

DIN EN ISO 18640-1

ICS 13.340.10

Entwurf

Einsprüche bis 2017-03-27
Ersatz für
E DIN EN ISO 18640-1:2016-08

**Schutzkleidung für die Feuerwehr –
Physiologische Wärmebelastung –
Teil 1: Messung von gekoppelter Wärme und Stoffaustausch mit dem
schwitzenden Torso (ISO/DIS 18640-1.2:2017);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 18640-1:2017**

Protective clothing for firefighters –

Physiological impact –

Part 1: Measurement of coupled heat and moisture transfer with the sweating TORSO (ISO/DIS 18640-1.2:2017);

German and English version prEN ISO 18640-1:2017

Vêtements de protection pour sapeurs-pompiers –

Impact physiologique –

Partie 1: Mesurage du transfert de masse et de la chaleur couplés par la transpiration du torse (ISO/DIS 18640-1.2:2017);

Version allemande et anglaise prEN ISO 18640-1:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-01-27 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 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 88 Seiten

DIN-Normenausschuss Persönliche Schutzausrüstung (NPS)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 18640-1.2:2017) 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 (Deutschland) gehalten wird.

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

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 18640-1 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 3175-2	siehe DIN EN ISO 3175-2
ISO 3696	siehe DIN ISO 3696
ISO 6330	siehe DIN EN ISO 6330
ISO 11092	siehe DIN EN ISO 11092
ISO 15797	siehe DIN EN ISO 15797

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 3175-2, *Textilien — Fachgerechte Pflege, Chemischreinigung und Nassreinigung von textilen Flächengebilden und Kleidungsstücken — Teil 2: Verfahren zur Prüfung des Verhaltens beim Reinigen und Nachbehandeln unter Verwendung von Perchlorethylen (Tetrachlorethen)*

DIN EN ISO 6330, *Textilien — Nichtgewerbliche Wasch- und Trocknungsverfahren zur Prüfung von Textilien*

DIN EN ISO 11092, *Textilien — Physiologische Wirkungen — Messung des Wärme- und Wasserdampfdurchgangswiderstands unter stationären Bedingungen (sweating guarded-hotplate test)*

DIN EN ISO 15797, *Textilien — Industrielle Wasch- und Finishverfahren zur Prüfung von Arbeitsbekleidung*

DIN ISO 3696, *Wasser für analytische Zwecke — Anforderungen und Prüfungen*

**Schutzkleidung für die Feuerwehr — Physiologische Wärmebelastung —
Teil 1: Messung von gekoppelter Wärme und Stoffaustausch mit dem
schwitzenden Torso (ISO/DIS 18640-1.2:2017)**

Vêtements de protection pour sapeurs-pompiers — Impact physiologique — Partie 1 : Mesurage du transfert de masse et de la chaleur couplés par la transpiration du torse (ISO/DIS 18640-1.2:2017)

Protective clothing for firefighters — Physiological impact — Part 1: Measurement of coupled heat and moisture transfer with the sweating TORSO (ISO/DIS 18640-1.2:2017)

ICS:

Deskriptoren:

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

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Symbole (und Abkürzungen)	10
5 Vorrichtung	10
5.1 Schwitzender Torso	11
5.1.1 Beheizter Zylinder	12
5.1.2 Abschnitte der thermischen Schutzeinrichtungen	12
5.1.3 Heizung und Temperatursteuerung	12
5.1.4 Temperaturmessung	12
5.1.5 Simulation der Schweißabsonderung	12
5.1.6 Waage für das Torsogewicht	13
5.2 Computer, Steuerungssystem und Datenerfassung	13
5.2.1 Computer und Messsoftware	13
5.2.2 Steuerungssystem	13
5.2.3 Datenerfassung	13
5.2.4 Steuerungsoptionen für die Messung	13
5.3 Klimakammer	14
5.3.1 Ventilationssystem	14
5.4 Schweißwasserzufuhr	14
5.4.1 Gravimetrisches System	15
5.5 Simulation der Luftschichten	16
5.5.1 Unterwäsche für die Erreichung der Simulation der Luftschichten	16
6 Probenahme und Proben	17
6.1 Allgemeines	17
6.1.1 Größe der Proben	17
6.1.2 Art der Proben	17
6.1.3 Spezifikation des Kleidungsstücks/Kleidungsensembles	17
6.2 Anzahl an Proben	17
7 Vorbereitung der Proben	18
7.1 Vorbehandlung	18
7.2 Vorbehandlung	18
8 Messverfahren	18
8.1 Vorbereitung der Prüfung	18
8.1.1 Vorbereitung der Klimakammer	18
8.1.2 Windgeschwindigkeit	18
8.2 Prüfung der Proben	19
8.2.1 Allgemeines	19
8.2.2 Ankleiden des Torsos	20

8.2.3	Aufzeichnung der Probenidentifikation, der Prüfungsbedingungen und der Prüfungsbeobachtungen.....	20
8.2.4	Beginn der Prüfung.....	20
8.2.5	Berechnete Werte.....	21
9	Prüfbericht.....	24
9.1	Allgemeines	24
9.2	Identifikation der Probe	24
9.3	Bedingungen des Experiments.....	24
9.4	Berechnete Ergebnisse.....	25
10	Instandhaltung und Kalibrierung.....	25
10.1	Instandhaltung.....	25
10.1.1	Schweißwasserbehälter.....	25
10.1.2	Ventilprüfungen.....	25
10.2	Kalibrierung.....	25
10.2.1	Korrekturwert des Wärmedurchgangswiderstands (R_{ct0} (Torso)).....	25
10.2.2	Temperatursensoren am Torso	26
10.2.3	Heizleistung des Torsos	26
10.2.4	Schweißabsonderungsrate am Torso	26
10.2.5	Umgebungsbedingungen	26
10.3	Experimente mit Standardgewebe (optional)	26
	Anhang A (normativ) Torsogröße und Definition des Materials.....	27
	Anhang B (normativ) Kalibrierung.....	31
	Anhang C (informativ) Beispiel für Datenauswertung.....	33
	Anhang D (informativ) Checkliste zur Probe	36
	Anhang E (informativ) Erörterung der Einflussparameter	37
	Anhang F (informativ) Validierung des Messgeräts	38
	Anhang G (informativ) Beispiel Matlab-Code	39
	Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden EU-Richtlinie 89/686/EWG	43
	Literaturhinweise.....	44

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 18640-1:2017) 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 Mandat erarbeitet, das 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 18640-1.2:2017 wurde vom CEN als prEN ISO 18640-1:2017 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.

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 18640-1 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 94, *Personal Safety*, Unterkomitee SC 14, *Firefighters PPE* ausgearbeitet.

Eine Liste aller Teile von ISO 18640 ist auf der ISO-Internetseite zu finden.

Einleitung

Die Hauptfunktionen von Kleidung sind der Schutz der Gesundheit und die Erhaltung des Komforts der tragenden Person. Ferner bewahrt eine Schutzkleidung gegen Hitze und Flammen den Tragenden vor gesundheitsschädigendem oder sogar lebensbedrohlichem Wärmestau, selbst in extremen Umgebungsbedingungen. Die heutigen Normen enthalten Anforderungen für die Schutzeigenschaften von Schutzkleidung gegen Hitze und Flammen. Je besser die Schutzeigenschaften solcher Kleidungsstücke jedoch sind, desto weniger Wärme, die vom menschlichen Körper ausgeht, wird auch abgeleitet. Feuerwehrleute erreichen während ihrer Arbeit Stoffwechselraten von über 500 W/m^2 . [1,2] Davon werden 75 – 80 % als Wärme freigesetzt, [3] welche vom menschlichen Körper durch thermoregulative Prozesse abgeleitet werden muss, um eine Erhöhung der Körperkerntemperatur zu verhindern. Wenn die Wärmeableitung nicht eingeschränkt ist, dann ist der menschliche Körper in der Lage, seine Temperatur in einem Bereich von $36,5 - 37,5 \text{ °C}$ zu halten (Normothermie). [4] Unter rauen Umweltbedingungen und/oder bei eingeschränkter Wärmeableitung auf Grund der Schutzkleidung ist der menschliche Körper jedoch nicht in der Lage, die Körperkerntemperatur innerhalb der Normothermie zu halten und erleidet Wärmestau. Die Arbeitsleistung sinkt und jede weitere Erhöhung der Körperkerntemperatur kann lebensbedrohlich werden. [13] Um die Risiken von Wärmestau während physischer Aktivitäten von hoher Intensität zu reduzieren, sollte Schutzkleidung gegen Hitze und Flammen zusätzlich in Bezug auf die Auswirkungen auf die menschliche Thermoregulation und Wärmestau geprüft werden.

Es bestehen verschiedene Ansätze zur Bewertung der thermophysiologischen Auswirkungen. Einerseits werden etablierte Standardparameter, wie der Wasserdampfdurchgangswiderstand (R_{et}) und die thermische Isolierung (R_{ct}) von Stoffproben in Bezug auf deren thermoregulative Auswirkungen betrachtet. Jedoch repräsentieren diese Parameter nicht in vollem Maße die echten Auswirkungen von Schutzbekleidung; beispielsweise werden die Eigenschaften der Feuchtigkeitsregulierung und die kombinierte Auswirkung von Wärme- und Feuchtigkeitsaustausch nicht berücksichtigt. Andererseits zeigen Humanversuche echte thermophysiologische Reaktionen auf eine bestimmte Umgebungsbedingung und Bekleidungsensemble. Indes bezieht sich das Ergebnis dieser Herangehensweise nicht lediglich auf die intrinsischen Eigenschaften der Stoffproben, sondern wird auch durch das Design der Kleidung und Luftschichten, die in der Kleidung eingefangen sind, beeinflusst. Ferner sind Humanversuche sehr zeitraubend und teuer, werden durch ethische Richtlinien eingeschränkt und führen zu Erkenntnissen, die immer in Bezug auf die jeweiligen Beteiligten stehen. Daher kann die Reproduzierbarkeit zwischen Laboren eingeschränkt sein. Der Einsatz von thermischen Gliederpuppen überwindet die Einschränkungen von Humanversuchen. Genau wie bei den Humanversuchen auch, liefern thermische Ganzkörpergliederpuppen Erkenntnisse zu gebrauchsfertigen Schutzkleidungsstücken, einschließlich Design und Passform. Jedoch verbleibt die Zuschreibung intrinsischer Stoffeigenschaften schwierig.

Eine mögliche Vorgehensweise bezüglich der intrinsischen Stoffeigenschaften und der Berücksichtigung des Wärme- und Feuchtigkeitsaustauschs ist der sogenannte schwitzende Torso. [5,6] Das Gerät des schwitzenden Torsos ist ein aufrecht stehender, beheizter Zylinder, welcher die Oberfläche des menschlichen Körperstammes darstellt und mit einer Möglichkeit der Schweißabsonderung ausgestattet ist. [7] Die zu untersuchende schützende Stoffprobe wird dabei um den schwitzenden Torso gewickelt. Drei Phasen werden dann durchlaufen, in denen die trockene thermische Isolierung, die Wärmeübertragung im trockenen und nassen Zustand, sowie die Trocknungseigenschaften gemessen werden. Erkenntnisse, die mit dem schwitzenden Torso gewonnen wurden, wurden durch die üblichen Standardverfahren bestätigt, wie zum Beispiel der Prüfung mit „Sweating Guarded Hotplate“, und haben sich als sehr gut reproduzierbar erwiesen. [7] Außerdem wurden Validierungsstudien durchgeführt, um die Erkenntnisse aus der Prüfung mit dem schwitzenden Torso auf thermophysiologische Reaktionen in realistischen Umweltbedingungen und die Aktivitäten von Feuerwehrleuten anzuwenden. Ausgehend von diesen Erkenntnissen werden Richtlinien für intrinsische Textileigenschaften basierend auf thermophysiologischen Reaktionen bereitgestellt. Zusätzlich zum oben beschriebenen Standardverfahren werden die komplexeren Auswirkungen von Schutzkleidung, einschließlich Unterwäsche, Luftspalten und/oder Designmerkmale optional durch Anwendung des gleichen Versuchsprotokolls wie in dieser Norm untersucht.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält die allgemeinen Grundsätze eines Prüfverfahrens zur Bewertung der physiologischen Auswirkungen von Bekleidung oder Bekleidungsensembles im Rahmen einer Reihe simulierter Aktivitäten (Phasen) unter definierten Umgebungsbedingungen. Dieses Standardprüfverfahren charakterisiert die wesentlichen Eigenschaften von Geweben einer repräsentativen Bekleidung oder eines Bekleidungsensembles für die thermophysiologische Bewertung:

- der trockenen thermischen Isolierung;
- der Maße für Kühleigenschaften während durchschnittlicher Stoffwechselaktivitäten und Feuchtigkeitsregulierung (Wärmeübertragung im trockenen und nassen Zustand);
- des Trocknungsverhaltens.

Optional kann zusätzlich zum Standardprüfverfahren das gleiche Prüfprotokoll angewandt werden, um komplexere Schutzkleidungsensembles mit Unterwäsche, Luftschichten und Designmerkmalen zu charakterisieren.¹⁾

Dieses Dokument dient der Messung und Beschreibung des Verhaltens von Geweben einer Bekleidung oder von Bekleidungsensembles, die auf eine Reihe simulierter Aktivitäten unter kontrollierten Laborbedingungen reagieren, wobei die Ergebnisse hieraus zur Optimierung der Kombination von Kleidungsstücken und Materialauswahl verwendet werden. Überdies dient dieses Dokument der Beschreibung der thermophysiologischen Auswirkungen von Schutzkleidung, aber nicht des Risikos des Wärmestaus unter tatsächlichen Brandbedingungen. Die Ergebnisse dieser Prüfung können als Bestandteile einer Risikobewertung hinsichtlich thermischer Belastungen herangezogen werden.

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).

ISO 3696, *Water for analytical laboratory use — Specification and test methods*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Kühlungszeit

CD

Zeitverzögerung (in Minuten) bis der Effekt der Verdampfungskühlung in einer experimentellen Phase mit simulierter Aktivität (erhöhte Heizleistung) und Schweißabsonderung erkannt wird

3.2

verdampftes Schweißwasser

Teil des zugeführten Schweißwassers, der in der aktiven Phase mit Schweißabsonderung verdampft ist; Differenz zwischen dem zugeführten Schweißwasser und Gewichts Differenz des Torsos

1) Es muss immer noch geklärt und mit weiteren Untersuchungen bestätigt werden, welche Versuchsanordnung (Prüfung eines einschichtigen Kleidungsstücks, Prüfung mit Unterwäsche, Luftspalten und/oder Designmerkmalen) die zutreffendste Charakterisierung der thermophysiologischen Auswirkungen der Schutzkleidung ergibt.

3.3
experimentelle Phase
Teil eines Experiments, bei dem die Schweißabsonderungsrate und die Oberflächentemperatur bzw. die Heizleistung bestimmt wird; ein Experiment kann aus mehreren Phasen bestehen

Anmerkung 1 zum Begriff: Jede Phase simuliert eine bestimmte Situation mit definierter Temperatur oder Heizleistung und definierten Einstellungen der Schweißabsonderungsrate. Ein Standardexperiment besteht aus drei Phasen.

3.4
anfängliche Kühlung
IC
Rate (in °C/h), mit der sich die Temperatur nach der Kühlungszeit (CD) in einer experimentellen Phase, in der eine Aktivität mit Schweißabsonderung simuliert wird, ändert

3.5
Feuchtigkeitsaufnahme
Menge der im Bekleidungssystem gespeicherten Feuchtigkeit (in g), die durch das Gewicht des Torsos bestimmt wird

3.6
Nachkühlung
PC
Ende der Nachkühlungsperiode (in Minuten) in einer experimentellen Phase ohne Schweißabsonderung und einer Heizleistung, die einem Menschen im Ruhezustand nach Ausführung einer simulierten Aktivität entspricht

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Verdampfung der gespeicherten Feuchtigkeit zieht Energie aus dem schwitzenden Torso, welche durch ein Absinken der Oberflächentemperatur erkannt werden kann.

3.7
Phasenprofil
Reihe experimenteller Phasen, welche ein Experiment definieren

3.8
anhaltende Kühlung
SC
Rate (in °C/h), mit der sich die Temperatur gegen Ende einer experimentellen Phase, in der eine Aktivität mit Schweißabsonderung simuliert wird (anhaltender Kühlungszustand), ändert

3.9
Abstandshalter / Luftschicht
für optionale Prüfungen, einschließlich der Auswirkungen von Unterwäsche / Hautschicht und einer definierten Luftschicht, kann eine Probe mit Hilfe von Abstandshaltern zwischen Torsooberfläche und Schutzkleidung erzeugt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Simulation von Luftschichten im realen Gebrauch. Luftschichten beeinflussen den gesamten Wärmedurchgangswiderstand und den Feuchtigkeitstransport. Ein Abstandshalter darf zur Simulation einer definierten Luftschicht verwendet werden.

3.10
Schweißwasser
Wasserzufuhr, die zur Simulation einer Schweißabsonderung dient

3.10.1

gravimetrisches System für die Zufuhr von Schweißwasser

Steuerung der Schweißwasserzufuhr aus einem auf einer Waage stehenden Behälter mit einer definierten Höhendifferenz zu den Schweißdüsen, der der Abgabe einer eingestellten Wassermenge durch Öffnen und Schließen von Ventilen in einem kalibrierten Intervall dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Es können andere Arten der Schweißwasserzufuhr verwendet werden, solange die Anforderungen dieser Norm erfüllt werden.

3.11

Wärmedurchgangswiderstand

R_{ct} (Torso)

Maß für die thermische Isolierung in $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$; R_{ct} (Torso) wird im stabilen Zustand aus der Differenz zwischen der Oberfläche des Torsos und der Umgebungstemperatur, der Fläche des Geräts und der notwendigen Heizleistung zum Erhalt der Temperaturdifferenz berechnet

3.11.1

Korrekturwert für R_{ct} (Torso)

R_{ct0} (Torso)

Messung des Wärmedurchgangswiderstands ohne Probe am Schweißtorso, um einen systemspezifischen Korrekturwert für den Wärmedurchgangswiderstand R_{ct} (Torso) zu bestimmen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Wärmedurchgangswiderstand nach obiger Definition hängt von der Geometrie der Prüfeinrichtung, dem Wind (konvektiver Energieaustausch und bewegungslose Luftschicht an der Oberfläche) und den Umgebungsbedingungen ab. R_{ct0} (Torso) ist eine kumulative Größe für diesen Wert und kann von Gerät zu Gerät und von Anlage zu Anlage leicht abweichen. Wenn dies berücksichtigt wird, können Unterschiede bezüglich der Ergebnisse verschiedener Anlagen reduziert werden.

3.12

Torsowaage

Gerät, das zur Messung des Torsogewichts verwendet wird

3.13

Oberflächentemperatur des Torsos

durchschnittliche Temperatur an der Oberfläche des Messbereichs des Torsos

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Temperatur wird über dünne Nickeldrähte, die an der Oberfläche des Torsos angebracht sind, oder über eine ähnliche Methode, welche die Messung der durchschnittlichen Oberflächentemperatur ermöglicht, gemessen. Zwei Drähte werden an der Oberfläche des Torsos angebracht, die eine Unterscheidung zwischen der Vorder- und Rückseite des Geräts ermöglichen (wichtig für Experimente mit Wind).

3.14

Torsogewicht

Gesamtgewicht des schwitzenden Torsos und des Prüfobjekts während einer Prüfung.

3.15

gesamtes Schweißwasser

Wassermenge, die der Oberfläche des Torsos in einer aktiven Phase mit Schweißabsonderung zugeführt wird

3.16

Windgeschwindigkeit

Geschwindigkeit der Luftströmung an der Oberfläche des Torsos in einer Klimakammer während des Experiments

Anmerkung 1 zum Begriff: Um undefinierte Grenzluftschichten infolge von zufälligen Luftwechseln innerhalb der Kammer und der Temperaturdifferenz zwischen der Oberfläche des Torsos und der Klimakammer zu vermeiden, wird ein Ventilationssystem verwendet. Das Ventilationssystem besteht aus Ventilatoren bzw. Lüftern, die eine einheitliche Windgeschwindigkeit von 1 m/s an der Oberfläche des Torsos schaffen (Turbulenz bis 25 %, mit einem Hitzdraht-anemometer gemessen).

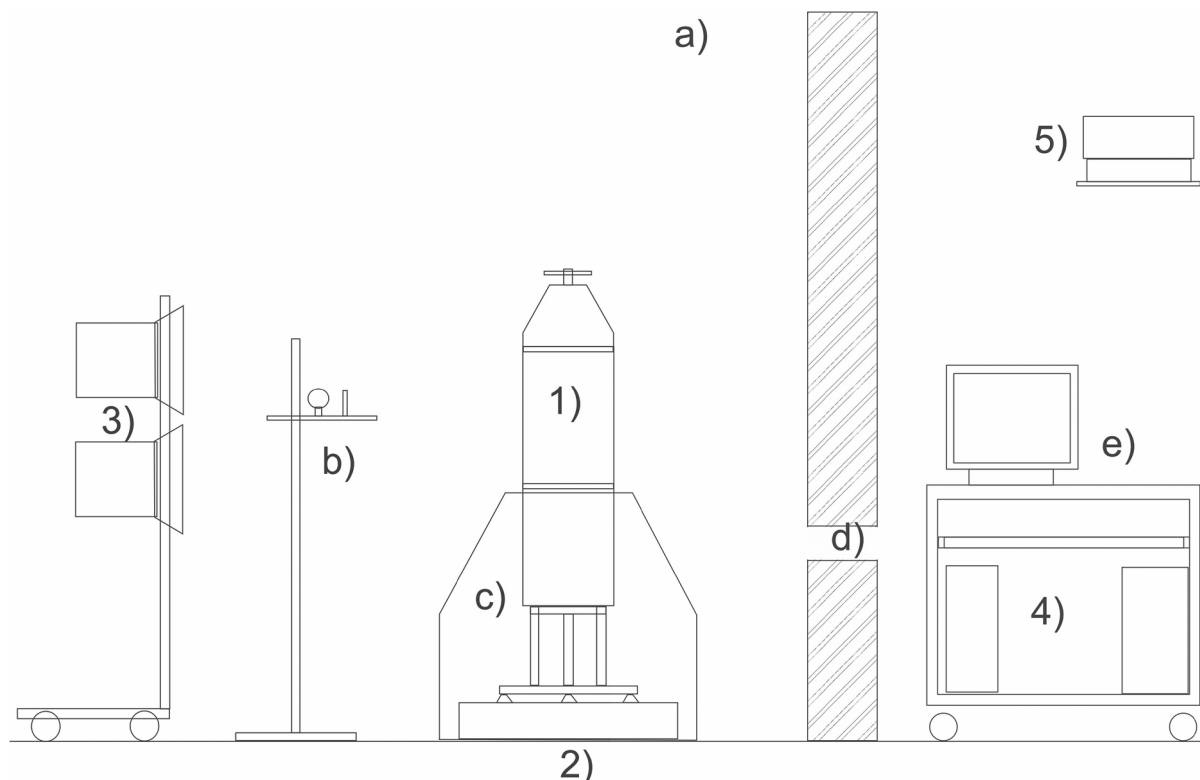
4 Symbole (und Abkürzungen)

CD	Kühlungszeit in Minuten
g	Gramm
h	Stunden
HDPE	hochdichtes Polyethylen (High Density Polyethylene)
IC	anfängliche Kühlung in °C/h
kg	Kilogramm
min	Minute
ms	Millisekunde
PC	Nachkühlung in Minuten
PTFE	Polytetrafluorethylen
R_{ct} (Torso)	Wärmedurchgangswiderstand in $m^2 \cdot K/W$
R_{ct0} (Torso)	Korrekturwert für R_{ct} (Torso)
R_{ct0} (Torso)	Korrekturwert für R_{ct} (Torso)
rel. LF	relative Luftfeuchte
s	Sekunde
SC	anhaltende Kühlung in °C/h
THS	Thermal Human Simulator
W	Energie in Watt

5 Vorrichtung

Der schwitzende Torso ist eine aufrecht stehende, zylindrische Prüfeinrichtung, die einen menschlichen Körperstamm simuliert und über thermische Schutzeinrichtungen am oberen und unteren Ende verfügt (siehe Bild 1). Die Prüfeinrichtung verfügt über Heizfolien, Schweißdüsen, eine mehrschichtige Hülle (Simulation der Hautschichten) und die notwendige Elektronik zur Steuerung der Ventile und Sensoren.

Das gesamte Messsystem (siehe Bild 1) besteht aus dem schwitzenden Torso (1) auf einer Waage (2), die sich in einer Klimakammer befinden. Mit einem Ventilationssystem (3) wird die Windgeschwindigkeit eingestellt. Das Steuerungssystem (4) mit Stromversorgungen, Steuerungen und Computer mit Datenerfassung kann innerhalb oder außerhalb der Kammer angebracht werden. Außerhalb der Klimakammer befindet sich ein Schweißwasserbehälter auf einer Waage, aus dem die Schweißdüsen mit Wasser versorgt werden. Die Wasserzufuhr wird über Ventile geregelt.



Legende

- | | |
|---|-----------------------|
| a) Klimakammer | 1) Torso |
| b) Umgebungssensoren | 2) Torsowaage |
| c) Rahmen zur Minimierung des Windeinflusses | 3) Ventilationssystem |
| d) Wand der Klimakammer mit Öffnungen für die Kabel | 4) Steuerungssystem |
| e) Computer, Monitor und Drucker | 5) Schweißwasserwaage |

Bild 1 — Beispiel eines Torsosystems

5.1 Schwitzender Torso

Der schwitzende Torso repliziert den menschlichen Körperstamm. Der Zylinder, bestehend aus einer Aluminiumröhre und einer Lage PE-HD²⁾ hat einen Außendurchmesser von $(30,0 \pm 0,25)$ cm (Umfang etwa 94,25 cm) und eine Länge von $(46,0 \pm 0,25)$ cm. In der Aluminiumröhre befinden sich Heizfolien. Am unteren und oberen Ende des aufrecht stehenden Zylinders befinden sich thermische Schutzeinrichtungen mit individuell gesteuerter Beheizung. Es befinden sich Temperatursensoren im Aluminiumteil (Pt-100 Sensoren oder gleichwertig) und an der Oberfläche des Messzylinders (Ni-Drähte oder gleichwertig).

Die elektronischen Komponenten zur Steuerung der Ventile für die 54 Schweißdüsen können in der unteren Schutzeinrichtung (siehe Bild A.1 in Anhang A) oder in einem Elektronikgehäuse außerhalb des Torsos untergebracht werden. Hier können sich auch Messumformer befinden, welche die Widerstandswerte der Temperatursensoren umwandeln. Auch die Elektronik zur Datenerfassung und Temperatursteuerung kann ganz oder teilweise in den Hohlraum der Schutzeinrichtungen platziert werden. Es muss darauf geachtet werden, dass die Heizleistung dieser Komponenten die Temperatursteuerung der unteren Schutzeinrichtungen nicht beeinträchtigt, wodurch die Messwerte im Hauptzylinder beeinflusst werden würden.

2) Hochdichtes Polyethylen. Z. B. PAS-PE3, Wärmeleitfähigkeit: $(0,41 \pm 0,02)$ W/(m·K); Wärmekapazität: $(2,0 \pm 0,3)$ kJ/(kg·K)

Der Bereich zwischen dem Zylinder und den Schutzeinrichtungen muss durch Scheiben zur thermischen Isolierung getrennt werden (Wärmeleitfähigkeit weniger als $0,35 \text{ [W/m}\cdot\text{K]}$), um den Wärmeaustausch zwischen dem Messzylinder und den Schutzeinrichtungen zu begrenzen. Eine detailliertere technische Beschreibung findet sich im Anhang A dieser Norm.

Die Masse des Zylinders, der thermischen Schutzeinrichtungen und der Geräte muss ungefähr $(82,5 \pm 2,5) \text{ kg}$ betragen.

5.1.1 Beheizter Zylinder

Der zentrale Teil des Torsos ist der Bereich, in dem die Messung genommen wird (Flächeninhalt von ungefähr $0,433 \text{ m}^2$). Die innere Aluminiumröhre wird durch mehrere Schichten synthetischen Materials mit ähnlichen thermischen Eigenschaften wie die menschliche Haut abgedeckt (6 mm HDPE und PTFE-Folie, siehe Anhang A).

5.1.2 Abschnitte der thermischen Schutzeinrichtungen

Es besteht eine thermische Schutzeinrichtung an beiden Enden des Messzylinders, die aus Aluminium sind und denselben Durchmesser wie der Messzylinder haben. Diese zwei Segmente werden separat gesteuert und beheizt, was sicherstellt, dass kein parasitärer Wärmefluss vom oder zum Messzylinder entsteht, was durch die isolierenden Scheiben zwischen den Abschnitten unterstützt wird. Zusätzlich wird der Freiraum in der unteren Schutzeinrichtung als Einhausung für die Elektronik zur Messung der Temperaturen und Steuerung der Ventile verwendet.

Die obere Schutzeinrichtung verfügt über ein konisches Ende und ist im Vergleich zur unteren Schutzeinrichtung kleiner, um das Anlegen von gebrauchsfertigen Kleidungsstücken am Gerät zu ermöglichen.

5.1.3 Heizung und Temperatursteuerung

Für jedes Segment des Torsos müssen Heizelemente vorgesehen werden. Es werden eine Stromversorgung und Steuerungseinrichtungen zur Einstellung der Temperatur oder Heizleistung jedes Segments benötigt. Die Stromversorgungen müssen in der Lage sein, eine Ausgangsleistung von mindestens 500 W für den Messzylinder und 240 W für jede der Schutzeinrichtungen zu liefern.

5.1.4 Temperaturmessung

Temperatursensoren (Pt100 oder gleichwertig) im Aluminiumteil des Torsos, sowie Nickeldrähte (oder gleichwertig) für die integrale Auswertung der Oberflächentemperatur werden zur Steuerung und Überwachung der Temperatur in den einzelnen Segmenten des Torso-Gerätes verwendet. Optional können weitere Sensoren in der Nähe der Außenschichten für THS-Messungen nach Teil 2 verwendet werden. Die Temperatursensoren müssen eine Genauigkeit besser als $0,1 \text{ °C}$ im Bereich von 15 °C bis 50 °C aufweisen. Weitere Details enthält Anhang A6.

5.1.5 Simulation der Schweißabsonderung

Es wird die geeignete Ausrüstung für die Steuerung der Schweißwasserzufuhr benötigt. Dies kann eine gravimetrische Schweißwassersteuerung (siehe 5.1.5.1) oder eine beliebige andere Anordnung sein, mit der die Anforderungen in 5.4 erfüllt werden können.

ANMERKUNG Der Durchmesser und die Länge der Röhren vom Wasserspeicher zu den Düsen haben einen Einfluss auf die Menge des abgegebenen Wassers.

5.1.5.1 Gravimetrische Schweißwassersteuerung

Ein auf einer Waage stehender Behälter mit Computer-Schnittstelle und einem Messbereich von mindestens 5 kg und einer Messgenauigkeit auf mindestens 0,1 g wird zur Überwachung der Schweißwasserabgabe verwendet. Der Behälter wird in einer konstanten, definierten Höhe zu den Schweißdüsen positioniert; diese sind mit Ventilen verbunden, welche elektronisch geöffnet und geschlossen werden können.

Digitale E/A-Signale des Datenverarbeitungsgeräts werden zur Steuerung der Ventile für jede Düse in der unteren Schutzeinrichtung verwendet. 54 Düsen sind gleichmäßig im Messbereich des Torsos (siehe Anhang A.6) verteilt und werden durch Öffnen und Schließen der Ventile mit Schweißwasser versorgt. Die Menge an Schweißwasser wird durch Einstellung des Öffnungsintervalls und der Öffnungszeit der Ventile angepasst. Die Öffnungszeit wird konstant gehalten, weil eine Mindestöffnungszeit eingehalten werden muss, damit reproduzierbare Tröpfchen mit der definierten Größe aus den Düsen austreten.

5.1.6 Waage für das Torsogewicht

Eine Waage mit Computer-Schnittstelle und einem Messbereich von mindestens 100 kg und einer Messgenauigkeit auf mindestens 1 g wird zur Überwachung des Gewichtsverlaufs des Gesamtsystems während des Experiments verwendet.

5.2 Computer, Steuerungssystem und Datenerfassung

Ein Steuerungssystem, welches aus elektronischen Temperaturreglern, Stromversorgungen, einem Computer und der Datenerfassung besteht, wird zur Steuerung des Experiments verwendet.

5.2.1 Computer und Messsoftware

Für die Steuerung der Messung wird ein Computer mit einer geeigneten Software benutzt. Die Temperatur und die Heizleistung können über eigene Steuerungen oder über die Softwaresteuerung der Stromversorgungen geregelt werden.

Die zur Erfassung des Torsogewichts und des möglicherweise freigesetzten Schweißwassers verwendeten Waagen werden über eine softwarekompatible Schnittstelle mit dem Computer verbunden.

Durch ein an den Computer angeschlossenes Datenerfassungssystem müssen alle Sensordaten gemessen und erfasst und die Schweißabsonderungsrate gesteuert werden.

5.2.2 Steuerungssystem

Es werden Stromversorgungen und die Elektronik zur Steuerung der Temperatur und der Heizleistung der drei Teile des Messsystems benötigt.

5.2.3 Datenerfassung

Die Datenerfassung muss genügend Kanäle für die Erfassung aller Temperatursignale, Heizleistungen und Massewerte und für die Steuerung der Schweißabsonderungsrate bereitstellen.

5.2.4 Steuerungsoptionen für die Messung

Der Torso kann über die folgenden Mechanismen gesteuert werden:

- Definierte Oberflächentemperatur: Die Oberflächentemperatur der drei Segmente des Torsos wird auf einen definierten Wert eingestellt. Dies gestattet beispielsweise die Berechnung der thermischen Isolierung im stabilen Zustand von Phase 1 einer Standardmessung.

- Definierte Heizleistung: Die Heizleistung des Messzylinders wird auf einen definierten Wert eingestellt. Die Oberflächentemperatur der Schutzeinrichtungen wird in Bezug auf die Temperatur des Messzylinders (Schutzfunktion) eingestellt. Mit dieser Einstellung werden verschiedene Aktivitäten in Phase 2 und 3 der Standardmessung simuliert.
- Definierte Schweißabsonderungsrate: Eine definierte Menge an gereinigtem Wasser (siehe 5.4) pro Zeiteinheit kann freigesetzt werden, um eine Schweißabsonderung zu simulieren. Die Schweißabsonderung wird üblicherweise mit einer konstanten Heizleistung zur statischen Simulation einer Aktivität kombiniert.

ANMERKUNG Ein vierter Steuerungsmechanismus (THS – Thermal Human Simulator), bei dem ein thermophysiolgisches Modell mit dem Torso verbunden wird, wird in Teil 2 dieser Norm beschrieben.

5.3 Klimakammer

Die Messungen werden unter kontrollierten klimatischen Bedingungen durchgeführt. In der Klimakammer muss Folgendes möglich sein:

- Einstellung einer Umgebungstemperatur zwischen 15 °C und 40 °C (mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5$ °C);
- Einstellung einer relativen Luftfeuchte zwischen 25 % und 75 % rel. LF (mit einer Genauigkeit von ± 5 %).

Die Umgebungsbedingungen müssen während der Experimente aufgezeichnet werden.

5.3.1 Ventilationssystem

Der Wärmestrom von der Oberfläche des Torsos wird von den Windbedingungen an der Oberfläche beeinflusst. Das Ventilationssystem muss in der Lage sein, eine Windgeschwindigkeit von $(1 \pm 0,1)$ m/s (bis zu 25 % Turbulenz) an der Oberfläche des Torsos zu erzeugen (siehe 8.1.2). Schwankung der Windgeschwindigkeitsmessung

Der Beitrag der Kammerventilation zu den Windverhältnissen muss bei abgeschalteten Ventilatoren gemessen und auf 0,25 m/s eingeschränkt werden.

ANMERKUNG Die Luftzirkulation in Klimakammern hat einen Einfluss auf die Stabilität der klimatischen Bedingungen und die Änderungsrate dieser Bedingungen. Diese Luftzirkulation führt ebenfalls zu verschiedenen Windbedingungen an der Oberfläche des Torsos. Ein zusätzlicher Luftstrom aufgrund der Luftzirkulation der Kammer muss bewertet werden.

5.4 Schweißwasserzufuhr

Destilliertes Wasser (Gütegrad 2 nach ISO 3696) oder gereinigtes Wasser (Gütegrad 1 nach ISO 3696) muss als Schweißwasser verwendet werden.

Schweißwasser kann durch ein gravimetrisches System wie in 5.4.1 beschrieben oder durch ein anderes System zugeführt werden, mit dem reproduzierbare Schweißabsonderungsraten an jeder Düse von 0 bis 1,5 l/m²·h (nach Anhang A) erzeugt werden können.

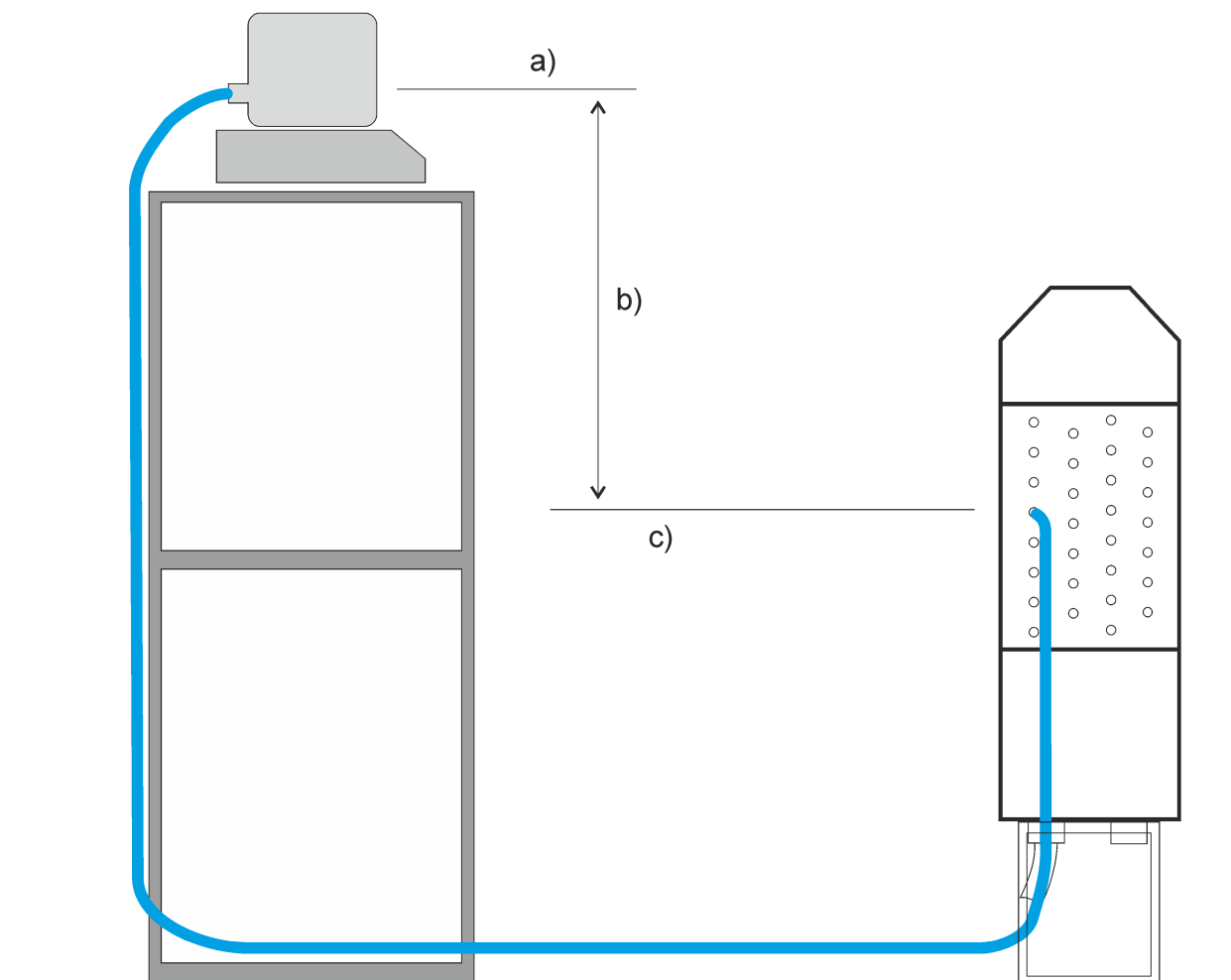
5.4.1 Gravimetrisches System

Das Schweißwasser muss aus einem Vorratsbehälter zugeführt werden, welcher auf einer Waage mit einem definierten Höhenunterschied von min. 70 cm zum Torso positioniert ist. Das Öffnungsintervall für eine eingestellte Schweißwasserrate muss für jedes Ventil separat kalibriert werden.

ANMERKUNG Höhenunterschiede von ungefähr 85 cm zwischen Düsen und Vorratsbehälter haben sich als ausreichend erwiesen, um genügend Druck zur Herstellung von reproduzierbaren Tröpfchen bei einer Öffnungszeit von 200 ms bei Verwendung von Rohren mit einem Durchmesser von 0,5 mm und einer Länge von 1 m zwischen Ventil und Düse aufzubringen. Bei anderen Öffnungszeiten muss der Druckunterschied oder der Rohrwiderstand entsprechend angepasst werden.

ANMERKUNG Wenn die Durchführung von Experimenten bei niedrigen Umgebungstemperaturen oder sogar Gefrierbedingungen geplant ist, muss die Wasserzufuhr zum Torso isoliert oder vorzugsweise eine Möglichkeit zur Beheizung vorgesehen werden (z. B. Heizrohr Isopad IHH 105, NW 4, WISAG, Zürich, Schweiz).

Bild 2 zeigt eine schematische Zeichnung der Konfiguration einer Schweißwasserkalibrierung. Die Menge an Schweißwasser, die mit dem oben beschriebenen System abgegeben wird, kann zwar reproduziert werden, ist aber nicht linear in Bezug auf die Intervalle zwischen den Öffnungen (siehe Anhang B für weitere Informationen zum Kalibrierverfahren).



Legende

- a) Wasserstand im Schweißwasserbehälter (auf Waage)
- b) Höhendifferenz zwischen Schweißdüse und Wasserstand im Schweißwasserbehälter
- c) Höhe der Schweißdüse

Bild 2 — Schematische Darstellung der Wasserzufuhr

5.5 Simulation der Luftschichten

Luftschichten gehören zu Kleidungsstücken, die auf dem Körper getragen werden, und beeinflussen die gesamte Wärmeisolierung und den Feuchtigkeitsaustausch. Da diese Norm vor allem den Einfluss des Kleidungsstücks oder der Gewebeschichten bewerten und Ergebnisse mit hoher Reproduzierbarkeit liefern soll, werden Luftschichten bei den Standprüfungen am Torso minimiert.

Um realistischere Bedingungen zu erhalten, können Luftschichten optional zusätzlich zum Standardprotokoll simuliert werden, indem ein Abstandhalter zwischen Torso und Schutzkleidung eingelegt wird (siehe Bild 3). Zwei Ringe mit einem Innendurchmesser, der dem Außendurchmesser des Torsos angepasst ist, und die durch 24 Stäbe getrennt sind, werden verwendet, um die Kleidungsschichten von der Torsooberfläche zu trennen und eine Sollstärke des Luftspalts einzustellen.[11]

ANMERKUNG Klärung und Bestätigung mit weiteren Untersuchungen zur Feststellung, welche Versuchsanordnung (Prüfung eines einschichtigen Kleidungsstücks, Prüfung mit Unterwäsche, Luftspalten und/oder Designmerkmalen) die zutreffendste Charakterisierung der thermophysiological Auswirkungen der Schutzkleidung ergibt.

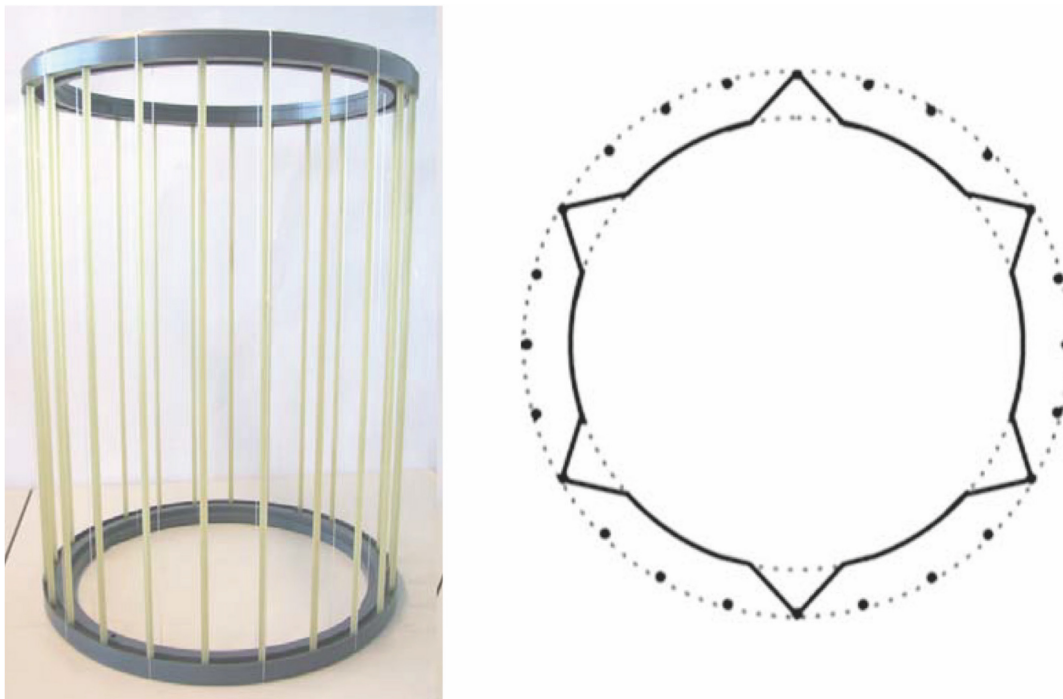


Bild 3 — Beispiel einer optionalen Ergänzung für die Simulation von Luftschichten und Konfiguration, um einen Anteil von 40 % zu erreichen

5.5.1 Unterwäsche für die Erreichung der Simulation der Luftschichten

Da Wasser aus Schweißdüsen in Bereichen ohne Kontakt zu den Kleidungsschichten ablaufen würde, wird für diese Experimente eine bestimmte Unterwäsche benötigt. Mit dieser Unterwäsche wird die Feuchtigkeit aus den Schweißdüsen gleichmäßig und vor allem in den unbedeckten Bereichen über die gesamte Fläche des Hauptzylinders verteilt.[12] Dieses Gewebe muss einen Wärmedurchgangswiderstand von weniger als $0,015 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ und schnelle, symmetrische feuchtigkeitsregulierende Eigenschaften aufweisen.

Für die Kompensation des erhöhten Wärmedurchgangswiderstands auf Grund der textilen Haut auf dem Torso-Hauptzylinder wird ein Korrekturwert (Unterwäschekorrektur) verwendet. Die Hautkorrektur wird als Verhältnis zwischen Wärmedurchgangswiderständen des Torsos mit der Hautschicht und dem Wärmedurchgangswiderstand des nackten Torsos berechnet (Gleichung 1). Die Wärmedurchgangswiderstände werden für eine Torso-Oberflächentemperatur von 35°C , Luftgeschwindigkeit = 1 m/s bei 20°C Umgebungstemperatur ohne Strahlung und eine Expositionsdauer von mindestens 60 Minuten berechnet.

$$\text{Unterwäschekorrektur} = \frac{R_{ct,Hautschicht}}{R_{ct,nackt}} \quad (1)$$

6 Probenahme und Proben

Die Proben sind auf die in 6.1.1 angegebene Größe zuzuschneiden. Falls nicht anderweitig durch die anzuwendende Produktnorm gefordert, müssen alle Proben nach 7.1 vorbehandelt werden.

6.1 Allgemeines

6.1.1 Größe der Proben

Größe der Proben:

- 99 cm × 60 cm für Außenschichten oder Gewebe (inkl. einer Zulage für Klemmen);
- 87 cm × 60 cm für Gestrick (Berücksichtigung einer Dehnung von ungefähr 10 %).

Die Proben müssen ohne Luftschichten und Falten im Gewebe um den Torso gewickelt werden. Werden optional Luftschichten nach 5.5 simuliert, müssen die Probengrößen entsprechend angepasst werden.

Unterbekleidung oder gestrickte Proben müssen auf ein Rohr mit den oben angegebenen Maßen mit einer Dehnung von ungefähr 10 % genäht werden. Gewebe müssen um den Torso gewickelt und mit Klemmen fixiert werden (auf der windabgewandten Seite).

6.1.2 Art der Proben

Die Proben sind aus einem Kleidungsstück zu entnehmen, das die Anforderungen in 6.1.1 erfüllt. Erlaubt die erforderliche Probengröße keine Entnahme von Proben aus einem Kleidungsstück, so ist die Probe aus einer Gewebekonstruktion zu entnehmen, die der des zu prüfenden Kleidungsstücks entspricht. Es wird empfohlen, Proben ohne zusätzliche Bekleidungsschichten (d. h. Unterwäsche), Luftspalte und Designmerkmale für die Standard-Charakterisierung der thermophysiologischen Auswirkungen zu verwenden. Die Berücksichtigung dieser Aspekte ist optional zusätzlich zu den Standardprüfungen zu untersuchen.³⁾

6.1.3 Spezifikation des Kleidungsstücks/Kleidungsensembles

Bei der Bewertung von Kleidungsstücken oder Kleidungsensembles für eine bestimmte Anwendung oder Spezifikation, müssen die Proben dem Material und den Schichten und der Zusammensetzung des Kleidungsstücks/des Kleidungsensembles der erwarteten Anwendung entsprechen.

6.2 Anzahl an Proben

Die Messungen sind mit drei Exemplaren jeder Probe durchzuführen.

3) Die Klassifizierung der Standard- und der optionalen Prüfungen muss auf der Grundlage weiterer Untersuchungen bestätigt werden.

7 Vorbereitung der Proben

Die Probenexemplare müssen nach Abschnitt 6 auf die Torsogröße zugeschnitten und nach 7.1 und 7.2 vorbehandelt werden.

7.1 Vorbehandlung

Für die Entfernung von Fertigungsrückständen wird ein Reinigungszyklus (eine Wäsche und eine Trocknung) empfohlen, sofern in den geltenden Produktnormen nichts Anderes vorgegeben ist. Findet eine Reinigung statt, so muss diese auf der Grundlage normierter Verfahren nach den Anweisungen des Herstellers erfolgen. Falls das Kleidungsstück sowohl gewaschen als auch chemisch gereinigt werden kann, so ist es nur zu waschen. Falls nur die chemische Reinigung gestattet ist, muss das Kleidungsstück gemäß den Anweisungen des Herstellers chemisch gereinigt werden.

ANMERKUNG In den Anweisungen des Herstellers werden üblicherweise eine oder mehrere der verschiedenen Methoden und Verfahren aus ISO 6330, ISO 15797 ISO 3175-2,[14-16] oder gleichwertige Verfahren als normierte Reinigungsverfahren angegeben.

7.2 Vorbehandlung

Jede Probe muss im Konditionierungsbereich für 24 h bei $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ und einer relativen Feuchtigkeit von $(50 \pm 5) \%$ konditioniert werden. Die Zeit zwischen Entfernung aus dem konditionierten Bereich und der Prüfung muss weniger als 10 min betragen.

Wenn die Probe nicht innerhalb von 10 min geprüft werden kann, dann muss die Probe in einem Polyethylenbeutel (oder einem anderen Material mit niedriger Wasserdampfdurchlässigkeit) bis zur Prüfung versiegelt werden. Proben, die in Beuteln gelagert werden, müssen innerhalb von 10 min nach Entfernung aus dem Beutel geprüft werden. Proben dürfen nicht für mehr als 4 h in den Beuteln verbleiben.

8 Messverfahren

Führen Sie im Rahmen der Prüfung mit dem schwitzenden Torso die folgenden Schritte durch und fertigen Sie einen Prüfbericht an. Vor dem Anlegen der Kleidungsstücke am Torso stellen Sie sicher, dass die Oberflächentemperatur des Geräts $(35 \pm 0,1)^\circ\text{C}$ beträgt und die Klimakammer entsprechend der gewünschten Umgebungsbedingungen $[(20 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ und $(50 \pm 5) \%$ relative Luftfeuchte] stabilisiert ist.

8.1 Vorbereitung der Prüfung

8.1.1 Vorbereitung der Klimakammer

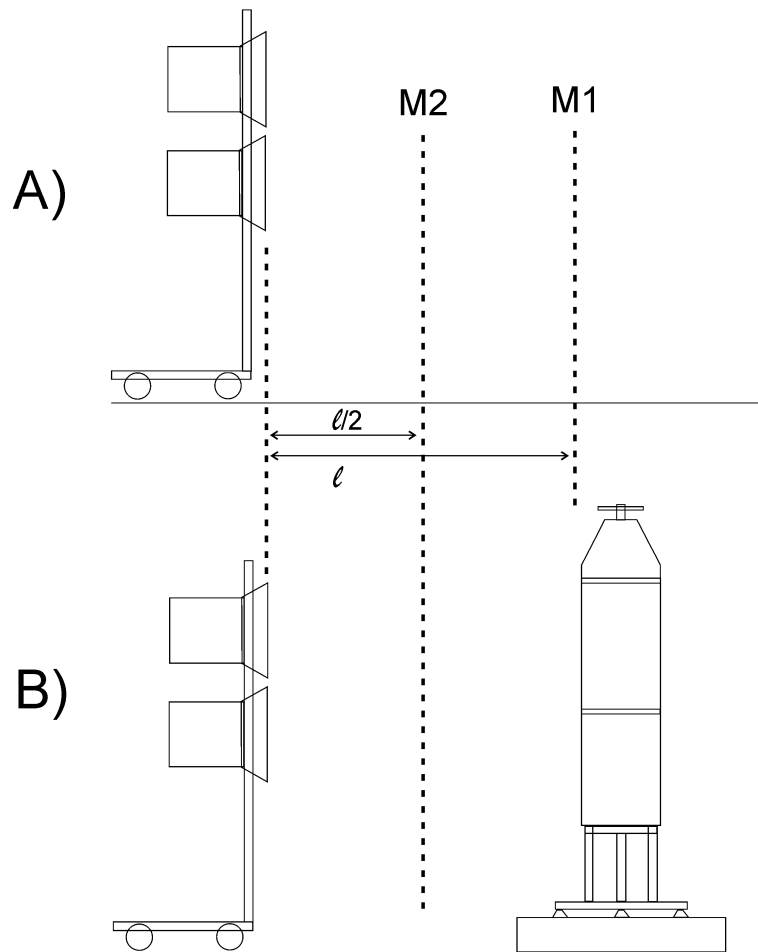
Die Klimakammer muss mindestens 6 h vor dem Beginn der Prüfung oder 30 h vor Beginn der Prüfung, wenn die Kammer zur Konditionierung eingesetzt wird, eingeschaltet werden. Stellen Sie die Umgebungsbedingungen für die Prüfung ein, $(20 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ und $(50 \pm 5) \%$ relative Luftfeuchte, und stellen Sie sicher, dass der Torso eingeschaltet ist und die Oberflächentemperatur auf die festgelegten Werte $(35 \pm 0,1)^\circ\text{C}$ eingestellt ist.

8.1.2 Windgeschwindigkeit

Stellen Sie die Windgeschwindigkeit an der Position des Torsos mit einem geeigneten Messgerät ein.

ANMERKUNG Ein Hitzdrahtanemometer hat sich als tauglich erwiesen, da dieses nicht nur den gerichteten Luftstrom misst, sondern auch den potenziellen Einfluss des Luftwechsels innerhalb der Klimakammer berücksichtigt.

Die Ventilatorzahl ist ohne Torso so einzustellen, dass die Windschwindigkeit bei einem normalen Abstand (Bild 4 l) zwischen Torso und Ventilationssystem bei $(1,0 \pm 0,25) \text{ m/s}$ liegt [siehe Bild 4, M1, Schritt A)]. Die Windgeschwindigkeit wird im halben Abstand gemessen (Bild 4, l/2) und dieser Messwert dient als Referenz für die Einstellung der Windgeschwindigkeit mit aufgebautem Torso [siehe Bild 4, M2, Schritt B)]. Das Gerät zur Messung der Windgeschwindigkeit muss auf einer Höhe positioniert werden, welche dem Mittelpunkt des Messzylinders entspricht.



Legende

- l normaler Abstand zwischen Torso und Ventilationssystem
- l/2 halber Abstand zwischen Torso und Ventilationssystem
- M1 gemessene Windgeschwindigkeit im Abstand l zum Auslass des Ventilationssystems
- M2^{N1)} Referenzmessung der Windgeschwindigkeit im Abstand l/2 zum Auslass des Ventilationssystems

Bild 4 — Schematische Darstellung der Einstellung der Windgeschwindigkeit

8.2 Prüfung der Proben

Eine Standardprüfung besteht aus Experimenten, die an jeder der drei Proben, die nach Abschnitt 7 vorbe-handelt und konditioniert wurden, ausgeführt werden.

8.2.1 Allgemeines

8.2.1.1 Standard-Phasenprofil

Die Experimente werden in drei aufeinanderfolgenden Phasen ausgeführt, welche die Simulation verschiedener Situationen erlauben, die die Anforderungen der bewerteten Schutzkleidung abdecken (Bild 5). Die Einstellungen der Klimakammer, die Anzahl der Phasen und die Reihenfolge werden wie folgt für Standardmessungen festgelegt:

^{N1)}In der englischen Fassung wird an dieser Stelle eine zweite Erklärung für „M1“ angegeben. Dies ist ein Fehler und wurde in der deutschen Fassung korrigiert.

- Einstellungen Klimakammer: $(20 \pm 0,5)$ °C und (50 ± 5) % rel. LF
- Standard-Phasenprofil:
- Phase 1: Konstante Temperatur von 35 °C ohne Schweißabsonderung für 60 Minuten;
- Phase 2: Konstante Heizleistung von 125 W, Schweißabsonderungsrate von 100 g/h für 60 Minuten;
- Phase 3: Konstante Heizleistung von 25 W ohne Schweißabsonderung für 60 Minuten.

8.2.2 Ankleiden des Torsos

Die Proben müssen entweder als benähtes Rohr (Unterbekleidung und gestrickte Proben) oder als Gewebe mit den in Abschnitt 6 definierten Maßen vorbereitet werden. Die einzelnen Schichten werden auf den Torso in derselben Reihenfolge aufgebracht, wie auch bei normaler Ankleidung der Fall wäre. Die Proben sind auf dem Torso so anzulegen, dass sie zur Mitte des Messbereichs zentriert sind.

8.2.3 Aufzeichnung der Probenidentifikation, der Prüfungsbedingungen und der Prüfungsbeobachtungen

Die zur Steuerung der Experimente verwendete Software muss die folgenden Daten abfragen (welche Teil des Berichts und der Messprotokolle sein müssen):

- Identifikation der Proben (exakte Beschreibung, einschließlich Materialzusammensetzung);
- Prüfungsbedingungen (Einstellungen der Klimakammer, Oberflächentemperatur des Torsos, Windgeschwindigkeit, Phasenprofil, Schweißabsonderungsrate);
- Prüfungsbeobachtungen.

8.2.4 Beginn der Prüfung

Mit der Software wird die Datenaufzeichnung gestartet. Nach dem Anlegen der Proben kann sich die Temperatur aufgrund der stärkeren thermischen Isolierung im Vergleich zum „nackten“ Zustand erhöhen. Für ein gültiges Experiment ist sicherzustellen, dass transiente Effekte durch das Anbringen der Probe nachgelassen haben, bevor die Messung beginnt (stabile Oberflächentemperatur und Heizleistung).

ANMERKUNG Die Software kann über Möglichkeiten verfügen, den Beginn des auswählbaren Zeitraums zu verzögern, damit das System sich vor dem Beginn des Experiments wieder stabilisieren kann.

8.2.4.1 Datenerfassung

Die Datenerfassung wird automatisch durch die Steuerungssoftware gestartet. Alle relevanten Daten müssen mindestens einmal pro Minute aufgezeichnet werden:

- die Temperatur jedes Segments;
- die Heizleistung jedes Segments;
- das Gewicht des Torsos;
- das Gewicht des Schweißwasserbehälters (gravimetrisches System) oder Menge des abgegebenen Schweißwassers.

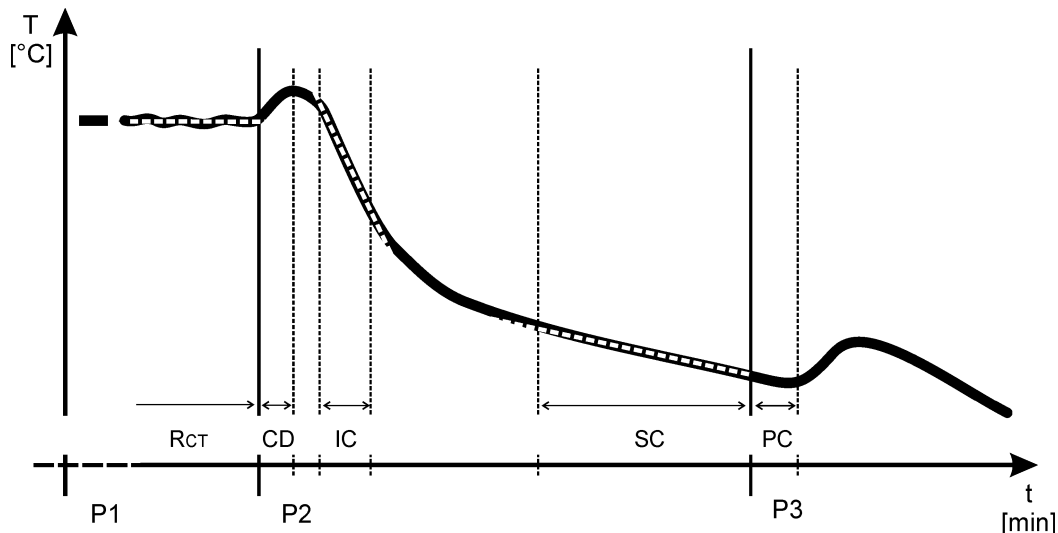
Alle Parameter, welche das Experiment definieren, müssen auch gespeichert werden:

- Einstellungen der Klimakammer;
- Phasenprofil;
- Datum und Uhrzeit.

Die Messdaten und die Daten bezüglich der Definition des Experiments können in derselben Datei (Titel und Daten) oder in separaten Dateien gespeichert werden.

8.2.5 Berechnete Werte

Abhängig von der eingesetzten Software, kann es sein, dass die Datenerfassung und Auswertung durch verschiedene Programme umgesetzt wird.



Legende

R_{ct}	Wärmedurchgangswiderstand	SC	Anhaltende Kühlung
CD	Kühlungszeit	PC	Nachkühlung
IC	Anfängliche Kühlung	Px	Phase 1 bis Phase 3

Bild 5 — Schematische Darstellung des Temperaturverlaufs während eines standardmäßigen 3-Phasen-Experiments

8.2.5.1 Thermische Isolierung: $R_{ct(Torso)}$ (Phase 1 des Standard-Experiments)

Die thermische Isolierung wird aus den Daten im stabilen Zustand der Phase 1 berechnet (Phase mit konstanter Oberflächentemperatur ohne Schweißabsonderung). Der R_{ct} -Wert (Torso) muss mit einem geräteabhängigen Korrekturfaktor $R_{ct0(Torso)}$ angepasst werden (bestimmt durch eine Messung ohne Probe bei den eingestellten Umgebungsbedingungen (Temperatur und relative Luftfeuchte der Klimakammer und eingestellte Windgeschwindigkeit)).

$$R_{ct(Torso)} = \frac{A_{Torso} \cdot (T_{Oberfläche} - T_{Umgebung})}{P_{Heizung}} - R_{ct0(Torso)}$$

Dabei ist:

$R_{ct(Torso)}$	thermische Isolierung in $m^2 \cdot K/W$
$R_{ct0(Torso)}$	Korrekturfaktor für $R_{ct(Torso)}$
A_{Torso}	Flächeninhalt des Torsos in m^2
$T_{Oberfläche}$	durchschnittliche Oberflächentemperatur des Messzylinders in $^{\circ}C$
$T_{Umgebung}$	durchschnittliche Temperatur in der Klimakammer in $^{\circ}C$
$P_{Heizung}$	durchschnittliche Heizleistung des Messzylinders in W

8.2.5.2 Kühleigenschaften (Phase 2 des Standardexperiments)

In der Phase 2 mit konstanter Heizleistung und Schweißabsonderung, kann die Kühlleistung durch Betrachtung des Verlaufs der Oberflächentemperatur bewertet werden. Die Wasseraufnahme und der Feuchtigkeitstransport im Kleidungsstück haben einen Einfluss auf die Verdampfung und daher auf die Kühleigenschaften der Bekleidungskombination. Feuchtigkeit, welche in der Nähe der Oberfläche des Torsos verdampft, wird diesen effizienter abkühlen.

Die folgenden Kennwerte werden berechnet (siehe Anhang 12: Beispiel Matlab-Code)

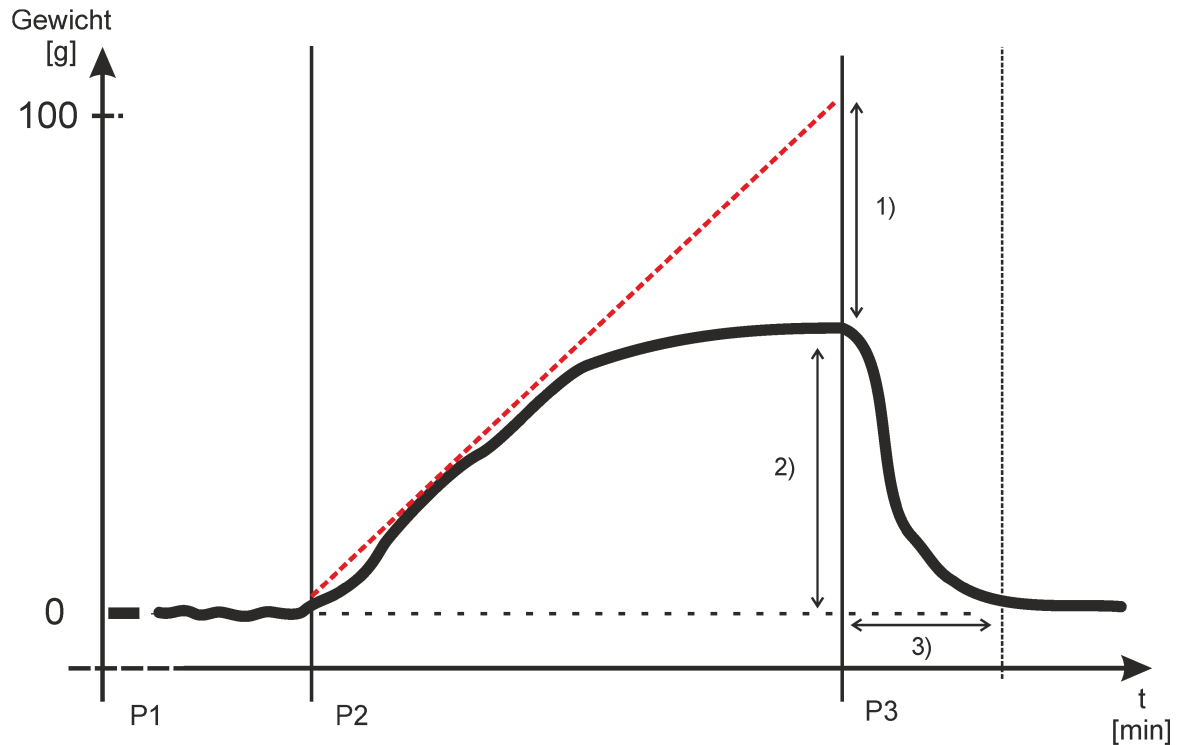
Tabelle 1 — Definition der Ergebnisse Phase 2

Wert	Beschreibung	Definition	Bemerkung	Einheit (en)
CD	Kühlungszeit	Die Zeit bis zur Verringerung der Oberflächen-temperatur kann am Anfang von Phase 2 beobachtet werden. Mögliche Ursachen für eine Verzögerung der effektiven Kühlung sind eine erhöhte Heizleistung, die Abgabe von Sorptionswärme und eine noch nicht effektive Verdampfungskühlung (verzögerte Verteilung/ Verdampfung des Schweißwassers). Wird keine Kühlungszeit beobachtet, wird CD auf 0 gesetzt. Wird in Phase 2 keine Kühlung festgestellt, wird CD auf Nicht zutreffend gesetzt.	abhängig vom Material nicht erkennbar	min
IC	anfängliche Kühlung (Temperaturunterschied über Zeit)	Rate der Temperaturänderung in der anfänglichen Phase der Kühlung nach möglicher CD. Wird in Phase 2 keine effektive Kühlung festgestellt, wird IC auf Nicht zutreffend gesetzt.	Maß für die kurzfristige Kühlleistung	°C/h
SC	anhaltende Kühlung (Temperaturunterschied über Zeit)	Rate der Temperaturveränderung in der anhaltenden Phase der Kühlung nach möglicher IC. Wird in Phase 2 keine effektive Kühlung beobachtet, sondern ein Anstieg der Oberflächentemperatur, wird ein negativer Wert für SC vermerkt.	Maß für die langfristige Kühlleistung	°C/h
	Feuchtigkeitsaufnahme	Feuchtigkeitsmenge in der Probe am Ende von Phase 2. Differenz des Torsogewichts am Ende von Phase 2 verglichen mit dem Anfang von Phase 2.		g
	verdampfte Feuchtigkeit	Differenz zwischen der abgegebenen Feuchtigkeit und der Feuchtigkeitsaufnahme und abgetropftem Wasser.		g

8.2.5.3 Trocknungseigenschaften und Nachkühlung (Phase 3 des Experiments)

Die Phase 3 mit konstanter Heizleistung ohne Schweißabsonderung (nach Phase 2 mit Schweißabsonderung) wird zur Bewertung der Zeit verwendet, die nötig ist, um die Probe zu trocknen. Dies geschieht durch Bewertung des Gewichtsverlaufs (Bild 6) und der Oberflächentemperatur.

ANMERKUNG Das Ende der Verdampfungskühlung kann üblicherweise durch einen Wechsel in der Oberflächentemperatur erkannt werden: d. h. eine Periode des Temperaturanstiegs oder eine unterschiedliche Temperaturabnahme.



Legende

- Px Phase 1 bis Phase 3
 1) verdampfte oder abgetropfte Feuchtigkeit
 2) Feuchtigkeitsaufnahme
 3) Trocknungszeit

Bild 6 — Gewichtsverlauf während der Messung

Tabelle 2 — Definition der Ergebnisse Phase 3

Wert	Beschreibung	Definition	Bemerkung	Einheit (en)
PC	Nachkühlung	Zeit, bis die verbleibende Feuchtigkeit verdampft ist. Über den Temperatur- oder Gewichtsverlauf zu erkennen.	Eine Änderung der Temperaturabnahme ist unter Umständen nicht zu erkennen.	min
Tdry	Trocknungszeit	Zeit bis zum Erreichen eines stabilen Gewichts in Phase 3.	Das Gewicht der Probe kann sich zum Ende der Prüfung geringfügig verändern.	min
	abgetropftes Wasser	Wassermenge auf der Waage am Ende von Phase 3 (Ende der Messung), die mit einem Tuch aufgenommen und gewogen wird		g

8.2.5.4 Ende des Experiments, Datenspeicherung

Nachdem die 3 Phasen des Experiments abgeschlossen wurden, werden die aufgezeichneten Daten ausgewertet und abgespeichert. Die folgenden Informationen müssen dabei gespeichert werden:

- Bedingungen des Experiments;
- Umgebungsbedingungen;
- Phasenprofil;
- Daten zum Experiment:
- Temperaturen;
- Gewichtsverlauf;
- Heizleistung;
- Schweißabsonderungsrate;
- abgetropftes Schweißwasser;
- Ergebnisse des Experiments:
- $R_{ct(Torso)}$ (stabiler Zustand);
- Kühleigenschaften (z. B. CD, IC, SC);
- Nachkühlungs- und/oder Trocknungsverhalten (PC , T_{dry});
- Probengewicht vor und nach dem Experiment.

9 Prüfbericht

9.1 Allgemeines

Der Prüfbericht muss auf diese Norm verweisen und die in den folgenden Abschnitten beschriebenen Daten sowie alle Elemente in Anhang D enthalten.

9.2 Identifikation der Probe

Beschreibung der Probe(n) hinsichtlich der folgenden Informationen: Art des Kleidungsstücks/Kleidungs-systems, Größe, Grundgewicht des Gewebes, Gewebeart, Farbe, und atypische Funktionen sowie Design des Kleidungsstücks. Eine Beschreibung jeglicher Vorbehandlungen der Komponenten des Kleidungsstücks/des Kleidungs-systems, wie zum Beispiel das Waschen, ist vorzusehen.

9.3 Bedingungen des Experiments

Definition der eingestellten Umgebungsbedingungen für das Experiment und des angewandten Phasen-profils. Die Umgebungsbedingungen werden durch Umgebungstemperatur, relative Luftfeuchte und die Windgeschwindigkeit definiert. Das Phasenprofil muss im Rahmen einer Liste beschrieben werden, welche Informationen zum Steuermodus und den eingestellten Werten, Zeitdauern, dem Intervall der Probenahme, der Schweißabsonderungsrate, dem Wind und anderen Parametern enthält, die notwendig sind, um ein Experiment zu reproduzieren.

Die Standardbedingungen werden in 8.2.1.1 und 7.2 beschrieben.

9.4 Berechnete Ergebnisse

Die berechneten Ergebnisse sind, wie in 8.2.5 beschrieben, zu berichten.

10 Instandhaltung und Kalibrierung

10.1 Instandhaltung

10.1.1 Schweißwasserbehälter

Destilliertes Wasser (Gütegrad 2 nach ISO 3696) oder gereinigtes Wasser (Gütegrad 1 nach ISO 3696) muss als Schweißwasser verwendet werden. Vor jedem Experiment muss die Bedienperson sicherstellen, dass sich ausreichend Wasser für das Experiment im Behälter befindet. Der Schweißwasserbehälter und die Röhrchen müssen jährlich gespült werden (Gefahr von Algenwachstum), ggf. auch häufiger, wenn die Durchflussrate an den Schweißdüsen nicht erreicht werden kann (siehe Anhang B).

10.1.2 Ventilprüfungen

Luftbläschen können in den Röhrchen, welche die Schweißdüsen mit Wasser versorgen, eingefangen sein. Die korrekte Funktionsweise jedes Ventils muss mindestens einmal pro Jahr geprüft werden. Es muss eine Softwareoption zur Prüfung jedes einzelnen Ventils vorgesehen werden.

10.2 Kalibrierung

Die folgenden Sensoren und Einstellungen sind monatlich zu prüfen:

- Korrekturwert des Wärmedurchgangswiderstands ($R_{ct0 \text{ (Torso)}}$);

Die folgenden Sensoren und Einstellungen sind jährlich zu prüfen:

- Temperatursensoren am Torso (Pt-100 oder gleichwertig und Nickeldraht);
- Heizleistung des Torsos (Leistung der Stromversorgungen);
- Schweißabsonderungsrate am Torso (Ventilintervall und Öffnungszeit);
- Umgebungsbedingungen (Temperatur, relative Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit);

Siehe Anhang B für weitere Informationen zur Kalibrierung.

Zusätzlich sind Experimente mit Standardgewebe alle drei Monate auszuführen. Die Experimente und Ergebnisse sind im Logbuch zu vermerken.

10.2.1 Korrekturwert des Wärmedurchgangswiderstands ($R_{ct0 \text{ (Torso)}}$)

Für die Bewertung von $R_{ct0 \text{ (Torso)}}$ ist ein Experiment ohne Probe bei Standardbedingungen (siehe 8.2.1.1) und ausschließlich mit Phase 1 nach dem Standard-Phasenprofil auszuführen. $R_{ct \text{ (Torso)}}$ für dieses Experiment berechnen. Dieser Wert wird als $R_{ct0 \text{ (Torso)}}$ im Logbuch vermerkt.