

DIN EN ISO 18640-1

ICS 13.340.10

Einsprüche bis 2016-09-15

Entwurf

**Schutzkleidung für die Feuerwehr –
Physiologische Wärmebelastung –
Teil 1: Messung von gekoppelter Wärme und Stoffaustausch mit dem
Schwitztorso (ISO/DIS 18640-1:2016);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 18640-1:2016**

Protective clothing for fire-fighters –
Physiological impact –
Part 1: Measurement of coupled heat and mass transfer with the sweating TORSO
(ISO/DIS 18640-1:2016);
German and English version prEN ISO 18640-1:2016

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 76 Seiten

DIN-Normenausschuss Persönliche Schutzausrüstung (NPS)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 18640-1:2016) 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 (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 Abschnitt 2 normativ zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 6330	siehe DIN EN ISO 6330:2013-02
ISO 11092	siehe DIN EN ISO 11092:2014-12
ISO 139	siehe DIN EN ISO 139:2011-10
ISO 3696	siehe DIN ISO 3696:1991-06

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 6330:2013-02, *Textilien — Nichtgewerbliche Wasch- und Trocknungsverfahren zur Prüfung von Textilien (ISO 6330:2012); Deutsche Fassung EN ISO 6330:2012*

DIN EN ISO 11092:2014-12, *Textilien — Physiologische Wirkungen — Messung des Wärme- und Wasserdampfdurchgangswiderstands unter stationären Bedingungen (sweating guarded-hotplate test) (ISO 11092:2014); Deutsche Fassung EN ISO 11092:2014*

DIN EN ISO 139:2011-10, *Textilien — Normalklimat für die Probenvorbereitung und Prüfung (ISO 139:2005 + Amd.1:2011); Deutsche Fassung EN ISO 139:2005 + A1:2011*

DIN ISO 3696:1991-06, *Wasser für analytische Zwecke — Anforderungen und Prüfungen — Identisch mit ISO 3696:1987*

**Schutzkleidung für die Feuerwehr — Physiologische Wärmebelastung —
Teil 1: Messung von gekoppelter Wärme und Stoffaustausch mit dem
Schwitztorso (ISO/DIS 18640-1:2016)**

Protective clothing for fire-fighters — Physiological impact — Part 1: Measurement of coupled heat and mass transfer with the sweating TORSO (ISO/DIS 18640-1:2016)

ICS:

Deskriptoren:

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

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	8
4 Symbole (und Abkürzungen)	11
5 Prüfeinrichtung	11
5.1 Schwitztorso	12
5.1.1 Beheizter Zylinder	13
5.1.2 Abschnitte der thermischen Schutzeinrichtungen	13
5.1.3 Heizung, Temperatursteuerung	14
5.1.4 Temperaturmessung	14
5.1.5 Ventile, Simulation der Schweißabsonderung	14
5.1.6 Waagen (Gewicht des Torsos und des freigesetzten Schweißwassers)	14
5.2 Computer, Steuerungssystem und Datenerfassung	14
5.2.1 Computer	14
5.2.2 Steuerungssystem	14
5.2.3 Datenerfassung	15
5.2.4 Messsteuerung	15
5.3 Klimakammer	15
5.3.1 Wind, Ventilatoren	15
5.4 Schweißwasserzufuhr	15
6 Probenahme und Proben	16
6.1 Allgemeines	17
6.1.1 Größe der Proben	17
6.1.2 Art der Proben	17
6.1.3 Spezifikation des Kleidungsstücks/Kleidungssystems	17
6.2 Anzahl der Proben	17
7 Vorbereitung der Proben	17
7.1 Vorbehandlung	17
7.2 Konditionierung	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	18
8.2.1 Allgemeines	19
8.2.2 Ankleiden des Torsos	19
8.2.3 Aufzeichnung der Probenidentifikation, der Prüfungsbedingungen und der Prüfungsbeobachtungen	19
8.2.4 Beginn der Prüfung	19
8.2.5 Berechnete Werte	20

9	Prüfbericht.....	22
9.1	Allgemeines	22
9.2	Identifikation der Probe	22
9.3	Bedingungen des Experiments.....	22
9.4	Berechnete Ergebnisse.....	22
9.5	Inhalt des Prüfberichts.....	23
10	Instandhaltung und Kalibrierung.....	23
10.1	Instandhaltung.....	23
10.1.1	Schweißwasserbehälter.....	23
10.1.2	Ventilprüfungen.....	23
10.2	Kalibrierung.....	23
10.2.1	Korrekturwert für Wärmedurchgangswiderstand (R_{ct0}).....	23
10.2.2	Temperatursensoren am Torso	24
10.2.3	Heizleistung des Torsos	24
10.2.4	Schweißabsonderungsrate am Torso	24
10.2.5	Umgebungsbedingungen	24
10.3	Experimente mit Standardgewebe.....	24
	Anhang A (normativ) Torsogröße und Definition des Materials.....	25
	Anhang B (normativ) Kalibrierung.....	29
	Anhang C (informativ) Beispiel für Datenauswertung	31
	Anhang D (informativ) Checkliste zur Probe	34
	Anhang E (informativ) Erörterung der Einflussparameter	35
	Anhang F (informativ) Validierung des Messgeräts	36
	Anhang G (informativ) Mögliche Konfiguration.....	37
	Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der abzudeckenden EU-Richtlinie 89/686/EWG	38
	Literaturhinweise.....	39

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 18640-1:2016) 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 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 18640-1:2016 wurde vom CEN als prEN ISO 18640-1:2016 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.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

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. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 94, *Personal safety — Protective clothing and equipment*, Unterkomitee SC 14, *Fire-fighters' personal equipment*.

ISO 18640 besteht, unter dem allgemeinen Titel *Protective clothing for fire-fighters — Physiological impact*, aus folgenden Teilen:

- *Part 1: Measurement of coupled heat and mass transfer with the sweating TORSO*
- *Part 2: Determination of physiological heat load caused by protective clothing worn by fire-fighters*

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 gesundheitsschädigenden oder sogar lebensbedrohlichen thermischen Belastungen, 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 500 W/m^2 (Homér 2006, Homér und Gavhed 2007). Davon werden 75 – 80 % als Wärme freigesetzt (Gaesser und Brooks 1975), 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 $36,5 - 37,5^\circ\text{C}$ zu halten (Normothermie; Mahmood und Zweifler 2007). Unter strengen Umweltbedingungen und/oder durch eingeschränkte Wärmeableitung aufgrund der Schutzkleidung erleidet der Körper jedoch thermische Belastungen. Als Konsequenz erhöht sich die Körperkerntemperatur. Oberhalb von $37,5^\circ\text{C}$ ist der menschliche Körper überwärmt (Hyperthermie) und die Arbeitsleistung wird reduziert. Bei weiteren Erhöhungen der Körperkerntemperatur kann dieser Zustand sogar lebensgefährliche Ausmaße annehmen.

Um die Risiken thermischer Belastungen 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 thermische Belastungen geprüft werden. Die Todesstatistik der U.S. Department of Homeland Security (2012) zeigt die dramatischen Konsequenzen thermischer Belastungen in Kombination mit intensiver physischer Arbeit für den menschlichen Körper. Im Jahre 2011 starben 50 Feuerwehrleute infolge von Belastungen oder Überanstrengung. Diese Vorfälle stellen 60 % aller Todesfälle dar, die im Jahre 2011 infolge von Herzinfarkten (48 Feuerwehrleute), Schlaganfällen oder Hitzekollaps vorgekommen sind. Daher hilft das Wissen um die thermophysiologischen Auswirkungen von Schutzkleidung und Maßnahmen zur Reduzierung dieser Auswirkungen dabei, dass das Risiko, aufgrund von Überanstrengung einer Belastung zu erliegen, reduziert wird.

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 Schutzkleidungen, da beispielsweise die Eigenschaften der Feuchtigkeitsregulierung und die kombinierte Auswirkung von Wärme- und Stoffaustausch nicht berücksichtigt werden. 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 berücksichtigt auch den Schnitt der Kleidung und entsprechend auch Luftschichten, die in der Kleidung eingefangen sind. 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 Schnitt und Passform. Jedoch verbleibt die Zuschreibung intrinsischer Stoffeigenschaften schwierig.

Eine mögliche Vorgehensweise bezüglich der intrinsischen Stoffeigenschaften und der Berücksichtigung des Wärme- und Stoffaustausches ist der sogenannte Schwitztorso (en: Sweating Torso) (Zimmerli und Weder 1997,[3] Keiser et al. 2008[6]). Das Schwitztorsogerät ist ein aufrecht stehender, beheizter Zylinder, welcher die Oberfläche des menschlichen Körperstammes darstellt und mit einer Möglichkeit der Schweißabsonderung ausgestattet ist (Annaheim et al. [5]). Die zu untersuchende schützende Stoffprobe wird dabei eng

um den Schwitztorso gewickelt. Drei Phasen werden dann durchlaufen, in denen die trockene thermische Isolierung, die Wärmeübertragung im trockenen und nassen Zustand, sowie die Trocknungseigenschaften bewertet werden. Erkenntnisse, die mit dem Schwitztorso 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 (Annaheim et al. [6]). Außerdem wurden Validierungsstudien durchgeführt, um die Erkenntnisse aus der Schwitztorsoprüfung auf thermophysiologische Reaktionen in realistischen Umweltbedingungen und die Aktivitäten von Feuerwehrleuten anzuwenden. Basierend auf diesen Erkenntnissen, werden Richtlinien für intrinsische Textileigenschaften basierend auf thermophysiologischen Reaktionen bereitgestellt.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm enthält die allgemeinen Grundsätze eines Prüfverfahrens zur Bewertung der physiologischen Auswirkungen von vollständiger Bekleidung oder Bekleidungsensembles im Rahmen einer Reihe simulierter Aktivitäten (Phasen) unter definierten Umgebungsbedingungen. Dieses Prüfverfahren charakterisiert die wesentlichen Eigenschaften von Kleidungsstücken für die thermophysiologische Bewertung:

- Trockene thermische Isolierung;
- Maße für Kühleigenschaften während durchschnittlicher Stoffwechselaktivitäten und Feuchtigkeitsregulierung;
- Trocknungsverhalten.

Diese Internationale Norm dient der Messung und Beschreibung des Verhaltens von vollständiger Bekleidung oder Bekleidungsensembles, die auf eine Reihe simulierter Aktivitäten unter kontrollierten Laborbedingungen reagieren, wobei die Ergebnisse hieraus zur Optimierung der Kombination von Kleidungsstücken und der Ausführung jener verwendet werden. Überdies dient diese Internationale Norm der Beschreibung der thermophysiologischen Auswirkungen von Schutzkleidung, aber nicht des Risikos der thermischen Belastung unter tatsächlichen Brandbedingungen. Die Ergebnisse dieser Prüfung können als Bestandteile einer Risikobewertung hinsichtlich thermischer Belastungen oder Herz-Kreislauf-Belastungen herangezogen werden.

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 6330, *Textiles — Domestic washing and drying procedures for textile testing*

ISO 11092, *Textiles — Physiological effects — Measurement of thermal and water-vapour resistance under steady-state conditions (sweating guarded-hotplate test)*

ISO 139, *Textiles — Standard atmospheres for conditioning and testing*

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
(en: cooling delay)
Zeitverzögerung (und Temperaturanstieg) 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, welcher in der aktiven Phase mit Schweißabsonderung verdampft ist. Differenz zwischen zugeführtem Schweißwasser und dem Gewichtsunterschied des Torsos (kondensierte Feuchtigkeit/gespeichertes Schweißwasser)

3.3

experimentelle Phase

eine experimentelle Phase besteht aus einer definierten Schweißabsonderungsrate und einer Oberflächentemperatur oder Heizleistung. Ein Experiment kann aus mehreren Phasen bestehen

ANMERKUNG Jede Phase simuliert eine spezifische Situation mit einer definierten Temperatur oder Heizleistung und entsprechenden Einstellungen für die Schweißabsonderungsrate. Ein Standardexperiment besteht aus drei Phasen.

3.4

anfängliche Kühlung

IC

(en: initial cooling)

Zeitpunkt (und Temperatur) zu welchem die anfängliche Kühlung in einer experimentellen Phase bei der Simulation einer Aktivität mit Schweißabsonderung endet

3.5

Feuchtigkeitsaufnahme

die im Kleidungssystem gespeicherte Feuchtigkeit, abgeleitet vom Gewichtsverlauf des Torsos während des Experiments

3.6

Nachkühlung

PC

(en: post cooling)

Ende der Nachkühlungsperiode in einer experimentellen Phase ohne Schweißabsonderung und einer Heizleistung, die einem Menschen im Ruhezustand nach Ausführung einer simulierten Aktivität entspricht. Die Verdampfung der gespeicherten Feuchtigkeit zieht Energie aus dem schwitzenden Torso, welche durch ein Herabsinken der Oberflächentemperatur erkannt werden kann

3.7

Phasenprofil

Reihe oder Serie experimenteller Phasen, welche ein Experiment definieren

3.8

anhaltende Kühlung

SC

(en: sustained cooling)

anhaltender Kühlungszustand in einer experimentellen Phase bei der Simulation einer Aktivität mit Schweißabsonderung

3.9

Abstandhalter

eine Einrichtung, die dazu dient, einen Luftzwischenraum zwischen der Oberfläche des Torsos und einer Probe zu bilden

ANMERKUNG Simulation von Luftschichten in der Realität. Luftschichten beeinflussen den gesamten Wärmedurchgangswiderstand und den Feuchtigkeitstransport. Ein Abstandhalter darf zur Simulation einer definierten Luftschicht verwendet werden.

3.10

Schweißwasser

Wasserzufuhr, die zur Simulation einer Schweißabsonderung dient. Destilliertes Wasser (Gütegrad 2 nach ISO 3696) oder gereinigtes Wasser (Gütegrad 1 nach ISO 3696) muss verwendet werden

ANMERKUNG Destilliertes oder gereinigtes Wasser muss zur Simulation der Schweißabsonderung verwendet werden. Normales Wasser führt zur Verstopfung der Zufuhrleitungen und zum Aufbau eines Biofilms oder Algenwachstum. Wasser des Typ 1 nach NCCLS (1988) hat sich als effizient in der Vermeidung von Verstopfungen der Zufuhrleitungen erwiesen.

3.11

Wärmedurchgangswiderstand

R_{ct}

Maß für die thermische Isolierung in $m^2 \cdot K/W$. R_{ct} 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

Korrekturfaktor für R_{ct}

R_{ct0}

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

ANMERKUNG 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} ist eine kumulative Größe für diesen Wert und kann leicht von Gerät zu Gerät und Anlage zu Anlage 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

3.12.1

Windschutz

Abdeckung

die Waage zur Messung des Torsogewichts ist empfindlich und Wind wird Schwankungen der Messwerte verstärken. Ein Windschutz, der die Waage und den unteren Teil des Torsos abdeckt stellt eine optimale Genauigkeit sicher.

3.13

Oberflächentemperatur des Torsos

durchschnittliche Temperatur an der Oberfläche des Messbereichs des Torsos

ANMERKUNG Die Temperatur wird über eine dünne Nickellitze, die an der Oberfläche angebracht ist, oder über eine ähnliche Methode, welche die Messung der durchschnittlichen Oberflächentemperatur ermöglicht, gemessen. Zwei Kabel werden an der Oberfläche des Torsos angebracht, welche eine Differenzierung zwischen der Vorder- und Rückseite des Gerätes ermöglichen (wichtig für Experimente mit Wind)

3.14

Torsogewicht

das Gesamtgewicht des Schwitztorsosystems (Torsogerät und Testobjekt) während einer Prüfung

3.15

gesamtes Schweißwasser

Wassermenge, die während der aktiven Phase mit Schweißabsonderung der Oberfläche des Torsos zugeführt wird; Differenz zum Gewicht des Schweißwasserbehälters

3.16

Windgeschwindigkeit

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

ANMERKUNG 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 voreingestellte Windgeschwindigkeit von 1 m/s an der Oberfläche des Torsos schaffen (turbulenter Luftstrom, reguliert durch ein Hitzdrahtanemometer).

4 Symbole (und Abkürzungen)

R_{ct}	Wärmedurchgangswiderstand in $m^2 \cdot K/W$, gemessen unter stabilen Bedingungen (Phase 1 des Experiments)
R_{ct0}	Korrekturfaktor für R_{ct} basierend auf Geometrie, Windeinstellungen und Klimakammer (Phase 1 des Experiments)
CD	Kühlungszeit (Zeit in min bis der Kühleffekt der Verdampfung erkennbar wird)
IC	Anfängliche Kühlung (anfängliche Rate der Reduktion der Oberflächentemperatur in $^{\circ}C/h$, kann nach CD beobachtet werden)
SC	Anhaltende Kühlung (Änderungsrate der Oberflächentemperatur in $^{\circ}C/h$ (oder $min?$) infolge des kühlenden Effekts der Verdampfung und der nassen Isolierung des Stoffes)
PC	Endzeitpunkt (und Temperatur) der Nachkühlung, Phase 3 des Experiments

5 Prüfeinrichtung

Der Schwitztorso ist eine aufrecht stehende, zylindrische Prüfeinrichtung, die einen menschlichen Körperstamm simuliert und über thermische Schutzeinrichtungen am oberen und unteren Ende verfügt (siehe Bild 2). Die Prüfeinrichtung verfügt über Heizfolien, Schweißdüsen, eine mehrschichtige Hülle (Simulation der Hautschichten) und die notwendige Elektronik zur Steuerung der Ventile und Sensoren.

Die gesamte Messeinrichtung (siehe Bild 1) besteht hauptsächlich aus dem Schwitztorso (1), der auf einer Waage (2) innerhalb einer Klimakammer positioniert ist, sowie einem Steuerungssystem (3), der Stromversorgung, den Steuergeräten und einem Computer für die Datenerfassung, der außerhalb der Kammer angeordnet ist, sowie einem Schweißwasserbehälter auf einer zweiten Waage (4).

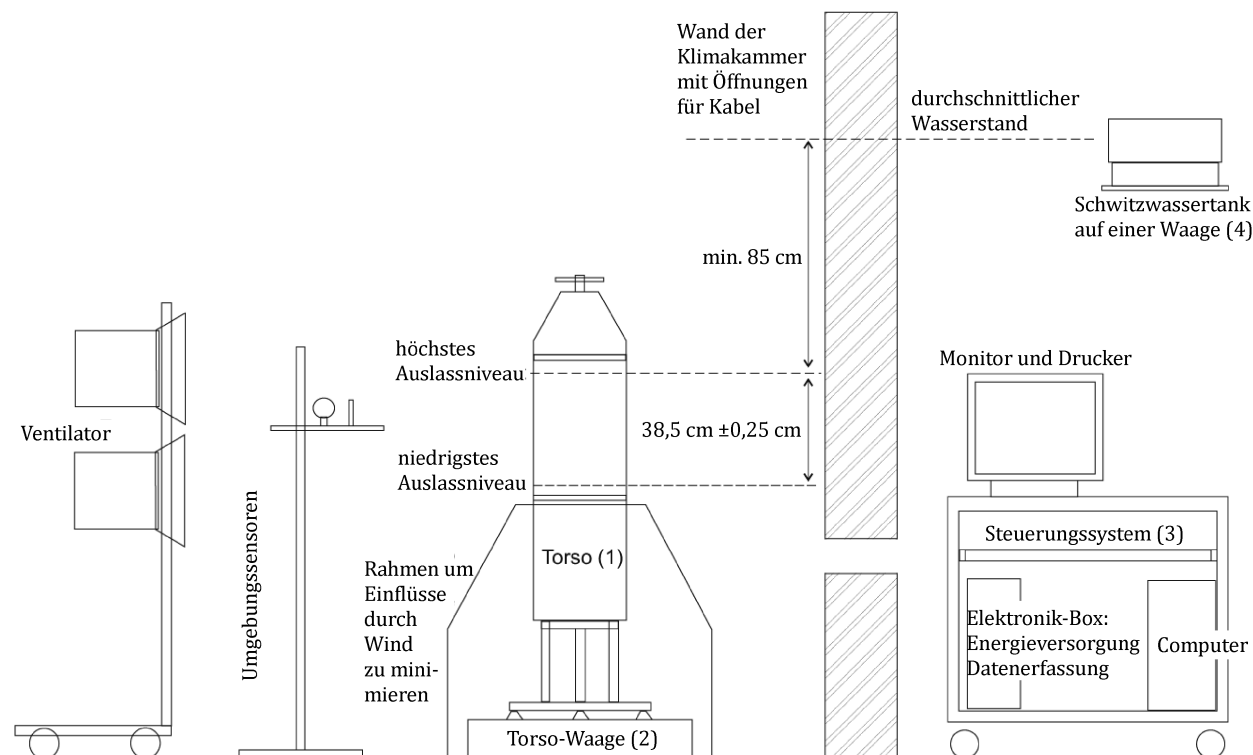


Bild 1 — Übersicht des Torso-Systems

5.1 Schwitztorso

Der Schwitztorso simuliert einen menschlichen Körperstamm. Der Zylinder hat einen Außendurchmesser von $30,0 \pm 0,25$ cm (Umfang von ungefähr 94,25 cm), eine Länge von $46 \pm 0,25$ cm und verfügt über eine Aluminiumröhre und Heizfolien im Inneren. Am unteren und oberen Ende des aufrecht stehenden Zylinders befinden sich thermische Schutzeinrichtungen mit individuell gesteuerter Beheizung. Es befinden sich zur Temperatursteuerung 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 sind in der unteren Schutzeinrichtung untergebracht. Messumformer, welche die Widerstandswerte der Temperatursensoren umwandeln, befinden sich ebenfalls dort. Die Elektronik zur Datenerfassung und Temperatursteuerung dürfen auch in den Hohlraum der Schutzeinrichtungen platziert werden. Es muss darauf geachtet werden, dass die Heizleistung dieser Komponenten 5 W nicht übersteigt.

ANMERKUNG Der Stromverbrauch aller Ventile, welche die Schweißwasserzufuhr steuern, würde zu einer höheren Wärmeabgabe im aktivierten Zustand führen. Der Einsatz normaler Arbeitszyklen und eine asynchrone Aktivierung der Ventile beschränkt diese Wärmeabgabe auf einen akzeptable Werte.

Der Bereich zwischen dem Zylinder und den Schutzeinrichtungen muss durch Scheiben zur thermischen Isolierung getrennt werden (thermische Leitfähigkeit weniger als $0,35$ [W/m·K]). Eine detailliertere technische Beschreibung findet sich im Anhang A dieser Norm.

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

5.1.1 Beheizter Zylinder

Der zentrale Teil des Torsos ist der Bereich, in dem die Messung genommen wird (Flächeninhalt von ungefähr $0,4335 \text{ m}^2$). Die interne Aluminiumröhre wird durch mehrere Schichten synthetischen Materials mit ähnlichen thermischen Eigenschaften wie die menschliche Haut abgedeckt (siehe Bild 2 und Anhang A).

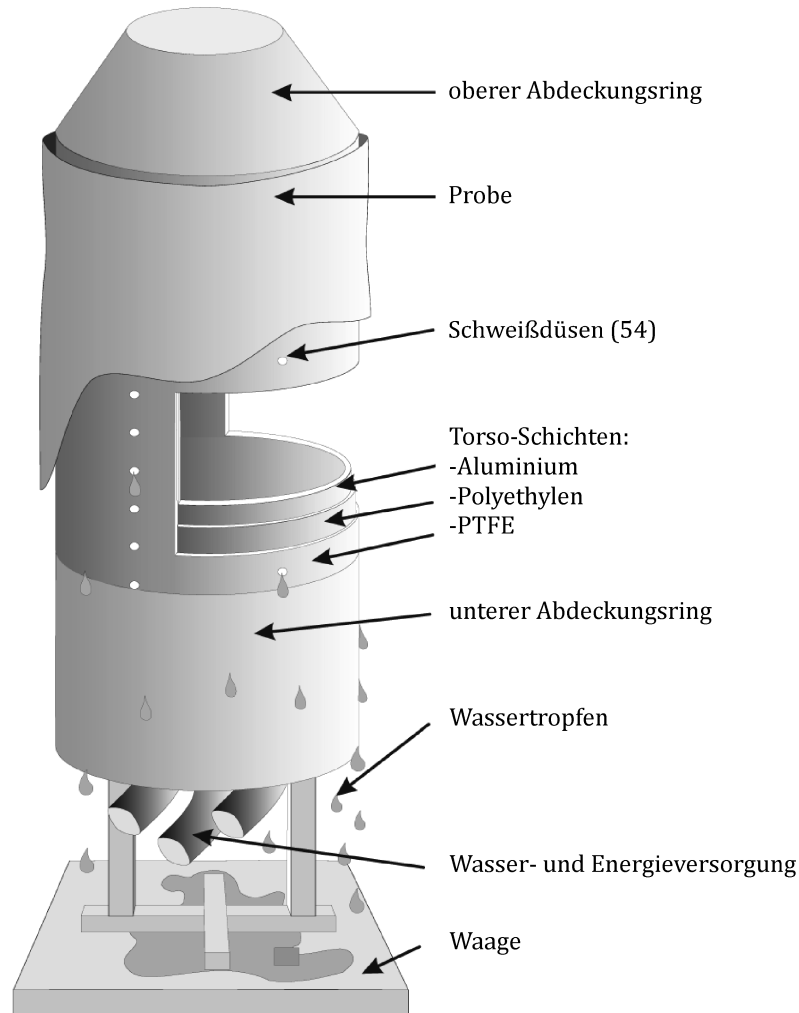


Bild 2 — Schematische Darstellung des Schwitztorsos mit Temperatursensoren, Heizelementen und verschiedenen Materialschichten

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 von oder zum Messzylinder entsteht. 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, 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 (Pt-100 oder gleichwertig) im Aluminiumteil des Torsos, sowie optionale weitere Sensoren in der Nähe der Außenschichten (für die THS-Messungen nach Teil 2), sowie Nickeldrähte für die integrale Auswertung der Oberflächentemperatur werden zur Steuerung und Überwachung der Temperatur in den einzelnen Segmenten des Torso-Gerätes verwendet. Siehe A.6 für weitere Details.

5.1.5 Ventile, Simulation der Schweißabsonderung

Digitale E/A-Signale des Computers werden zur Steuerung der Ventile in der unteren Schutzeinrichtung verwendet. 54 Düsen sind gleichmäßig im Messbereich des Torsos (siehe A.6) verteilt. Diese werden durch die 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 Tröpfchen mit der definierten Größe aus den Düsen austreten.

ANMERKUNG Der Durchmesser und die Länge der Rohre von den Ventilen zu den Düsen haben einen Einfluss auf die Menge des ausgestoßenen Wassers.

5.1.6 Waagen (Gewicht des Torsos und des freigesetzten Schweißwassers)

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

Eine Waage mit einem Messbereich von mindestens 5 kg und einer Messgenauigkeit auf mindestens 0,1 g wird zur Überwachung des Gewichtsverlaufs des freigesetzten Schweißwassers verwendet.

Beide Waagen müssen über eine Schnittstelle zum Datenaustausch mit dem Computer, welcher das Experiment steuert, verfügen.

5.2 Computer, Steuerungssystem und Datenerfassung

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

5.2.1 Computer

Ein Computer wird zur Erfassung und Auswertung aller Sensordaten und Gewichtsinformationen, sowie zur Einstellung der Temperaturregler und der Stromversorgung verwendet. Die zur Erfassung des Torso-Gewichts und des freigesetzten Schweißwassers verwendeten Waagen sind mit dem Computer verbunden. Ebenso muss das Datenerfassungssystem mit dem Computer kommunizieren.

5.2.2 Steuerungssystem

Stromversorgung und Temperaturregler zur Steuerung der drei Bereiche des Messsystems.

5.2.3 Datenerfassung

Die Datenerfassung muss eine ausreichende Menge an Kanälen zur Erfassung aller notwendigen Temperatursignale und zur Steuerung der Ventile vorsehen. Zusätzlich müssen Maßnahmen zur Einstellung der Temperatur oder Heizleistung in das Messsystem integriert werden.

5.2.4 Messsteuerung

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 erlaubt die Berechnung der thermischen Isolierung in einem stabilen Zustand.
- 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. Diese Einstellung kann zur Simulation verschiedener Aktivitäten eingesetzt werden.
- 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.

5.3 Klimakammer

Messungen werden unter kontrollierten klimatischen Bedingungen durchgeführt. Das gesamte Messsystem wird in einer Klimakammer platziert.

Die klimatischen Bedingungen müssen während der Experimente aufgezeichnet werden. Die klimatischen Bedingungen werden durch die Umgebungstemperatur, relative Feuchtigkeit und Windgeschwindigkeit definiert.

5.3.1 Wind, Ventilatoren

Der Wärmestrom von der Oberfläche des Torsos hängt von den Windbedingungen an der Oberfläche ab. Die Ventilation innerhalb der Klimakammer trägt hierzu bei. Ein Ventilationssystem muss zur Einstellung der Windgeschwindigkeit an der Oberfläche des Torsos auf einen definierten Wert eingesetzt werden.

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 der Änderungsrate dieser Bedingungen. Diese Luftzirkulation führt ebenfalls zu verschiedenen Windbedingungen an der Oberfläche des Torsos. Ein zusätzlicher Luftstrom aufgrund der Luftzirkulation der Kammer muss gemessen werden und darf 0,25 m/s nicht überschreiten.

5.4 Schweißwasserzufuhr

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

Das Schweißwasser wird aus einem Vorratsbehälter zugeführt, welcher auf einer Waage außerhalb der Kammer 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. Normalerweise wird der Schwitztorso für Bekleidungssysteme in aufrechter Stellung eingesetzt.

ANMERKUNG Höhenunterschiede von ungefähr 85 cm haben sich als ausreichend erwiesen, um genügend Druck zur Herstellung von reproduzierbaren Tröpfchen bei einer Öffnungszeit von 200 ms bei der Verwendung von Rohren mit einem Durchmesser von 0,5 mm und einer Länge von 1 m aufzubringen. Bei geringeren 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 3 zeigt eine schematische Zeichnung der Konfiguration einer Schweißwasserkalibrierung. Die Menge an Schweißwasser, die mit dem oben beschriebenen System ausgestoßen wird, kann zwar reproduziert werden, ist aber nicht linear in Bezug auf die Intervalle zwischen den Öffnungen (siehe Anhang B für weitere Informationen zu empfohlenen Kalibrierverfahren).

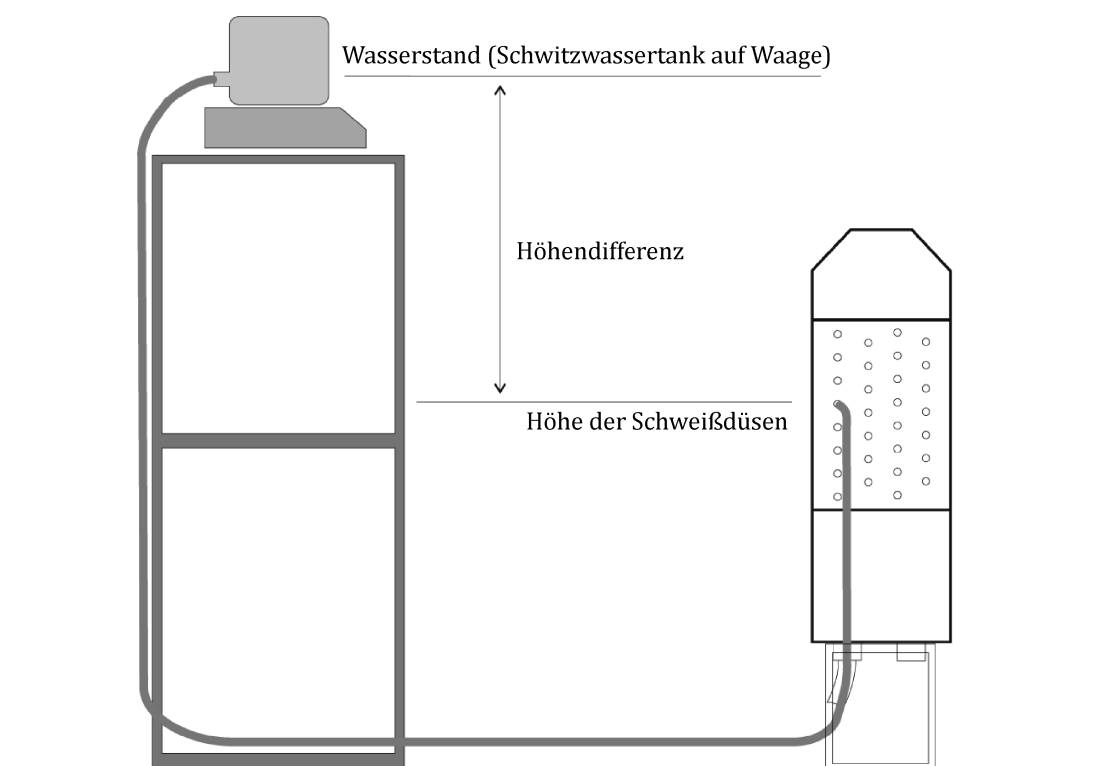


Bild 3 — Schematische Darstellung der Wasserzufuhr

6 Probenahme und Proben

Proben müssen so zugeschnitten werden, dass sie mindestens den Mittelteil des Torsos abdecken. Falls nicht anderweitig durch die anzuwendende Produktnorm gefordert, müssen alle Proben nach den Spezifikationen des Herstellers einmal gewaschen werden. Obgleich es möglich ist, gebrauchsfertige Kleidungsstücke am Torso zu prüfen, wird die Verwendung von Stoffproben, die entsprechend auf den Torso zugeschnitten werden, empfohlen.

6.1 Allgemeines

6.1.1 Größe der Proben

Größe der Proben:

- 99 cm × 48 cm für Außenschichten oder Gewebe (inkl. einer Zulage für Klemmen);
- 87 cm × 48 cm für Gestrick (Berücksichtigung einer Dehnung von ungefähr 10 %).

Die Proben müssen ohne Luftschichten und Falten im Gewebe um den Torso gewickelt werden.

Unterbekleidung oder gestrickte Proben müssen auf ein Rohr 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

Bei Standardexperimenten werden Stoffproben mit derselben Größe wie der Messzylinder verwendet. Gebrauchsfertige Kleidungsstücke können verwendet werden, wenn die Größe der ausgewählten Bekleidungsstücke die Anforderungen nach 6.1 erfüllt.

ANMERKUNG Wenn diese Bedingungen nicht erfüllt werden, können die Ergebnisse der Prüfung hinsichtlich Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit nicht garantiert werden.

6.1.3 Spezifikation des Kleidungsstücks/Kleidungssystems

Bei der Bewertung von Kleidungsstücken oder Kleidungssystemen für eine bestimmte Anwendung oder Spezifikation, müssen die Proben dem Material und der Auslegung des Kleidungsstücks/des Kleidungssystems der erwarteten Anwendung entsprechen.

6.2 Anzahl der Proben

Experimente werden dreimal durchgeführt. Daher müssen mindestens drei Exemplare jeder Probe vorbereitet werden.

7 Vorbereitung der Proben

Proben werden auf den Torso in Übereinstimmung mit Abschnitt 6 zugeschnitten. Alle Proben werden in Übereinstimmung mit den Spezifikationen des Herstellers in Bezug auf ISO 6330 einmal gewaschen, falls nicht von einer anzuwendenden Produktnorm anderweitig festgelegt.

7.1 Vorbehandlung

Jede Probe, die nicht für eine eingeschränkte Nutzung bestimmt ist, muss einmal in Übereinstimmung mit ISO 6330 und nach den Anweisungen des Herstellers, bzw. der Richtlinien der anzuwendenden Norm gewaschen und getrocknet werden.

Andere Vorbehandlungen dürfen angewandt werden, sofern diese im Prüfbericht vollständig beschrieben werden und alle Proben der Prüfserie denselben Vorbehandlungsbedingungen ausgesetzt werden. Wenn die Leistungsfähigkeit für eine Endanwendung bewertet wird, dann muss die Vorbehandlung dieser Spezifikation (der Endanwendung) entsprechen. Kleidung, die für eine eingeschränkte Nutzung bestimmt ist, darf vor der Konditionierung nicht gewaschen und getrocknet werden.

ANMERKUNG 1 Das Kleidungsstück wird gewaschen, um Rückstände der Endverarbeitungsprozesse, die bei der Vorbereitung der textilen Materialien vor der Fertigung der Kleidungsstücke/Kleidungssysteme möglicherweise angewandt wurden, zu entfernen.

ANMERKUNG 2 Kleidungsstücke mit eingeschränkter Nutzung sind jene Kleidungsstücke, die für einen bestimmten Zweck angelegt werden, zum Beispiel dem Reinigen von Behältern, der Arbeit mit Pestiziden oder anderen schädlichen Chemikalien, usw. Diese werden üblicherweise über einer Schutzkleidung getragen und nach dem Einsatz ausgemustert.

7.2 Konditionierung

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 Schwitztorsoprüfung die folgenden Schritte durch und fertigen Sie einen Prüfbericht an. Vor dem Anlegen der Kleidungsstücke, bzw. Proben am Torso, stellen Sie sicher, dass die Oberflächentemperatur des Geräts $35^\circ\text{C} (\pm 0,1^\circ\text{C})$ beträgt und die Klimakammer entsprechend der gewünschten Umgebungsbedingungen (20°C und 50 % relative Luftfeuchte) stabilisiert ist.

8.1 Vorbereitung der Prüfung

Verwenden Sie die Vorlage für das Prüfprotokoll, das im Anhang C vorgeschlagen wird, oder ein ähnliches Formular, um sicherzustellen, dass alle Schritte des Experiments korrekt befolgt werden.

8.1.1 Vorbereitung der Klimakammer

Die Klimakammer muss mindestens 6 h vor dem Beginn der Prüfung oder 30 h vor Beginn der Prüfung aktiviert werden, wenn die Kammer zur Konditionierung eingesetzt wird. Stellen Sie die Umgebungsbedingungen für die Prüfung ein (20°C und 50 % relative Luftfeuchte) und stellen Sie sicher, dass der Torso eingeschaltet ist und die Oberflächentemperatur auf die festgelegten Werte (35°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 Ventilatorendrehzahl ist so einzustellen, dass die Luftgeschwindigkeit in dem Bereich zwischen Torso und Ventilator 1 m/s beträgt. Die Windgeschwindigkeit wird im Mittelpunkt dieses Bereichs gemessen und der so erhaltene Wert wird zur Anpassung der Windgeschwindigkeit herangezogen. Das Gerät zur Messung der Windgeschwindigkeit muss auf einer Höhe positioniert werden, welche dem Mittelpunkt des Messzylinders entspricht.

8.2 Prüfung der Proben

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

8.2.1 Allgemeines

8.2.1.1 Standard-Phasenprofil

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

- Einstellungen der Klimakammer: 20 °C und 50 % relative Luftfeuchte;
- Standard-Phasenprofil:
 - Phase 1 mit konstanter Temperatur von 35 °C für 60 Minuten;
 - Phase 2 mit konstanter Heizleistung von 125 W und Schweißabsonderungsrate von 100 g/h für 60 Minuten;
 - Phase 3 mit konstanter Heizleistung von 25 W ohne Schweißabsonderung für 60 Minuten.

8.2.2 Ankleiden des Torsos

Die Proben wurden entweder als benähtes Rohr der entsprechenden Größe (Unterbekleidung und gestrickte Proben) oder als Gewebe mit den in Abschnitt 6 definierten Maßen vorbereitet. Die einzelnen Schichten werden auf den Torso in derselben Reihenfolge aufgebracht, wie auch bei normaler Ankleidung der Fall wäre.

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 Gewebeschichten kann sich die Temperatur aufgrund der stärkeren thermischen Isolierung im Vergleich zum „nackten“ Zustand erhöhen. Für ein korrektes Experiment

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;
- das Gewicht des Torsos;
- das Gewicht des Schweißwasserbehälters.

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

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

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.

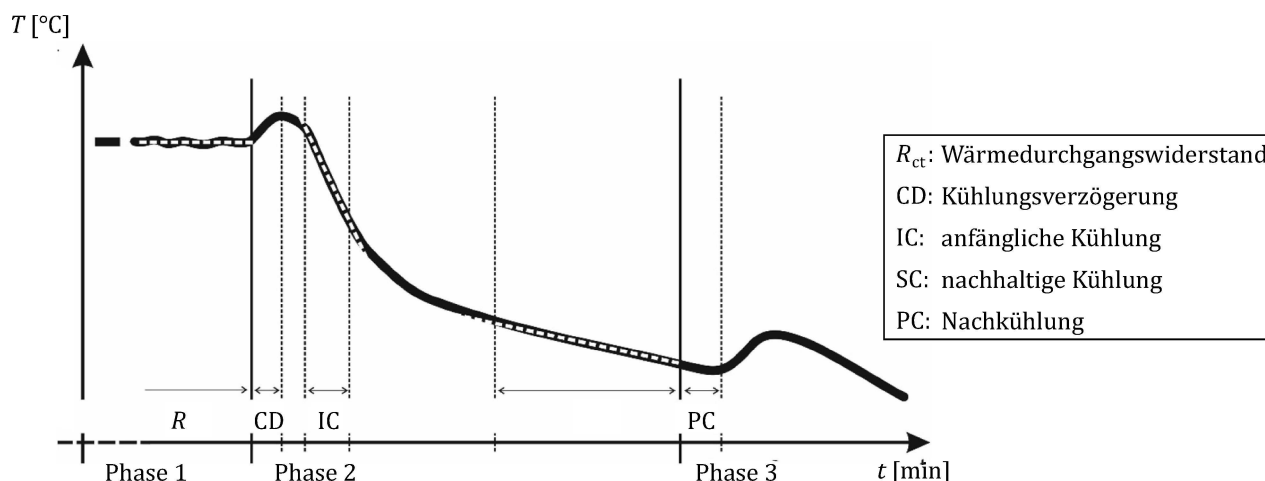


Bild 4 — Schematische Darstellung des Temperaturverlaufs während eines standardmäßigen 3-Phasen-Experiments

8.2.5.1 Thermische Isolierung: R_{ct} (Phase 1 des Standardexperiments)

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

$$R_{ct} = \frac{A_{Torso} \times (T_{surface} - T_{ambient})}{P_{heating}} - R_{ct0} \left(\frac{m^2 \cdot K}{W} \right)$$

Dabei ist

- R_{ct} die thermische Isolierung
- R_{ct0} der Korrekturfaktor für R_{ct}

A_{Torso}	der Flächeninhalt des Torsos in m^2
T_{surface}	die durchschnittliche Oberflächentemperatur des Messzylinders in $^{\circ}\text{C}$
T_{ambient}	die durchschnittliche Temperatur in der Klimakammer in $^{\circ}\text{C}$
P_{heating}	die 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 müssen berechnet werden:

Tabelle 1 — Definition der Ergebnisse, welche die Kühleigenschaften bestimmen (Phase 2)

Wert	Beschreibung	Definition	Bemerkung	Einheit(en)
CD	Kühlungszeit	Zeit, bis die maximale Temperatur zu Beginn der Phase 2 aufgrund der bereits erhöhten Heizleistung, der potenziellen Sorptionswärme und der noch nicht effektiven Verdampfungskühlung, erreicht ist (verzögerte Verteilung/Verdampfung des Schweißwassers)	Abhängig vom Material nicht erkennbar	min
IC	Anfängliche Kühlung (Temperaturunterschied über Zeit)	Rate der Temperaturänderung in der anfänglichen Phase der Kühlung.	Maß für die kurzfristige Kühlleistung	$^{\circ}\text{C}/\text{h}$
SC	Anhaltende Kühlung (Temperaturunterschied über Zeit)	Rate der Temperaturänderung in der anhaltenden Phase der Kühlung.	Maß für die langfristige Kühlleistung	$^{\circ}\text{C}/\text{h}$

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 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.

Tabelle 2 — Definition der Nachkühlung (PC)

Wert	Beschreibung	Definition		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

Ende des Experiments, Datenspeicherung