

# ILNAS

Institut luxembourgeois de la normalisation  
de l'accréditation, de la sécurité et qualité  
des produits et services

## ILNAS-EN ISO 18640-1:2018

### **Schutzkleidung für die Feuerwehr - Physiologische Wärmebelastung - Teil 1: Messung von gekoppeltem Wärme- und Feuchtetransport mit dem**

Protective clothing for firefighters -  
Physiological impact - Part 1:  
Measurement of coupled heat and  
moisture transfer with the sweating torso

Vêtements de protection pour sapeurs-  
pompiers - Effet physiologique - Partie 1:  
Mesurage du transfert couplé de chaleur  
et d'humidité à l'aide du torse

06/2018



## Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm EN ISO 18640-1:2018 wurde als luxemburgische Norm ILNAS-EN ISO 18640-1:2018 übernommen.

Alle interessierten Personen, welche Mitglied einer luxemburgischen Organisation sind, können sich kostenlos an der Entwicklung von luxemburgischen (ILNAS), europäischen (CEN, CENELEC) und internationalen (ISO, IEC) Normen beteiligen:

- Inhalt der Normen beeinflussen und mitgestalten
- Künftige Entwicklungen vorhersehen
- An Sitzungen der technischen Komitees teilnehmen

<https://portail-qualite.public.lu/fr/normes-normalisation/participer-normalisation.html>

### **DIESES WERK IST URHEBERRECHTLICH GESCHÜTZT**

Kein Teil dieser Veröffentlichung darf ohne schriftliche Einwilligung weder vervielfältigt noch in sonstiger Weise genutzt werden - sei es elektronisch, mechanisch, durch Fotokopien oder auf andere Art!

Deutsche Fassung

**Schutzkleidung für die Feuerwehr - Physiologische  
Wärmebelastung - Teil 1: Messung von gekoppeltem Wärme-  
und Feuchtetransport mit dem schwitzenden Torso (ISO  
18640-1:2018)**

Protective clothing for firefighters - Physiological  
impact - Part 1: Measurement of coupled heat and  
moisture transfer with the sweating torso (ISO 18640-  
1:2018)

Vêtements de protection pour sapeurs-pompiers - Effet  
physiologique - Partie 1: Mesurage du transfert couplé  
de chaleur et d'humidité à l'aide du torse transpirant  
(ISO 18640-1:2018)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 2. Januar 2018 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

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



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG  
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION  
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

**CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel**

**Inhalt**

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Vorwort.....	5
Einleitung .....	6
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>7</b>
<b>2 Normative Verweisungen .....</b>	<b>7</b>
<b>3 Begriffe .....</b>	<b>7</b>
<b>4 Symbole und Abkürzungen .....</b>	<b>10</b>
<b>5 Geräte.....</b>	<b>10</b>
<b>5.1 Schwitzender Torso.....</b>	<b>12</b>
5.1.1 Allgemeines.....	12
5.1.2 Beheizter Zylinder .....	12
5.1.3 Abschnitte der thermischen Schutzschirme.....	12
5.1.4 Heizung und Temperatursteuerung .....	13
5.1.5 Temperaturmessung.....	13
5.1.6 Simulation des Schwitzens .....	13
5.1.7 Schweißwasser-Verteilungs-Schicht .....	13
5.1.8 Waage für das Torsogewicht .....	14
<b>5.2 Computer, Steuerungssystem und Datenerfassung .....</b>	<b>14</b>
5.2.1 Allgemeines.....	14
5.2.2 Computer und Messsoftware.....	14
5.2.3 Steuerungssystem .....	14
5.2.4 Datenerfassung.....	14
5.2.5 Steuerungsoptionen für die Messung.....	14
<b>5.3 Klimakammer.....</b>	<b>15</b>
5.3.1 Allgemeines.....	15
5.3.2 Klimakammersensoren.....	15
<b>5.4 Ventilationssystem .....</b>	<b>15</b>
<b>5.5 Schweißwasserzufuhr.....</b>	<b>15</b>
5.5.1 Gravimetrisches Schweißwasser-Kontroll-System .....	16
<b>5.6 Simulation der Luftschichten .....</b>	<b>17</b>
<b>6 Probenahme und Proben.....</b>	<b>18</b>
6.1 Allgemeines.....	18
6.1.1 Größe der Proben.....	18
6.1.2 Art der Proben.....	19
6.1.3 Spezifikation der Kleidungsstücke/Ensembles.....	19
6.2 Anzahl an Proben .....	19
<b>7 Vorbereitung der Proben .....</b>	<b>19</b>
7.1 Vorbehandlung .....	19
7.2 Konditionierung .....	20
<b>8 Messverfahren.....</b>	<b>20</b>
8.1 Vorbereitung der Prüfung.....	20
8.1.1 Vorbereitung der Klimakammer.....	20
8.1.2 Windgeschwindigkeit .....	20

ILNAS-EN ISO 18640-1:2018 - Preview only Copy via ILNAS e-Shop

<b>8.2</b>	<b>Prüfung der Proben</b> .....	<b>22</b>
<b>8.2.1</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>22</b>
<b>8.2.2</b>	<b>Bestücken des Torsos mit Prüfmustern</b> .....	<b>22</b>
<b>8.2.3</b>	<b>Aufzeichnung der Probenidentifikation und der Prüfungsbeobachtungen</b> .....	<b>23</b>
<b>8.2.4</b>	<b>Start der Prüfung</b> .....	<b>23</b>
<b>8.2.5</b>	<b>Berechnete Werte</b> .....	<b>23</b>
<b>9</b>	<b>Prüfbericht</b> .....	<b>26</b>
<b>9.1</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>26</b>
<b>9.2</b>	<b>Identifikation der Probe</b> .....	<b>26</b>
<b>9.3</b>	<b>Bedingungen des Experiments</b> .....	<b>27</b>
<b>9.4</b>	<b>Berechnete Ergebnisse</b> .....	<b>27</b>
<b>10</b>	<b>Instandhaltung und Kalibrierung</b> .....	<b>27</b>
<b>10.1</b>	<b>Instandhaltung</b> .....	<b>27</b>
<b>10.1.1</b>	<b>Schwitzwasserbehälter</b> .....	<b>27</b>
<b>10.1.2</b>	<b>Ventilprüfungen</b> .....	<b>27</b>
<b>10.2</b>	<b>Kalibrierung</b> .....	<b>27</b>
<b>10.2.1</b>	<b>Allgemeines</b> .....	<b>27</b>
<b>10.2.2</b>	<b>Korrekturwert für den Wärmedurchgangswiderstand (<math>R_{ct0}</math> (Torso))</b> .....	<b>28</b>
<b>10.2.3</b>	<b>Schwitzwasser-Verteilungs-Schicht</b> .....	<b>28</b>
<b>10.2.4</b>	<b>Temperatursensoren am Torso</b> .....	<b>28</b>
<b>10.2.5</b>	<b>Heizleistung des Torsos</b> .....	<b>28</b>
<b>10.2.6</b>	<b>Schwitzrate des Torsos</b> .....	<b>28</b>
<b>10.2.7</b>	<b>Umgebungsbedingungen</b> .....	<b>28</b>
<b>10.3</b>	<b>Experimente mit Standardgewebe (optional)</b> .....	<b>29</b>
	<b>Anhang A (informativ) Torsogröße und Festlegung des Materials</b> .....	<b>30</b>
	<b>Anhang B (informativ) Kalibrierung</b> .....	<b>34</b>
	<b>Anhang C (informativ) Beispiel für Datenauswertung</b> .....	<b>36</b>
	<b>Anhang D (informativ) Checkliste zur Probe</b> .....	<b>40</b>
	<b>Anhang E (informativ) Validierung des Messgeräts</b> .....	<b>41</b>
	<b>Anhang F (informativ) Beispiel Matlab-Code</b> .....	<b>42</b>
	<b>Literaturhinweise</b> .....	<b>46</b>

## Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 18640-1:2018) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 94 „Personal safety - Protective equipment“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 162 „Schutzkleidung einschließlich Hand- und Armschutz und Rettungswesten“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2018, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2018 zurückgezogen werden.

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

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

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

### Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 18640-1:2018 wurde von CEN als EN ISO 18640-1:2018 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

## Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO 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 staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Themen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) 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. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe [www.iso.org/directives](http://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 erhaltenen Patenterklärungen (siehe [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Eine Erläuterung zum freiwilligen Charakter von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT) berücksichtigt, enthält der folgende Link: [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 94, *Personal Safety*, Unterkomitee SC 14, *Firefighters' personal equipment* erarbeitet.

Eine Auflistung aller Teile der Normenreihe ISO 18640 ist auf der ISO-Internetseite abrufbar.

## Einleitung

Die Hauptfunktionen von Schutzkleidung sind der Schutz gegen Gefährdungen und die Erhaltung der Gesundheit und des Komforts der tragenden Person. Ferner bewahrt Schutzkleidung gegen Hitze und Flammen den Tragenden vor gesundheitsschädigendem oder 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 metabolischen Umsatz von über  $500 \text{ W/m}^2$  [5][6]. Davon werden 75 % bis 85 % als Wärme [7] freigesetzt, 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  $36,5 \text{ °C}$  bis  $37,5 \text{ °C}$  zu halten (Normothermie)[8]. Unter extremen 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 [16]. Um die Risiken von Wärmestau während physischer Aktivitäten von hoher Intensität zu reduzieren, sollte Schutzkleidung 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 der Wärmedurchgangswiderstand  $R_{ct}$  von Stoffproben in Bezug auf deren thermoregulative Auswirkungen betrachtet. Jedoch repräsentieren diese Parameter nicht in vollem Maße die echten Auswirkungen von Schutzkleidung; z. B. werden die Eigenschaften des Feuchtigkeitsmanagements und die kombinierte Auswirkung von Wärme- und Feuchtetransports nicht berücksichtigt. Andererseits zeigen Humanversuche echte thermophysiologische Reaktionen auf eine bestimmte Umgebungsbedingung und Schutzkleidungsensemble. 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 eingeschlossen sind, beeinflusst. Ferner sind Humanversuche sehr zeitintensiv und teuer, werden durch ethische Richtlinien eingeschränkt und führen zu Erkenntnissen, die immer in Bezug auf die jeweiligen Probanden stehen. Daher kann die Vergleichpräzision 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 fertig konfektionierter Schutzkleidung, einschließlich Design und Passform. Jedoch verbleibt die Zuordnung zu intrinsischen Stoffeigenschaften schwierig.

Eine mögliche Vorgehensweise bezüglich der intrinsischen Kleidungseigenschaften und der Berücksichtigung des Wärme- und Feuchtetransports ist der sogenannte schwitzende Torso [9][10]. Das Messgerät „schwitzender Torso“ ist ein aufrecht stehender, beheizter Zylinder, welcher die Oberfläche des menschlichen Rumpfes darstellt und mit einer Möglichkeit des flüssigen Schwitzens ausgestattet ist [11]. Die zu untersuchende 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 z. B. der Prüfung mit „Sweating Guarded Hotplate“, und haben sich als sehr gut reproduzierbar erwiesen [11]. Außerdem wurden Validierungsstudien durchgeführt, um die Erkenntnisse aus der Prüfung mit dem schwitzenden Torso auf menschliche thermophysiologische Messungen unter realistischen Umweltbedingungen und die Aktivitäten für Feuerwehrleute anzuwenden. Ausgehend von diesen Erkenntnissen werden Richtlinien für intrinsische Textileigenschaften basierend auf thermophysiologischen Reaktionen bereitgestellt. Zusätzlich zum oben beschriebenen Standardverfahren wird die Auswirkung von komplexeren Schutzbekleidungs-systemen, einschließlich Unterwäsche, Luftspalten und/oder Designmerkmale optional durch Anwendung des gleichen Versuchsprotokolls, wie in diesem Dokument beschrieben, untersucht.