen angegeben von der Oberfläche der Prüfpuppe abstehen. Dies führt üblicherweise dazu, dass der Wärmestrom höher ist, wenn der Sensor entweder hervorsteht oder niedriger steht als erwartet, wenn der Sensor unterhalb der Oberfläche der Prüfpuppe angebracht ist.

ANMERKUNG 2 Der Messwert des Wärmestroms am Sensor könnte durch die Bildung einer Brücke oder Isolierung an der Sensoroberfläche aufgrund der Ansammlung von Ruß oder Ablagerungen zwischen Sensor und Prüfpuppe erhöht oder reduziert werden. Die Sensorbuchse muss daher regelmäßig gereinigt werden, falls Kleidungsstücke geprüft werden, die derartige Rückstände verursachen.

5.3.6 Kalibrierung der Prüfpuppensensoren

Die Kalibrierung jedes einzelnen Prüfpuppensensors muss nach dem in Anhang C.2 angegebenen Verfahren erfolgen.

5.4 Datenerfassungssystem

Es muss ein System zur Verfügung stehen, das in der Lage ist, die Messergebnisse von 10 Prüfsensoren je Sekunde während der gesamten Datenerfassungsdauer von mindestens 240 s aufzunehmen und zu speichern.

Die Genauigkeit des Messsystems muss weniger als 2 % der Erfassung oder ± 10 °C betragen, wenn ein Temperatursensor verwendet wird.

Das Datenerfassungssystem für sowohl die Prüfpuppe, als auch das Kalibrierungssystem (falls unterschiedlich) muss die folgenden Spezifikationen erfüllen:

- Wandlerauflösung von analog zu digital ≥ 16 bit;
- Abtastfrequenz einzelner Kanäle ≥ 10 Hz;
- Temperaturentauung besser als 0,001 °C;
- Hardware-Filterfunktion, falls verwendet, von 2-50 Hz (üblicherweise 15 Hz).

ANMERKUNG Der Einsatz einer Hardware-Filterfunktion ist optional, da dies auch durch Software erreicht werden kann. Der Zweck der Filterfunktion ist, die Artefakte beim Abtasten („Sampling“), die aufgrund einwirkender elektrischer Störquellen infolge von elektromagnetischen Interferenzen (EMI), wie das Öffnen und Schließen von Magnetventilen, Lichtquellen innerhalb der Kammer, Zündeinrichtungen, usw. entstehen. In Bereichen mit hoher EMI-Belastung oder stark gestörten Umgebungen wurden Einflüsse auf die gemessenen Sensorergebnisse beobachtet.

5.5 Softwareprogramm für den Computer

5.5.1 Allgemeines

Für den Computer ist ein Softwareprogramm zu verwenden, das in der Lage ist, Folgendes zu berechnen:

Für die Kalibrierung der Beflammung der bloßen Puppe:

- 1) Der absorbierte Wärmestrom im Zeitablauf wird gemessen oder die Prüfpuppensensordaten werden in den absorbierten Wärmestrom im Zeitablauf umgewandelt.
- 2) Der einwirkende Wärmestrom wird auf Basis des absorbierten Wärmestroms berechnet (siehe 5.3.1).

ANMERKUNG Zur Berechnung der einwirkenden Wärme muss die konvektive Wärmeübertragung zur Sensoroberfläche, das Emissionsvermögen des Sensors, die Aufteilung der strahlenden und konvektiven Wärmeübergangsmodi und ein akzeptierter Wert von 84 kW/m^2 basierend auf dem akzeptierten Bezugswärmestrom bekannt sein. Zusätzliche Korrekturen der Sensorreaktion sind für bestimmte Sensorauslegungen notwendig, welche Wärmeverluste, Wärmezugewinne und grundlegende Offsets infolge des Konstruktionsmaterials berücksichtigen.

- 3) Der Wärmestrom bei der Exposition wird für jeden Prüfpuppensensor entsprechend Anhang C.2 berechnet, was den Wärmestrom im Zeitablauf ergibt, um den Wärmestrom bei der Exposition zu berechnen.
- 4) Der gesamte durchschnittliche Wärmestrom bei der Exposition ist für die gesamte Prüfpuppe zu berechnen.
- 5) Es ist zu bestätigen, dass die Wärmestromwerte bei der Exposition für jede Körperregion (Kopf, rechter Arm, linker Arm, Brust und Unterleib, Rücken, linkes Bein und rechtes Bein) und die gesamte Prüfpuppe die beschriebenen Kriterien erfüllen (siehe 5.7.4.4).
- 6) Die Wärmeübertragung auf jeden Prüfpuppensensor wird berechnet sowie die gesamte Wärmeübertragung für das gesamte System (siehe Anhang D).

Für die Messung der Prüfkörper:

- 1) Der absorbierte Wärmestrom im Zeitablauf wird gemessen oder die Prüfpuppensensordaten werden in den absorbierten Wärmestrom im Zeitablauf umgewandelt.
- 2) Die Wärmeübertragung je Prüfpuppensensor (siehe 5.4.5) und die gesamte Wärmeübertragung für das gesamte System.
- 3) Der Wärmeübertragungsfaktor je Prüfpuppensensor (siehe 5.4.6) und Gesamtübertragungsfaktor.

5.5.2 Einwirkender Wärmestrom

Der einwirkende Wärmestrom wird aus dem Wärmestrom, der von jedem Prüfpuppensensor während der Exposition der bloßen Puppe absorbiert wurde, durch ein Computer-Softwareprogramm bestimmt. Der einwirkende Wärmestrom muss nach 9.3 aufgezeichnet werden.

5.5.3 Wärmestrom während der Exposition

Bei Expositionen der bloßen Prüfpuppe muss der Wärmestrom bei der Exposition für jeden Prüfpuppensensor so berechnet werden, wie der durchschnittliche einwirkende Wärmestrom, der für den Sensor während des stationären Bereiches der Exposition berechnet wurde, wie in Anhang C.4 beschrieben.

Der Wärmestrom während der Exposition ist für jede Körperregion und die gesamte Prüfpuppe zu berechnen, indem der Durchschnittswert der Daten der Prüfpuppensensoren ermittelt wird. Der zu berichtende Wert ist der Durchschnittswert der nach Flächen gewichteten Durchschnittswerte der Region für jeden Prüfpuppensensor während der Expositionszeit der bloßen Puppe. Dieses Verfahren wird im Anhang C.4 beschrieben.

ANMERKUNG Die Behandlung von Störungen der Wärmestrommesswerte und negativen Wärmestromwerten erfolgt entsprechend der angewandten Korrektur für die übertragene Wärme (siehe Anhang D). Die Körperregionen (Kopf, rechter Arm, linker Arm, Brust und Unterleib, Rücken, linkes Bein und rechtes Bein) sind notwendig, um den Wärmestrom über mehreren Ebenen und Höhen des Körpers zu vergleichen, um sicherzustellen, dass die Beflammung der gesamten Prüfpuppe ähnlich ist (siehe 5.3.2 [Tabelle 2] und 5.7.4.4 [3]).

5.5.4 Übertragene Wärme (siehe Anhang D.1)

Die Wärmeübertragung je Prüfpuppensensor, die für die Zielsetzung dieser Norm gleich der absorbierten Wärme je Prüfpuppensensor ist, ist für jeden Prüfpuppensensor unter Berücksichtigung der assoziierten Fläche jedes Sensors zu bestimmen. Die gesamte Wärmeübertragung muss die Summe der Wärmeübertragung auf alle Prüfpuppensensoren sein. Einzelheiten zur Berechnung der gesamten Wärmeübertragung sind in Anhang D.1.2 zu finden.

5.5.5 Wärmeübertragungsfaktor (siehe Anhang D.2)

Der Wärmeübertragungsfaktor ist durch ein Computerprogramm zu bestimmen, welches das Verhältnis der Wärmeübertragung während der Datenerfassung und der Wärmeübertragung während der Exposition der bloßen Prüfpuppe berechnet.

ANMERKUNG Dieses Verhältnis liefert die besten Informationen, wenn die Expositionszeiten der bloßen Prüfpuppe und des Prüfstückes gleich sind. Gleiche Zeiträume für die Beflammung der bloßen Prüfpuppe und die Exposition des Prüfstückes sind nicht immer möglich. Dickere Kleidungsstücke wie diejenigen, die von der Feuerwehr getragen werden, sind für längere Expositionszeiten ausgeführt, es sind acht Sekunden oder mehr erforderlich, um signifikante Übertragungen von Wärme auf die Oberfläche der Prüfpuppe zu beobachten. Die Prüferfahrung hat gezeigt, dass die Exposition von unbedeckten Prüfpuppensensoren bei diesen längeren Zeiträumen und den hohen Werten des Wärmestromes zu einer hohen Versagensrate der Sensoren führt.

Die Berechnung muss zwei Prüfsituationen berücksichtigen:

- a) Expositionszeit der bloßen Prüfpuppe und Expositionszeit des Prüfstückes sind identisch;
- b) die Exposition der bloßen Prüfpuppe dauert 4 s während die Exposition des Prüfstückes 4 s oder länger dauert.

Im Fall a) ist die Berechnung relativ einfach. Im Fall b) ist anzunehmen, dass der durchschnittliche Wärmestrom während der Exposition, berechnet für jeden Prüfpuppensensor, während der Expositionszeit von 4 s für die bloße Prüfpuppe und für die volle Exposition während der Expositionszeit des Prüfstückes repräsentativ ist.

Im Prüfbericht ist anzugeben, welche Expositions- und Kalibrierungszeiten ausgewählt wurden (siehe 9.3).

Der Faktor der gesamten Wärmeübertragung ist der Durchschnittswert der Wärmeübertragungsfaktoren sämtlicher Prüfpuppensensoren. Einzelheiten zur Berechnung des Faktors der gesamten Wärmeübertragung sind in Anhang D.3 zu finden.

ANMERKUNG Bei der Prüfung nach dem oben angegebenen Punkt (b), muss die Brennstoffzufuhr während der gesamten Expositionszeit überwacht werden, um einschätzen zu können, wie gut die Expositionsbedingungen aufrechterhalten werden. Messgeräte für den Brennstoffdurchfluss und Druckwächter haben sich für diesen Zweck als sinnvoll erwiesen (siehe 5.7.3).

5.6 Flammenexpositionskammer

5.6.1 Allgemeines

Für die Aufnahme der Prüfpuppe und der Bestrahlungsgeräte ist eine belüftete feuerbeständige Arbeitszelle mit Sichtfenstern und einer oder mehreren Zugangstüren erforderlich. Die Kammer muss mit einem Zuluftsystem für die Zuführung von Frischluft während der Exposition und einem Entlüftungssystem für die schnelle Abführung der Verbrennungsgase nach Ablauf der Exposition und Datenerfassung ausgestattet sein.

5.6.2 Größe der Kammer

Die Kammer muss groß genug sein, um eine gleichmäßige Flammenexposition über die Oberfläche des Prüfstücks zu ermöglichen, und sie muss genügend Freiraum und Bewegungsfreiheit aufweisen, um das Ankleiden der Prüfpuppe zu ermöglichen, ohne die Brenner zufällig zu erschüttern oder zu verschieben. Kammern mit Mindest-Innenmaßen von 2,1 m Breite, 2,1 m Länge und 2,1 m Höhe sind für genügend Luft für die Verbrennung und Steuerung der Flammen erforderlich.

ANMERKUNG Wenn die Datenerfassungskabel durch den Kopf verlaufen, ist eine Kammerdecke in ausreichender und geeigneter Höhe erforderlich.

5.6.3 Luftströmung in der Kammer

Das Luftvolumen in der Kammer und der nicht unterstützte Luftstrom in die Kammer hinein oder aus ihr heraus muss groß genug sein, dass der für die Erzeugung des erforderlichen Wärmestromes benötigte Verbrennungsprozess während der Expositionsdauer ermöglicht wird.

Vor der Exposition und während der Datenerfassung ist das System abzuschalten, so dass eine ruhige Atmosphäre besteht. Öffnungen der Prüfkammer nach außen sind für den Druckausgleich und die passive Zufuhr angemessener Luftmengen für die vollständige Verbrennung des Brenngases während der Exposition erforderlich.

Unmittelbar nachdem die Datenerfassung beendet ist, muss ein Zwangsentlüftungssystem die Verbrennungsprodukte vor dem Eintritt in die Kammer schnell abführen.

5.6.4 Isolierung in der Kammer

Die Kammer muss gegen andere Luftbewegungen als den durch den Verbrennungsprozess erzeugten natürlichen Luftstrom isoliert sein, so dass die Leitflammen und die bei der Exposition brennenden Flammen vor und während der Prüfexposition und während der Datenerfassungszeiten nicht beeinträchtigt werden.

5.6.5 Entlüftungssystem der Kammer

Die Mindestkapazität des Zwangsentlüftungssystems für die Entfernung der Abgase aus der Prüfexposition ist gleich dem Kammervolumen je Minute, um die Verbrennungsprodukte aus der Prüfexposition abführen zu können. Zusätzlich darf das Zwangsentlüftungssystem bei einer niedrigeren Absaugkapazität arbeiten, um Kühlluft für die Prüfpuppe und die Sensoren einzuleiten, nachdem die Verbrennungsgase aus der Kammer entfernt wurden.

5.6.6 Sicherheitsvorrichtungen der Kammer

Die Expositions-kammer muss mit ausreichenden Sicherheitsvorrichtungen und Messdetektoren ausgestattet sein, um ein sicheres Arbeiten der Prüfeinrichtung sicherzustellen. Dazu dürfen Propangasdetektoren, Bewegungsmelder, Türschlusssmelder, Feuerlöscher, Not-Aus-Einrichtungen, Flammendetektoren und alle anderen Geräte gehören, die als erforderlich erachtet werden. Die Übereinstimmung mit örtlichen Brandsicherheitsbestimmungen ist zu empfehlen.

5.7 Brennstoff und Brennstoffversorgungssystem

5.7.1 Allgemeines

Die Kammer muss mit einer Brennstoffzuleitung, Versorgungsleitungen und Brennersystemen ausgestattet sein, um reproduzierbare Expositionen gegenüber einer Stichflamme zu ermöglichen (siehe Anhang C.4.2).

5.7.2 Brennstoff

Als Brennstoff muss Propan entsprechend den Anforderungen von ISO 9162 verwendet werden.

ANMERKUNG Die meisten Labore verwenden mindestens 90%-Propan um den erforderlichen Wärmestrom zu erreichen. Manche Regionen sind aufgrund schlechter Verfügbarkeit oder Genehmigungsaufgaben nicht in der Lage, Propan von einer so hohen Konzentration zu verwenden. Der Butangehalt und andere Faktoren, wie beispielsweise die Höhe, können einen Einfluss auf den Wärmestrom haben, falls nicht genau kalibriert wird.

5.7.3 Brennstoffzufuhr und -absperresystem

Es ist ein System von Rohrleitungen, Druckreglern, Ventilen und Drucksensoren einzusetzen, das den gasförmigen Brennstoff sicher in das Zündsystem und die Brenner für die Exposition leiten kann. Das Brennstoffzufuhrsystem muss so dimensioniert sein, dass ein durchschnittlicher Wärmestrom von $84 \text{ kW/m}^2 \pm 5 \%$ im gleichmäßigen Einwirkungsteil der Exposition für einen Zeitraum von 12 s, oder abhängig von den Laboranforderungen für die Prüfungsdauer auch länger, erreicht werden kann. Der durchschnittliche Wärmestrom muss mit allen Sensoren in Relation zur Zeit berechnet werden. Die Brennstoffzufuhr muss kontrolliert werden, um eine Expositionsdauer im Bereich von $\pm 0,1 \text{ s}$ der eingestellten Expositionszeit zu erreichen.

Der Brennstoffmassenstrom zu den Brennern ist regelmäßig zu überprüfen, um sicherzustellen, dass er während der Exposition um nicht mehr als 10 % schwankt (außer zu Beginn, wo ein plötzlicher Abfall eintreten kann und darf).

ANMERKUNG 1 Volumenströmmesseinrichtungen mit entsprechenden Temperatur- und Druckmessungen oder verschiedene Massendurchflussmesser für Propan wurden in der Vergangenheit erfolgreich zur Bestätigung des Brennstoffmassenstromes verwendet. Zum Beispiel Micro Motion Inc., Coriolis Mass Flow Sensor (NIST-rückverfolgbar), Model CMF100. Diese Information wird nur zur Information der Anwender dieser Internationalen Norm gegeben und stellt keine Anerkennung dieses Produktes durch ISO dar. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, sofern nachgewiesen wird, dass sie zu den gleichen Ergebnissen führen.

ANMERKUNG 2 Das Zufuhrsystem muss örtlichen Brandschutzvorschriften und elektrotechnischen Vorschriften und von den Anforderungen dieser Norm unabhängigen Normen entsprechen.

ANMERKUNG 3 Eine Expositionszeit von 5 s oder weniger ist ausreichend, um einlagige Kleidungsstücke wie z. B. Overalls zu prüfen. Wenn Bekleidungsensembles für die Feuerwehr geprüft werden, sind längere Expositionszeiten erforderlich. Aus Gründen, die im Zusammenhang mit diesem Prüfverfahren stehen, werden aufgrund eines Problems oder der Wiederholbarkeit einer Prüfung keine Prüfungen unter 3 s durchgeführt.

ANMERKUNG 4 Laut NIST (en: National Institute of Standards and Technology, USA), beträgt die absolute Genauigkeit für die Messung eines Wärmestroms bis zu $250 \text{ kW/m}^2 \pm 8 \%$ (NIST Special Report Publication N 1031 – <http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire05/PDF/f05024.pdf>). Die erforderlichen Grenzwerte von $\pm 5 \%$ für die durchschnittlichen 84 kW/m^2 müssen in Bezug auf die Kalibrierung der verwendeten Prüfpuppensensoren gesehen werden.

ANMERKUNG 5 Laut SANDIA REPORT (SA ND2005-7144, December 2005, Uncertainty Analysis of Steady State Incident Heat Flux Measurements in Hydrocarbon Fuel Fires by James T. Nakos), besteht eine starke Unsicherheit für alle drei analysierten Verfahren (ein Schmidt-Boelter-Wärmestromsensor, ein Kalorimeter und eine inverse Wärmeleitung, sowie eine dünne Platte und eine Energiebilanzmethode) von bis zu $\pm 42 \%$. Dieser große Unterschied leitet sich aus der konvektiven Verteilung und der Tatsache ab, dass die Sensorempfindlichkeit in strahlenden und konvektiven Umgebungen nicht gleich ist. Diese Experimente wurden im Freien ausgeführt und können daher unter Umständen nicht unbedingt kontrolliert sein.

Das verbleibende Gas zwischen dem letzten Ventil und dem Brenner darf 200 cm³ nicht übersteigen und das im Rohr nach dem Schließen des Ventils verbleibende Gas darf nicht mehr als 0,1 Sekunden nachbrennen.

5.7.4 Brennersystem

5.7.4.1 Allgemeines

Das Brennersystem muss aus mindestens 8 Düsenbrennern bestehen, damit ein Bereich von Wärmeströmen mit gleichmäßiger Flammenverteilung erzeugt werden kann, der den Anforderungen nach 5.7.4.4 und den Anhängen C.3 und C.4 entspricht.

ANMERKUNG 1 Die Anforderungen des 5.7.4.4 und der Anhänge C.3 und C.4 können mit 8 Brennern erreicht werden, aber die meisten Labore verwenden 12 Brenner.

ANMERKUNG 2 Die Anordnung der Brenner ist spezifisch für die Flammenexpositionskammer in Abhängigkeit von den Abmessungen der Kammer und der Anordnung der Frischluftzufuhr.

5.7.4.2 Zündleitflamme

Jeder Expositionsbrenner muss mit einer Zündleitflamme versehen sein, die in der Nähe des Brenneraustritts angeordnet ist, jedoch nicht in der direkten Richtung seiner Flammen, um nicht das Flammenmuster für die Exposition zu überlagern. Die Leitflamme wird mit einem Funkenzündsystem entzündet, und das Vorhandensein einer Leitflamme für jeden in Betrieb stehenden Expositionsbrenner muss durch Sichtprüfung bestätigt werden, bevor das Brennstoffversorgungsventil geöffnet wird. Die Leitflammeineinrichtung muss mit einer Beleuchtung oder einem Wärmesensor ausgestattet sein. Diese/r Beleuchtung oder Wärmesensor muss eine gegenseitige Verriegelung mit den Gasversorgungsventilen für die Brenner aufweisen, um ein vorzeitiges oder irrtümliches Öffnen dieser Ventile zu verhindern.

5.7.4.3 Art des Brenners

Rund um die Prüfpuppe sind große, mit Verbrennungsluft versorgte handelsübliche Propanbrenner mit gemischten Düsen und > 60 Watt pro Brenner anzuordnen, um eine gleichmäßige Laborsimulation einer Beflammung zu erzeugen. Die Beflammung muss die Spezifikation in 5.7.4.4 und Anhang C.4 erfüllen.

ANMERKUNG 1 Im Grunde sind diese Brenner darauf ausgelegt, leuchtende (rot-gelblich bis orange) Diffusionsflamme mit verspäteter Mischlüftung und Flammentemperaturen von $\sim 1225\text{ °C} \pm \sim 150\text{ °C}$ zu erzeugen (Gesetz von Burgess-Wheeler – niedrigere Mischgrenzen von Kohlenwasserstoffen in der Luft zeigen eine Verbrennungswärme die im Wesentlichen konstant ist).

ANMERKUNG 2 Eine einzelne Düse mit 10 mm bis 15 mm Innendurchmesser erzeugt eine geeignete Flamme. Obgleich in Abhängigkeit der Größe der Kammer das Entfernen des Düseneinsatzes zu einer verringerten Düsengeschwindigkeit führt, was in einem Flammenprofil resultiert, das von der Auftriebskraft abhängt. Dies kann zu einer verzögerten, lange ausleuchtenden und langsamen Diffusionsflamme mit einem verbesserten, ziemlich gleichmäßig abdeckenden Feuerball führen.

5.7.4.4 Anordnung der Brenner

Die Brenner⁴⁾ sind so einzusetzen und anzuordnen, dass sich die in Anhang C.4 und unten festgelegte Expositionsstärke und Gleichmäßigkeit ergibt.

4) Brenner, die diese Anforderungen erfüllen, können von L.B. White, W6636 L.B. White Road, Onalaska, Wisconsin, 54650, USA, Tel. +1 608 783 5691 und Tiger Torch Co., Centre Avenue East, Airdrie, Alberta, T4B 1P8, Canada, Tel. +1 403 948 5528, Fax +1 403 948 9598 bezogen werden. Die Brenner haben eine Leistung von 60 kW. Diese Information wird nur zur Information der Anwender dieser Internationalen Norm gegeben und stellt keine Anerkennung dieses Produktes durch ISO dar. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, sofern nachgewiesen wird, dass sie zu den gleichen Ergebnissen führen.

ANMERKUNG Brenner, welche ungefähr auf Knie- und Oberschenkelhöhe auf den Ständern positioniert werden, haben sich als effektiv erwiesen. (siehe Tabelle 1).

Die Brenner sind so anzuordnen, einzustellen und auszurichten, dass während der Expositionen der bloßen Prüfpuppe alle drei Anforderungen an die Wärmestromverteilung basierend auf den Sensoren an der Prüfpuppe mit Ausnahme jeglicher Sensoren, die an Händen und Füßen platziert sein dürfen, erfüllt sind:

- 1) der Durchschnittswert des einwirkenden Wärmestromes während der Exposition liegt innerhalb von ± 5 % von 84 kW/m^2 . Der durchschnittliche einwirkende Wärmestrom muss für alle Sensoren aus der absorbierten Wärme in den entsprechenden Zeitintervallen berechnet werden (im Grunde ab dem Zeitpunkt, wo ein stabiler Zustand erreicht wurde);
- 2) die Standardabweichung des durchschnittlichen einwirkenden Wärmestromes, der für alle Prüfsensoren berechnet wurde, beträgt höchstens 20 kW/m^2 ;
- 3) Der durchschnittliche einwirkende Wärmestrom, der für jede Körperregion gemessen wurde (siehe 5.3 und 5.5.3) muss in jedem Fall im Bereich von ± 15 % des durchschnittlichen einwirkenden Wärmestroms, der für die gesamte bloße Prüfpuppe bei einer 4 s Exposition gemessen wurde, liegen.

Die Anordnung und Ausrichtung der Brenner muss dokumentiert werden und eine Verfahrensanweisung für die Bewertung und gegebenenfalls Korrektur der Anordnung muss vorliegen. Ein Verfahren für die Positionierung der Brenner ist im Anhang C.4 angegeben, damit die drei Anforderungen an die Wärmestromverteilung während der Exposition der bloßen Prüfpuppe erfüllt werden können.

5.7.4.5 Feuerlöschsystem

Die Kammer muss mit einem Feuerlöschsystem ausgestattet sein, das den jeweiligen örtlichen Brandsicherheitsbestimmungen entspricht.

5.8 Bildaufzeichnungsvorrichtung

Es muss ein System zur Bildaufzeichnung und Filmaufzeichnung in Echtzeit des Aussehens der Prüfpuppe vor, während und nach der Flammenexposition (siehe 8.2.3, h, i und j) zur Verfügung stehen. Die Vorderseite der Prüfpuppe dient der primären Aufzeichnung der Flammenexposition. Eine Aufzeichnung der Rückseite der Prüfpuppe ist als zusätzliche Aufzeichnungsoption erlaubt.

5.9 Sicherheitsprüfliste

In das Computer-Betriebssystem ist eine Sicherheitsprüfliste aufzunehmen, um sicherzustellen, dass vor Einsetzen der Flammenexposition alle Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt worden sind. Diese Liste muss Folgendes enthalten, ist aber nicht darauf begrenzt:

- a) Bestätigung, dass die Prüfpuppe korrekt für die Prüfung vorbereitet wurde;
- b) Bestätigung, dass die Türen der Kammer geschlossen sind;
- c) Bestätigung, dass sich keine Personen in der Flammenexpositions-kammer befinden;
- d) Bestätigung, dass alle sicherheitstechnischen Anforderungen erfüllt sind.

5.10 Bereich für die Konditionierung von Prüfstücken

Ein Bereich mit einer Temperatur von $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$ und $(65 \pm 5) \%$ relativer Luftfeuchte muss vorhanden sein. Er muss groß genug sein, dass die Prüfstücke aufgehängt werden können, wobei um diese eine gute Luftzirkulation bestehen muss.

5.11 Nachweis der Fähigkeiten des Labors

Die Labororganisation, welche das Prüfverfahren nach ISO 13506-1 ausführt, muss die Fähigkeit, diese Prüfung in einer wiederholbaren und reproduzierbaren Art und Weise durchzuführen, demonstriert haben. Zum Nachweis muss dieses Labor einen Ringversuch mit einem Labor seiner Wahl ausführen, welches die folgenden Anforderungen erfüllt:

- a) die Anforderungen nach 4.2, Zertifizierungsprogramm, und welches für die Prüfung persönlicher Schutzausrüstungen in Übereinstimmung mit ISO Guide 65, *General requirements for bodies operating product certification systems* akkreditiert ist;
- b) zumindest die Anforderungen nach ISO 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories* zur Ausführung der ISO 13506-1.

Der Ringversuch muss zudem Folgendes umfassen:

1. Beide Labore müssen:
 - a) die Anforderungen an die Sensorkalibrierung nach Anhang C erfüllen;
 - b) die Ergebnisse der Beflammungsexposition, wie in der Norm und im Anhang C beschrieben, erfüllen;
 - c) eine Vergleichsprüfung von Kleidungsstücken durchführen, welche die Spezifikation im Anhang B erfüllt;
2. Die Labororganisation, welche das Prüfverfahren nach ISO 13506-1 ausführt, muss alle Anforderungen dieser Norm erfüllen.
3. Die Labororganisation, welche das Prüfverfahren nach ISO 13506-1 ausführt, muss über die Laboreinrichtungen und -anlagen verfügen, um ordentliche Prüfungen zur Bestimmung der Produktkonformität nach ISO-Normen durchzuführen, siehe ISO 13506-1.
4. Die Labororganisation, welche das Prüfverfahren nach ISO 13506-1 ausführt, muss ein Programm betreiben, welches die Kalibrierung für dieses Prüfverfahren und der relevanten Instrumente sicherstellt, sowie Verfahrensweisen einsetzen, welche eine ordentliche Kontrolle der Prüfung ermöglichen.
5. Die Labororganisation, welche das Prüfverfahren nach ISO 13506-1 ausführt, muss bewährten Verfahrensweisen hinsichtlich des Einsatzes von Laborhandbüchern, Formulardatenblättern, dokumentierten Kalibrierungen und Kalibrierungsroutinen, der Leistungsüberprüfung, der Eignungsprüfung, der Personalqualifizierung und Schulungsprogrammen folgen.

6 Probenahme und Prüfstücke

6.1 Allgemeines

Die nach dieser Norm zu prüfenden Proben, bzw. Prüfstücke müssen aus einem Material hergestellt sein und einer Auslegung des Kleidungsstücks/des Kleidungssystems folgen, welches der erwarteten Nutzung entspricht.

6.2 Anzahl der Prüfstücke

Wenn nicht anders in einer Produktnorm oder Produktspezifikation festgelegt, sind mindestens drei Prüfstücke zu prüfen.

6.3 Größe der Prüfstücke

Der Sitz der Kleidung auf der Puppe ist von Bedeutung. Ein Kleidungsstück oder Prüfstück muss für die Prüfung durch das Labor basierend auf gewöhnlichen Kleidergrößen spezifiziert werden. Die Kleidergröße in Relation zu den Maßen der spezifizierten Prüfpuppe für die Prüfung muss die Grundlage zur Auswahl des Kleidungsstücks mit der entsprechenden Standard-Kleidergröße sein, welches der Prüfpuppe korrekt und mit ausreichender Leichtigkeit passt, bzw. angelegt werden kann (d. h. so, als würde man ein Kleidungsstück für eine andere Person suchen).

Deshalb können Variationen bei der Ausführung des Kleidungsstückes und der Art, wie die Prüfpuppe angekleidet wird, die Prüfergebnisse beeinflussen. Daher muss beim Anlegen des Kleidungsstücks darauf geachtet werden, dass das Prüfstück so angepasst wird, dass es so gleichmäßig wie möglich an der Prüfpuppe hängt, d. h. mit so wenig Falten wie möglich und so, dass das Kleidungsstück nicht verdreht, gezwickt oder gespannt wird.

ANMERKUNG Erfahrungen bei der Prüfung von Overalls zeigen, dass sich bei Prüfung mit der nächstgrößeren Standard-Kleidergröße die gesamte Wärmeübertragung und die prozentuale Gesamt-Körpervverbrennungsfläche um etwa 5 % vermindern. Bei Jacken kann bei einer Jacke, welche eine Kleidergröße größer ist, als für die Prüfpuppe erforderlich, eine Erhöhung der Wärme entstehen.

6.4 Ausführung des Standard-Kleidungsstückes

Das Standard-Kleidungsstück wird für mehrere Zwecke verwendet: zu Überwachung von Änderungen der Leistungsfähigkeit des Prüfpuppensystems, zur Sicherstellung einer vollständig homogenen Beflammung der Prüfpuppe und für Ringversuche zur Sicherstellung der Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit.

Das Standard-Kleidungsstück muss ein Overall mit einem metallischen Reißverschluss an der Vorderseite und einem Stoffbezug voller Länge an der Innenseite des Reißverschlusses sein, um einen direkten Kontakt des Reißverschlusses mit den Sensoren der Prüfpuppe zu vermeiden. Eine Variante ohne Taschen, Ärmel oder Hosenbündchen ist vorzuziehen, da diese Konstruktion absichtlich einfach gehalten ist, um Herstellungskosten zu reduzieren.

Die Kleidergrößenanforderung muss auf 6.3 basieren.

ANMERKUNG 1 Während des Ringversuches wurden 3 Overalls der Größe von PWG Bedrijfveilige Kleiding B.V (www.pwg.nl)⁵⁾ verwendet:

Nr.	Material	Referenznummer	Gewicht
1	Aramid (DuPont™ Nomex® Comfort) - hellblau	B200X2	260 g/m ²
2	FRT Cotton (Proban®) - marineblau	B200X3	335 g/m ²
3	Modacryl/Baumwollfaser/antistatisch (54/45/1 %) - orange	B200X4	325 g/m ²

ANMERKUNG 2 Zur Sicherstellung der Konsistenz sollten Vergleiche zwischen verschiedenen Standard-Kleidungsstücken angestellt werden, wenn sich die Stoffchargen ändern. Dies gilt nicht nur für den Stoff (verschiedene Stoffchargen dürfen sich minimal im Gewicht unterscheiden), sondern auch für das Kleidungsstück selbst (herstellerabhängig), da verschiedene Hersteller Kleidungsstücke anders schneiden und nähen könnten.

5) Diese Information wird nur zur Information der Anwender dieser Internationalen Norm gegeben und stellt keine Anerkennung dieses Produktes durch ISO dar. Gleichwertige Produkte dürfen verwendet werden, sofern nachgewiesen wird, dass sie zu den gleichen Ergebnissen führen.

7 Vorbereitung der Prüfstücke

7.1 Konditionierung

Jedes Prüfstück ist im Konditionierungsraum mindestens 24 h bei $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ und $(65 \pm 5) \%$ relativer Luftfeuchte zu konditionieren. Die Zeit zwischen der Entnahme aus dem Konditionierungsraum und der Prüfung muss weniger als 10 min betragen.

Wenn das Prüfstück nicht innerhalb von 20 min geprüft werden kann, muss es in einem Beutel aus Polyethylen (oder einem anderen Werkstoff mit geringer Wasserdampfdurchlässigkeit) bis zur Prüfung dicht verschlossen gelagert werden. Die in Beuteln gelagerten Prüfstücke müssen innerhalb von 10 min nach der Entnahme aus dem Beutel geprüft werden. Die Prüfstücke dürfen nicht länger als 4 h in den Beuteln verbleiben.

7.2 Optionales Waschen

Es wird ein Reinigungszyklus (ein Wasch- und ein Trocknungszyklus) empfohlen, um Reste von Beschichtung zu entfernen, falls in geltenden Produktnormen nicht anders festgelegt. Falls eine Reinigung stattfindet, dann muss diese mit den Herstelleranweisungen auf Basis von Standard-Verfahren übereinstimmen. Wenn das Kleidungsstück gewaschen und trocken gereinigt werden kann, dann darf es gewaschen werden. Wenn nur eine Trockenreinigung erlaubt ist, dann muss das Kleidungsstück in Übereinstimmung mit den Herstelleranweisungen trocken gereinigt werden. Die Herstelleranweisungen umfassen üblicherweise eines oder mehrere der verschiedenen Verfahren und Prozesse der ISO 6330, ISO 15797, ISO 3175-2 oder äquivalente Reinigungsverfahren.

8 Durchführung

8.1 Vorbereitung der Prüfeinrichtung

8.1.1 Allgemeines

Die sichere Durchführung der Exposition einer sensorbestückten Prüfpuppe gegenüber einer Prüfstichflamme erfordert bei der Inbetriebnahme und der Exposition einen Ablauf, der für die Prüfeinrichtung spezifisch ist. Jedes Laboratorium muss für den Ablauf bei der Inbetriebnahme vor jeder Exposition eine Prüfliste abarbeiten. Diese Liste sollte mindestens die in 8.1.2, 8.1.3, 8.1.4 und 8.1.5 genannten Elemente umfassen.

8.1.1.1 Prozessablaufanweisungen für die Brenner

Durch das Prüflaboratorium sind Anweisungen für den Prozessablauf zu erarbeiten, diese sind streng zu befolgen, damit für eine sichere Prüfung gesorgt ist. Dazu gehören die Entlüftung der Kammer vor jeder Prüfreihe, die Überprüfung der Gasfühler zur Erkennung von Gasansammlungen in Folge von Lecks, dass bei Aktivierung des Zündsystems für den Beginn einer Prüfung keine Personen in der Kammer anwesend sind, die Isolierung der Kammer während der Prüfung zum Halten der Expositionswärme und der entstandenen Verbrennungsprodukte sowie die Belüftung der Kammer nach der Prüfexposition.

8.1.1.2 Persönliche Schutzausrüstung für das Prüfpersonal

Es ist dafür Sorge zu tragen, dass der Kontakt von Personen mit Verbrennungsprodukten, Rauch und Dämpfen, die bei der Flammenexposition entstehen, verhindert wird. Die Exposition gegenüber gasförmigen Produkten sollte durch entsprechende Belüftung der Kammer verhindert werden. Bei der Handhabung der Prüfstücke nach der Exposition und der Reinigung der Prüfpuppe nach der Prüfexposition sowie bei Arbeiten zwischen den Prüfungen ist geeignete persönliche Schutzausrüstung zu tragen.