

DIN EN 17528

ICS 61.020

Einsprüche bis 2020-07-22

Entwurf

**Bekleidung –
Physiologische Wirkungen –
Messung des Wasserdampfdurchgangswiderstandes mittels einer
schwitzenden Prüfpuppe;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17528:2020**

Clothing –
physiological effects –
Measurement of water vapour resistance by means of a sweating manikin;
German and English version prEN 17528:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-05-22 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 nmp@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 Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 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 51 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17528:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 248 „Textilien und textile Erzeugnisse“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-05-45 AA „Bekleidungsphysiologische Prüfung von Textilien“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

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

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Titel de: Bekleidung — Physiologische Wirkungen — Messung des
Wasserdampfdurchgangswiderstandes mittels einer schwitzenden
Prüfpuppe

Titel en: Clothing — physiological effects — Measurement of water vapour
resistance by means of a sweating manikin

Titel fr:

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Symbole und Abkürzungen	7
5 Messung und Prüfverfahren	8
5.1 Kurzbeschreibung	8
5.2 Prüfeinrichtung	8
5.2.1 Standard-Prüfpuppe	8
5.2.2 Geregelte Klimakammer	9
5.3 Auswahl und Vorbereitung der Prüfkleidungsstücke	10
5.4 Prüfverfahren	10
5.5 Angabe der Prüfergebnisse und Berechnung	11
5.6 Prüfbericht	12
Anhang A (informativ) Leitlinien zur Bestimmung der Schweißrate	14
A.1 Einleitung	14
A.2 Leitlinien zur Bestimmung der Schweißrate	14
A.2.1 Unbedeckte Zonen	14
A.2.2 Vorprüfung	14
A.2.3 Die Wärmeisolation I_t nach ISO 15831 ist bekannt	16
A.2.4 Der Wasserdampfdurchgangswiderstand R_{et} nach ISO 11092 ist bekannt	16
A.2.5 I_t und R_{et} sind unbekannt	16
Anhang B (informativ) Referenz-Bekleidungskombination	17
Anhang C (normativ) Messung des Bekleidungsflächenfaktors (f_{cl})	18
C.1 Einleitung	18
C.2 Projektionsverfahren	18
C.2.1 Kurzbeschreibung	18
C.2.2 Vorgehensweise	18
C.2.3 Berechnung	19
C.3 Fotografisches Verfahren	19
C.3.1 Kurzbeschreibung	19
C.3.2 Vorgehensweise	20
Anhang D (informativ) Korrektur der gewonnenen Verdunstungswiderstandswerte für Temperaturen der Textilhaut	23
D.1 Hintergrund	23
D.2 Korrektur der Hauttemperatur	23
D.3 Korrektur des Wärmeverlusts	24
Literaturhinweise	25

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17528:2020) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 248 „Textilien und textile Erzeugnisse“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Einleitung

Die Art der von Menschen getragenen Kleidung beeinflusst den Wärmeaustausch zwischen menschlichem Körper und Umgebung. Die Wärmeübertragung ist sowohl wahrnehmbar (Leitung, Konvektion und Strahlung) als auch latent (Verdunstung). Der Wasserdampfdurchgangswiderstand einer Bekleidungskombination hängt vom Design und den Materialien der einzelnen Kleidungsstücke, der von der Kleidung bedeckten Körperoberfläche, der Verteilung der Schichten über den Körper, der Passform (lockerer oder straffer Sitz) und der vergrößerten Oberfläche für den Wärmeverlust ab. Diese Faktoren werden bei Messungen des Wasserdampfdurchgangswiderstands, die direkt an Stoffen durchgeführt werden, nicht berücksichtigt. Messungen des Widerstands durch Kleidung gegen den Wärmeverlust durch Verdunstung können zusammen mit Wärmeisolationswerten (EN ISO 15831:2004) zur Bestimmung des Komforts oder der Belastung von Menschen in verschiedenen Umgebungen dienen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anforderungen an die schwitzende Prüfpuppe und das Prüfverfahren zur Messung des Wasserdampfdurchgangswiderstands einer Bekleidungskombination fest, wie sich diese bei der praktischen Verwendung in einer festgelegten Umgebung auf den stehenden oder sich bewegenden Träger auswirkt. Dieser Wasserdampfdurchgangswiderstand kann neben anderen Parametern verwendet werden, um die Wirkung der Bekleidung auf die Physiologie des Trägers unter bestimmten klimatischen oder Tätigkeitsbedingungen zu bestimmen.

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).

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

EN ISO 15831:2004, *Bekleidung — Physiologische Wirkungen — Messung der Wärmeisolation mittels einer Thermopuppe (ISO 15831:2004)*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1

Bekleidungskombination

Gruppe von Kleidungsstücken, die zusammen gleichzeitig am Körper getragen werden

3.2

Wasserdampfdurchgangswiderstand von Bekleidung

Wasserdampfdruckdifferenz zwischen der Hautoberfläche der Prüfpuppe und der Umgebungsatmosphäre, dividiert durch den durch Verdunstung resultierenden Wärmefluss je Flächeneinheit entlang des Wasserdampfdruckgradienten

3.3

Gesamt-Wasserdampfdurchgangswiderstand von Bekleidung

$R_{\text{et, M}}$

Gesamt-Wasserdampfdurchgangswiderstand zwischen der Oberfläche der Prüfpuppe und der Umgebungsatmosphäre, einschließlich der Wirkung der Bekleidung und der Grenzluftschicht, gemessen unter festgelegten Bedingungen an einer stehenden Prüfpuppe

Anmerkung 1 zum Begriff: $R_{\text{et, M}}$ wird in Quadratmeter Pascal je Watt angegeben.

3.4

resultierender Gesamt-Wasserdampfdurchgangswiderstand von Bekleidung

$R_{etr, M}$

Gesamt-Wasserdampfdurchgangswiderstand zwischen der Oberfläche der Prüfpuppe und der Umgebungsatmosphäre, einschließlich der Wirkung der Bekleidung und der Grenzluftschicht, gemessen unter festgelegten Bedingungen an einer die Arme und Beine bewegenden Prüfpuppe

Anmerkung 1 zum Begriff: $R_{etr, M}$ wird in Quadratmeter Pascal je Watt angegeben.

3.5

luftbedingter Wasserdampfdurchgangswiderstand

$R_{ea, M}$

Wasserdampfdurchgangswiderstand durch die Grenzluftschicht um die unbedeckte, schwitzende Prüfpuppe, gemessen unter festgelegten Bedingungen an einer stehenden Prüfpuppe

Anmerkung 1 zum Begriff: $R_{ea, M}$ wird in Quadratmeter Pascal je Watt angegeben.

3.6

resultierender luftbedingter Wasserdampfdurchgangswiderstand

$R_{ear, M}$

Wasserdampfdurchgangswiderstand durch die Grenzluftschicht um die unbedeckte, schwitzende Prüfpuppe, gemessen unter festgelegten Bedingungen an einer die Arme und Beine bewegenden Prüfpuppe

Anmerkung 1 zum Begriff: $R_{ear, M}$ wird in Quadratmeter Pascal je Watt angegeben.

3.7

Grund-Wasserdampfdurchgangswiderstand von Bekleidung

$R_{ecl, M}$

Wasserdampfdurchgangswiderstand zwischen der Oberfläche der Prüfpuppe und der Außenfläche der Bekleidung (einschließlich eingeschlossener Luftschichten), gemessen unter festgelegten Bedingungen an einer stehenden Prüfpuppe

Anmerkung 1 zum Begriff: $R_{ecl, M}$ wird in Quadratmeter Pascal je Watt angegeben.

3.8

resultierender Grund-Wasserdampfdurchgangswiderstand von Bekleidung

$R_{eclr, M}$

Wasserdampfdurchgangswiderstand zwischen der Oberfläche der Prüfpuppe und der Außenfläche der Bekleidung (einschließlich eingeschlossener Luftschichten), gemessen unter festgelegten Bedingungen an einer die Arme und Beine bewegenden Prüfpuppe

Anmerkung 1 zum Begriff: $R_{eclr, M}$ wird in Quadratmeter Pascal je Watt angegeben.

3.9

effektiver Wasserdampfdurchgangswiderstand von Bekleidung

$R_{ecle, M}$

Anstieg des einer schwitzenden Prüfpuppe durch eine Bekleidungskombination hinzugefügten Wasserdampfdurchgangswiderstands gegenüber dem Wasserdampfdurchgangswiderstand der unbedeckten, schwitzenden Prüfpuppe, gemessen unter festgelegten Bedingungen an einer stehenden Prüfpuppe

Anmerkung 1 zum Begriff: $R_{ecle, M}$ wird in Quadratmeter Pascal je Watt angegeben.

3.10

resultierender effektiver Wasserdampfdurchgangswiderstand von Bekleidung

$R_{ecler, M}$

Anstieg des einer schwitzenden Prüfpuppe durch eine Bekleidungskombination hinzugefügten Wasserdampfdurchgangswiderstands gegenüber dem Wasserdampfdurchgangswiderstand der unbedeckten schwitzenden Prüfpuppe, gemessen unter festgelegten Bedingungen an einer die Arme und Beine bewegenden Prüfpuppe

Anmerkung 1 zum Begriff: $R_{ecler, M}$ wird in Quadratmeter Pascal je Watt angegeben.

3.11

Bekleidungsflächenfaktor

f_{cl}

Verhältnis der äußeren Oberfläche der bedeckten Prüfpuppe zur Oberfläche der unbedeckten Prüfpuppe

Anmerkung 1 zum Begriff: f_{cl} ist dimensionlos und immer größer als oder gleich 1.

4 Symbole und Abkürzungen

A_w	gesamte nasse Körperoberfläche der Prüfpuppe	m ²
a_i	Oberfläche des Körpersegments i der Prüfpuppe	m ²
f_i	Anteil der gesamten Oberfläche der Prüfpuppe, dargestellt durch die Oberfläche des Segments i	
H_e	gesamte an die Prüfpuppe abgegebene Heizenergie	W
H_{ei}	an das Körpersegment i der Prüfpuppe abgegebene Heizenergie	W
RH	relative Luftfeuchte in der Klimakammer	%
T_a	Lufttemperatur in der Klimakammer	°C
T_s	mittlere Temperatur der Oberfläche der Prüfpuppe	°C
T_{si}	Temperatur der Oberfläche des Körpersegments i der Prüfpuppe	°C
p_a	Wasserdampfdruck in der Luft in der Klimakammer	Pa
p_s	Wasserdampfdruck an der schwitzenden Oberfläche der Prüfpuppe	Pa
p_{si}	Wasserdampfdruck am Körpersegment i der schwitzenden Oberfläche der Prüfpuppe	Pa
v_a	Luftgeschwindigkeit in der Klimakammer	m/s

5 Messung und Prüfverfahren

5.1 Kurzbeschreibung

Die Bestandteile der zu prüfenden Bekleidungskombination werden der Prüfpuppe in der gleichen Anordnung angelegt, die für die praktische Verwendung gilt.

Die Prüfpuppe — in Form und Größe des Körpers einer erwachsenen Person und für die Messung von $R_{\text{etr}, M}$ mit beweglichen Armen und Beinen — wird innerlich bis auf eine konstante Temperatur der Hautoberfläche aufgeheizt, die über den gesamten Körper gleichmäßig ist. Die Prüfpuppe wird in eine Klimakammer gestellt, in der eine festgelegte Lufttemperatur und -geschwindigkeit eingestellt und die Luftfeuchte gesteuert werden kann.

Es tritt ein Wärmefluss durch Verdunstung von der Hautoberfläche der Prüfpuppe durch die Kleidung in die Umgebungsluft auf, der nach Erreichen von Gleichgewichtsbedingungen gemessen wird. Aus diesem Wärmefluss, bezogen auf die Körperoberfläche der unbedeckten, schwitzenden Prüfpuppe, kann der Wasserdampfdurchgangswiderstand der Bekleidungskombination berechnet werden, indem die Differenz des Wasserdampfpartialdrucks zwischen der Hautoberfläche der Prüfpuppe und der Umgebungsluft herangezogen wird.

Die Messung wird bei stehender und/oder die Arme und Beine bewegender Prüfpuppe durchgeführt, wobei die Anzahl der Bewegungen je Minute und die Schrittlänge festgelegt ist. Bei den erhaltenen Wasserdampfdurchgangswiderstandswerten ist der Wasserdampfdurchgangswiderstand durch die Kleidung und die Grenzluftschicht um den Körper einbezogen. Sie sind nur anwendbar für die jeweilige geprüfte Bekleidungskombination und die spezifischen Prüfbedingungen, besonders hinsichtlich der Luftbewegung um die Prüfpuppe.

ANMERKUNG Die in diesem Dokument beschriebenen Grundsätze können auch auf andere Formen von Prüfpuppen angewendet werden (Kind, weibliche Form, Teilform, z. B. Hand, Torso, Fuß).

5.2 Prüfeinrichtung

5.2.1 Standard-Prüfpuppe

5.2.1.1 Größe und Form

Die aus Metall oder Kunststoff hergestellte Prüfpuppe muss dem Körper einer erwachsenen Person nachgebildet sein, d. h. sie muss aus den anatomisch geformten Körperteilen Kopf, Brust, Bauch, Rücken, Gesäß, Arme, Hände (vorzugsweise mit einzeln gestreckten Fingern, damit Handschuhe getragen werden können), Beine und Füße bestehen.

ANMERKUNG Erfahrungsgemäß braucht es mindestens 15 Körpersegmente, um eine hinreichende gleichmäßige Oberflächentemperatur zu erreichen, den Wärmefluss zu überwachen und Informationen über lokale Unterschiede zu gewinnen.

Die Körperhöhe der Standard-Prüfpuppe muss $(1,70 \pm 0,15)$ m betragen, die Körperoberfläche $(1,7 \pm 0,3)$ m².

Die Körperproportionen der Prüfpuppe sollten den für genormte Bekleidungsgrößen geforderten entsprechen, da Abweichungen in der Passform die Ergebnisse beeinträchtigen.

Für die Messung von $R_{\text{etr}, M}$ müssen Arme und Beine der Prüfpuppe beweglich sein, mit Gelenken mindestens an Schultern und Hüfte. Für die Messung des resultierenden Gesamt-Wasserdampfdurchgangswiderstands der Bekleidungskombination $R_{\text{etr}, M}$ muss die mechanisch angetriebene Prüfpuppe (45 ± 2) Doppelschritte je Minute und (45 ± 2) doppelte Armbewegungen je Minute im Kreuzgang ausführen. Die von Zehenspitze zu Zehenspitze gemessene Schrittlänge muss (63 ± 10) cm und die Länge der Armbewegungen, gemessen zwischen den Positionen der Handgelenke an der Daumenbasis, (53 ± 10) cm betragen.

5.2.1.2 Schweißproduktion

Die Prüfpuppe muss so ausgelegt sein, dass Wasser von ihrer Oberfläche verdunsten kann. Schwitzen kann entweder durch einen eng anliegenden, wassergesättigten Textilhautanzug, z. B. aus hoch absorptionsfähiger Baumwolle, oder durch einen eng anliegenden, wassergespeisten Kapillaranzug (aus Baumwolle oder einem anderen geeigneten Stoff) simuliert werden, der von der Thermopuppe getragen wird. Vor dem Beginn der Prüfung muss die gesamte Oberfläche der Prüfpuppe aufgeheizt und gesättigt werden.

Es muss sichergestellt werden, dass kein Bereich der Prüfpuppenhaut während der Prüfung austrocknen kann. Dies kann durch Überwachung der Stabilität der Heizenergiezufuhr für einzelne Zonen überprüft werden.

Wird für die Schweißproduktion ein wassergespeistes Kapillarsystem eingesetzt, sollte jedes Segment der Prüfpuppe hinsichtlich der Schweißrate einzeln gesteuert werden können.

5.2.1.3 Oberflächentemperatur

Die Prüfpuppe muss so konstruiert sein, dass bei Messung an allen Segmentoberflächen die gleiche konstante Durchschnittstemperatur T_s von $(34,0 \pm 0,2)$ °C aufrechterhalten wird.

Die Oberflächentemperaturen der Prüfpuppe müssen mit mindestens einem geeigneten Temperaturlaufnehmer (z. B. Thermoelement, Thermistor, Widerstandsthermometer) je Körpersegment gemessen werden. Die Temperaturlaufnehmer dürfen nicht mehr als 0,5 mm über die Oberfläche der Prüfpuppe herausragen und müssen sowohl mechanisch als auch thermisch fest mit der Oberfläche der Prüfpuppe verbunden sein. Die Drähte müssen mit der Oberfläche der Prüfpuppe verbunden sein oder vorzugsweise in das Innere der Prüfpuppe hineingeführt werden.

Bei der Berechnung der mittleren Hautoberflächentemperatur des Prüfpuppenkörpers muss jeder Temperaturlaufnehmer, unter Berücksichtigung des durch den Temperaturlaufnehmer erfassten Anteils der Körperoberfläche, flächenbezogen gewichtet werden.

5.2.1.4 Heizvorrichtung und Energiemessung

Jedes Körpersegment der Prüfpuppe muss mit einem fremdgesteuerten Beheizungssystem versehen sein, dessen Leistung groß genug ist, um an jedem Körpersegment der unbedeckten Prüfpuppe eine konstante Oberflächentemperatur von $(34,0 \pm 0,2)$ °C einzuhalten.

Der trockene Wärmefluss vom Körper der Prüfpuppe durch die Kleidung kann ermittelt werden, indem die jedem der Körpersegmente während der Prüfdauer zugeführte Heizenergie gemessen wird, die erforderlich ist, um eine konstante Oberflächentemperatur aufrechtzuerhalten.

Das Energiemessgerät muss in der Lage sein, über die gesamte Prüfdauer einen genauen Durchschnittswert anzugeben. Seine Fehlergrenze muss innerhalb ± 2 % des Wertes des Energiedurchschnitts liegen, der jedem der Körpersegmente der Prüfpuppe während der Prüfdauer zugeführt wird.

5.2.2 Geregelter Klimakammer

5.2.2.1 Allgemeines

Die Prüfpuppe ist in einer geregelten Klimakammer von mindestens 2 m × 2 m × 2 m Größe (Länge × Breite × Höhe) unterzubringen. Der Luftstrom in der Kammer darf horizontal oder vertikal verlaufen.

In der Kammer muss die örtliche Gleichmäßigkeit überprüft werden, indem Werte für die Prüfbedingungen (siehe 5.4) in Höhen von 0,1 m, 1,1 m und 1,7 m über der Sohlenhöhe der Prüfpuppe an der Stelle, wo die Prüfpuppe steht, aufgezeichnet werden. Die Temperatur der Wände, des Fußbodens und der Decke darf um nicht mehr als 1 °C von der mittleren Lufttemperatur abweichen.

5.2.2.2 Lufttemperaturaufnehmer

Zur Überwachung der Lufttemperatur in der Kammer während der Prüfung darf ein einzelner Temperaturaufnehmer mit einer Fehlergrenze von $\pm 0,15$ °C und einer Zeitkonstante von nicht mehr als 1 min verwendet werden. Die Anbringung mehrerer Temperaturaufnehmer ist jedoch vorzuziehen.

Der (die) Temperaturaufnehmer muss (müssen) in $(0,5 \pm 0,1)$ m Abstand von der Prüfpuppe angebracht werden. Bei Verwendung eines einzelnen Temperaturaufnehmers muss dieser sich mindestens 1,0 m über dem Boden der Kammer befinden. Bei Verwendung von mehreren Temperaturaufnehmern müssen diese in gleichmäßigen Höhenabständen angeordnet sein und ihre Messwerte müssen gemittelt werden.

5.2.2.3 Aufnehmer für die relative Luftfeuchte

Jedes Luftfeuchtemessgerät mit einer Fehlergrenze von mindestens ± 2 % relativer Luftfeuchte und einer Wiederholpräzision von ± 3 % ist vertretbar. Es muss nur eine Stelle in der Kammer während der Prüfung überwacht werden, um sicherzustellen, dass die in 5.2.2.1 genannten zeitlichen Gleichförmigkeitsanforderungen erfüllt werden.

5.2.2.4 Aufnehmer für die Luftgeschwindigkeit

Zur Messung der Luftgeschwindigkeit in der Klimakammer muss ein ungerichtetes Anemometer mit einer Fehlergrenze von $\pm 0,05$ m/s verwendet werden. Die Messungen müssen über mindestens 3 min an den in gleichmäßigen Höhenabständen in $(0,5 \pm 0,1)$ m Abstand von der Vorderseite der Prüfpuppe angeordneten Messpunkten gemittelt werden. Wenn nachgewiesen ist, dass die Luftgeschwindigkeit zeitlich nicht um mehr als $\pm 0,1$ m/s schwankt, ist die Überwachung der Luftgeschwindigkeit während der Prüfung nicht erforderlich.

5.3 Auswahl und Vorbereitung der Prüfkleidungsstücke

Es ist wünschenswert, dass drei verschiedene Proben der Bekleidungskombination unabhängig voneinander geprüft werden. Wenn jedoch nur eine Probe zur Verfügung steht, muss sie nach jeder Prüfung von der Prüfpuppe abgenommen, getrocknet und vor der erneuten Prüfung wie unten festgelegt konditioniert werden.

Die zu prüfenden Kleidungsstücke müssen eine für die Prüfpuppe geeignete Passform haben.

Vor der Prüfung müssen die Kleidungsstücke mindestens 12 h entweder bei (34 ± 5) °C und (40 ± 20) % RH oder in dem für die Klimakammer festgelegten Prüfklima konditioniert werden.

5.4 Prüfverfahren

Die Hautoberflächentemperatur T_{si} muss für jedes Körpersegment der Prüfpuppe eingestellt und während der Prüfdauer bei $(34 \pm 0,2)$ °C aufrechterhalten werden.

Die Lufttemperatur in der Klimakammer T_a muss $(34 \pm 0,5)$ °C betragen. Die Lufttemperatur in der Klimakammer T_a entspricht der mittleren Hauttemperatur der Prüfpuppe $T_{s,}$ sodass zwischen Prüfpuppe und Umgebung kein trockener Wärmeaustausch erfolgt.

Die relative Luftfeuchte in der Klimakammer muss (40 ± 5) % betragen.

Die Luftgeschwindigkeit in der Klimakammer v_a muss auf $(0,4 \pm 0,1)$ m/s eingestellt werden.

Um in besonderen Fällen (hoch durchlässige oder hoch wärmedämmende Bekleidungskombination) Messgenauigkeit zu erreichen, können unterschiedliche Werte für die relative Luftfeuchte erforderlich sein.

Die Oberfläche der Prüfpuppe wird z.B. mit einem Spray bis zur Sättigung vorgenässt. Während der Prüfdauer muss für die gesamte Oberfläche der Prüfpuppe ausreichend Wasser für die Verdunstung zur Verfügung stehen.

Wenn ein wassergespeicherter Kapillaranzug für die Schweißproduktion eingesetzt wird, muss das der schwitzenden Oberfläche zugeführte Wasser vor der Abgabe an die Prüfpuppe auf $(34 \pm 0,5)^\circ\text{C}$ erwärmt werden. Die Schweißrate darf nicht zu niedrig sein, damit die Oberfläche der Prüfpuppe während der Messung nicht vorzeitig austrocknet, und nicht zu hoch sein, um zu vermeiden, dass überschüssiges flüssiges Wasser in die geprüfte Bekleidungskombination gelangt. Leitlinien zur Wahl der richtigen Schweißrate sind in Anhang A enthalten.

Das verwendete Wasser ist vorzugsweise destilliert oder demineralisiert, da eine Ansammlung von Elektrolyt auf der Haut vermieden werden muss.

Der Prüfpuppe wird die zu prüfende Bekleidungskombination angelegt, wobei jedes Kleidungsstück am entsprechenden Körperteil so angeordnet wird, wie es der praktischen Verwendung entspricht.

Für die Messung des Gesamt-Wasserdampfdurchgangswiderstands R_{et} bleibt die Prüfpuppe unbeweglich, aufrecht stehend.

Für die Messung des resultierenden Gesamt-Wasserdampfdurchgangswiderstands R_{etr} werden die Arme und Beine mit der in 5.2.1.1 festgelegten Frequenz und Schrittlänge mechanisch bewegt.

Nach Beginn der Prüfung ist abzuwarten, bis das System Gleichgewichtsbedingungen erreicht hat, d. h. dass die mittlere Hautoberflächentemperatur der Prüfpuppe T_s und die gesamte an die Prüfpuppe abgegebene Heizenergie H_e innerhalb $\pm 3\%$ konstant bleiben. Während einer Messdauer von mindestens 10 min sind mindestens im Minutenabstand die Hautoberflächentemperatur T_{si} der Prüfpuppe, die Lufttemperatur T_a in der Klimakammer und die Energieeinspeisung H_{ei} in die Körpersegmente der Prüfpuppe aufzuzeichnen.

Nach der Prüfung ist die Bekleidungskombination von der Prüfpuppe abzunehmen und auf nasse Stellen bzw. die Prüfpuppe auf trockene Hautstellen zu überprüfen. Falls erforderlich ist die Prüfung mit einer angepassten Schweißrate erneut durchzuführen.

Je Bekleidungskombination müssen mindestens drei unabhängige Messungen durchgeführt werden.

Der (die) im Prüfbericht angegebene(n) Wasserdampfdurchgangswiderstandswert(e) der Bekleidungskombination muss (müssen) das arithmetische Mittel der Ergebnisse der Einzelprüfungen darstellen.

Zu Beginn jeder Reihe von Bekleidungsprüfungen wird entsprechend der oben beschriebenen Vorgehensweise eine Messung des Gesamt-Wasserdampfdurchgangswiderstands R_{ea} oder des resultierenden Gesamt-Wasserdampfdurchgangswiderstands R_{ear} der unbedeckten, schwitzenden Prüfpuppe durchgeführt.

Zur Kontrolle der Übereinstimmung muss in regelmäßigen Abständen eine Referenz-Bekleidungskombination geprüft werden. Ein Beispiel für eine Referenz-Bekleidungskombination ist in Anhang B aufgeführt.

5.5 Angabe der Prüfergebnisse und Berechnung

Der Gesamt-Wasserdampfdurchgangswiderstand der geprüften Bekleidungskombination muss unter Anwendung des parallelen Verfahrens nach Gleichung (1) berechnet werden.

$$R_{et, M} \text{ oder } R_{etr, M} = \frac{(p_s - p_a) \cdot A_w}{H_e} \quad (1)$$

$$p_s = \sum_i f_i \cdot p_{si} \quad (2)$$

$$f_i = \frac{a_i}{A_w} \quad (3)$$

$$H_e = \sum_i H_{ei} \quad (4)$$

Die Wasserdampfdrücke p_{si} und p_a werden unter Anwendung der Antoine-Gleichung nach Gleichung (5) bzw. Gleichung (6) aus T_{si} und T_a berechnet.

$$p_{si} = 1\,000 \cdot e^{\frac{16,653\,6 - 4\,030,183}{T_{si} + 235}} \quad (5)$$

$$p_a = 10 \cdot RH \cdot e^{\frac{16,653\,6 - 4\,030,183}{T_a + 235}} \quad (6)$$

Zur Berechnung des Grund-Wasserdampfdurchgangswiderstands R_{cl} oder R_{clr} sind Gleichung (7) und Gleichung (8) zu verwenden.

$$R_{ecl, M} = R_{et, M} - \frac{R_{ea, M}}{f_{cl}} \quad (7)$$

oder

$$R_{eclr, M} = R_{etr, M} - \frac{R_{ear, M}}{f_{cl}} \quad (8)$$

Zur Berechnung des effektiven Wasserdampfdurchgangswiderstands R_{cle} oder R_{cler} sind Gleichung (9) und Gleichung (10) zu verwenden.

$$R_{ecl, M} = R_{et, M} - R_{ea, M} \quad (9)$$

oder

$$R_{ecler, M} = R_{etr, M} - R_{ear, M} \quad (10)$$

Der Bekleidungsflächenfaktor f_{cl} kann unter Anwendung eines der in Anhang C beschriebenen Verfahren bestimmt werden.

Wenn eine höhere Genauigkeit erforderlich ist, zum Beispiel für eine besondere physiologische Modellierung, dürfen die in Anhang D angegebenen Korrekturen verwendet werden.

5.6 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- eine Verweisung auf dieses Dokument;
- eine Beschreibung der zu prüfenden Bekleidungskombination, einschließlich sämtlicher Kleidungsstücke zur Vervollständigung der Kombination, sowie eventueller Verfahren des Waschens oder der chemischen Reinigung;
- die Anordnung der Kleidungsstücke auf der Prüfpuppe (z. B. Wurden die Hemdschöße in die Hose gesteckt? Waren Reißverschlüsse vorhanden, und wenn ja, waren sie geschlossen?);

- d) die Anzahl der Proben je Bekleidungskombination und die Anzahl der Einzelmessungen an jeder Probe;
- e) die Lufttemperatur T_a , die relative Luftfeuchte RH und die Luftgeschwindigkeit v_a in der Klimakammer während der Prüfdauer;
- f) den arithmetischen Mittelwert des Gesamt-Wasserdampfdurchgangswiderstands $R_{et, M}$ und/oder des resultierenden Gesamt-Wasserdampfdurchgangswiderstands $R_{etr, M}$ der Bekleidungskombination;
- g) den Grund-Wasserdampfdurchgangswiderstand $R_{ecl, M}$ und/oder den resultierenden Grund-Wasserdampfdurchgangswiderstand $R_{eclr, M}$ der Bekleidungskombination sowie den Bekleidungsflächenfaktor f_{cl} und das Verfahren zur Bestimmung desselben;
- h) den effektiven Wasserdampfdurchgangswiderstands $R_{ecl, M}$ und/oder den resultierenden effektiven Wasserdampfdurchgangswiderstands $R_{eclr, M}$ der Bekleidungskombination;
- i) sämtliche Abweichungen von diesem Dokument;
- j) das Prüfdatum.

ANMERKUNG 1 Es kann vereinbart werden, dass die Angabe des (resultierenden) effektiven oder des (resultierenden) Grund-Wasserdampfdurchgangswiderstands ausreicht.

ANMERKUNG 2 Es kann vereinbart werden, dass der Wasserdampfdurchgangswiderstand für einzelne Segmente der Prüfpuppe angegeben wird.

Anhang A (informativ)

Leitlinien zur Bestimmung der Schweißrate

A.1 Einleitung

Dieser Anhang ist nur für Prüfpuppen anzuwenden, die mit einem wassergespeisten Kapillaranzug zur Schweißproduktion und einer individuellen Steuerung der Schweißrate für jedes Segment der Prüfpuppe ausgestattet sind. Für genaue Messungen muss die schwitzende Haut gründlich durchnässt sein, darf aber nicht tropfen. Ist die Schweißrate zu niedrig, trocknen bestimmte Regionen der Prüfpuppe aus. Dies führt zu einem verminderten Wärmeverlust, also zu einem künstlich hohen $R_{et, M}$ oder $R_{etr, M}$. Ist die Schweißrate zu hoch, wird das Kleidungsstück durch Überschusswasser gesättigt, wodurch eine unrealistische Prüfbedingung hergestellt und die Wiederholpräzision beeinträchtigt wird.

Dieser Anhang stellt Leitlinien bereit, die dabei helfen, eine optimale Schweißrate zu wählen. Um diese Leitlinien korrekt anwenden zu können, wird angenommen, dass die Durchflussrate jedes Segments der Prüfpuppe in solch einer Weise kalibriert wird, dass die tatsächliche Durchflussrate dem Einstellungswert entspricht.

A.2 Leitlinien zur Bestimmung der Schweißrate

A.2.1 Unbedeckte Zonen

Für alle Zonen der Prüfpuppe, die nicht bedeckt sind (z. B. Kopf und Hände oder alle Zonen während der Prüfung mit der unbekleideten, schwitzenden Prüfpuppe), kann bei stehender Prüfpuppe eine Durchflussrate von $600 \text{ g} \cdot \text{Stunde}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ und bei sich bewogender Prüfpuppe eine Durchflussrate von $800 \text{ g} \cdot \text{Stunde}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ verwendet werden.

A.2.2 Vorprüfung

Mithilfe einer Vorprüfung kann eine erste Einschätzung des Gesamt-Wasserdampfdurchgangswiderstands jedes einzelnen Segments der Prüfpuppe ermittelt werden. Die Haut der Prüfpuppe wird z. B. mit einem Spray bis zur vollständigen Sättigung vorgehäst. Der Prüfpuppe wird die zu prüfende Bekleidungskombination angelegt. Die Prüfung wird anhand der in 5.4 beschriebenen Vorgehensweise durchgeführt, wobei die Schweißproduktion ausgeschaltet bleibt.

ANMERKUNG Für unbedeckte Zonen können die in A.2.1 festgelegten Werte verwendet werden.

Sobald Gleichgewichtsbedingungen erreicht sind und bevor die Haut der Prüfpuppe austrocknet, wird eine erste Einschätzung des Gesamt-Wasserdampfdurchgangswiderstands jedes einzelnen Segments der Prüfpuppe ermittelt. Mit dieser ersten Einschätzung kann die Durchflussrate der Verdunstung aus den thermodynamischen Eigenschaften des Wassers berechnet werden. Wenn die Prüfpuppe nur vorgehäst wird, stabilisiert sich das System in der Regel auf einen Wert innerhalb von 10 % des endgültigen Wasserdampfdurchgangswiderstands, bevor die Hautschicht austrocknet. Aufgrund dieses Vorwertes wird ein Sollwert der Durchflussrate vorgeschlagen, der 10 % bis 20 % über dem erforderlichen Flüssigkeitsvolumen liegt. Unter Annahme der Standardprüfbedingungen (Temperatur der Hautoberfläche = 34°C , Lufttemperatur = 34°C und relative Luftfeuchte = 40 %) und einem Durchflussüberschuss von 15 % kann der Sollwert der Durchflussrate für jedes einzelne Segment der Prüfpuppe anhand der folgenden Gleichung berechnet werden:

$$\text{Ziel-Schweißrate der Prüfpuppe} = 545,7 / R_{et} \quad (\text{g} \cdot \text{Stunde}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}) \quad (\text{A.1})$$

Alternativ kann Tabelle A.1 oder Bild A.1 verwendet werden.