

	DIN EN ISO 7933	
ICS 13.180	Ersatz für DIN EN ISO 7933:2004-12	
Ergonomie der thermischen Umgebung – Analytische Bestimmung und Interpretation der Wärmebelastung durch Berechnung der vorhergesagten Wärmebeanspruchung (ISO 7933:2023); Deutsche Fassung EN ISO 7933:2023 Ergonomics of the thermal environment – Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain (ISO 7933:2023); German version EN ISO 7933:2023 Ergonomie des ambiances thermiques – Détermination analytique et interprétation de la contrainte thermique fondées sur le calcul de l’astreinte thermique prévisible (ISO 7933:2023); Version allemande EN ISO 7933:2023		
		Gesamtumfang 43 Seiten
DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg)		

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 7933:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 023-00-05 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NAErg/NAM: Ergonomie der physikalischen Umgebung, ErgPhysU“ im DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg).

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 7243	siehe	DIN EN ISO 7243
ISO 7726	siehe	DIN EN ISO 7726
ISO 8996	siehe	DIN EN ISO 8996
ISO 9920	siehe	DIN EN ISO 9920
ISO 12894	siehe	DIN EN ISO 12894
ISO 13731	siehe	DIN EN ISO 13731
ISO 13732-1	siehe	DIN EN ISO 13732-1
ISO 15265	siehe	DIN EN ISO 15265

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 7933:2004-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Inhalt an die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse angepasst;
- b) redaktionelle Anpassungen an die derzeit geltenden Gestaltungsregeln.

Frühere Ausgaben

DIN EN 12515: 1997-11
DIN EN ISO 7933: 2004-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 7243, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Ermittlung der Wärmebelastung durch den WBGT-Index (wet bulb globe temperature)*

DIN EN ISO 7726, *Umgebungsklima — Instrumente zur Messung physikalischer Größen*

DIN EN ISO 9886, *Ergonomie — Ermittlung der thermischen Beanspruchung durch physiologische Messungen*

DIN EN ISO 9920, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Abschätzung der Wärmeisolation und des Verdunstungswiderstandes einer Bekleidungskombination*

DIN EN ISO 12894, *Ergonomie des Umgebungsklimas — Medizinische Überwachung von Personen, die einer extrem heißen oder kalten Umgebung ausgesetzt sind*

DIN EN ISO 13731, *Ergonomie des Umgebungsklimas — Begriffe und Symbole*

DIN EN ISO 13732-1, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Bewertungsverfahren für menschliche Reaktionen bei Kontakt mit Oberflächen — Teil 1: Heiße Oberflächen*

DIN EN ISO 15265, *Ergonomie der thermischen Umgebung — Strategie zur Risikobeurteilung zur Abwendung von Stress oder Unbehagen unter thermischen Arbeitsbedingungen*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Ergonomie der thermischen Umgebung —
Analytische Bestimmung und Interpretation der
Wärmebelastung durch Berechnung der vorhergesagten
Wärmebeanspruchung (ISO 7933:2023)

Ergonomics of the thermal environment —
Analytical determination and interpretation of heat stress
using calculation of the predicted heat strain
(ISO 7933:2023)

Ergonomie des ambiances thermiques —
Détermination analytique et interprétation de la
contrainte thermique fondées sur le calcul de l'astreinte
thermique prévisible (ISO 7933:2023)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 13. Juni 2023 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, 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
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Symbole	7
5 Kurzbeschreibung des Modells der vorhergesagten Wärmebeanspruchung (PHS-Modell)	11
6 Hauptschritte der Berechnung	12
6.1 Wärmebilanzgleichung	12
6.1.1 Allgemeines	12
6.1.2 Energieumsatz, M	12
6.1.3 Wirksame mechanische Leistung, W	12
6.1.4 Konvektiver Wärmefluss bei der Atmung, C_{res}	12
6.1.5 Wärmefluss durch Verdunstung bei der Atmung, E_{res}	12
6.1.6 Konduktiver Wärmefluss, K	12
6.1.7 Konvektiver Wärmefluss, C	13
6.1.8 Strahlungswärmefluss, R	13
6.1.9 Wärmefluss durch Verdunstung, E	13
6.1.10 Wärmespeicherung zur Erhöhung der Körperkerntemperatur in Verbindung mit dem Energieumsatz, Q_{eqi}	13
6.1.11 Wärmespeicherung, S	13
6.2 Berechnung des erforderlichen Wärmeflusses durch Verdunstung, des erforderlichen Hautbenetzungsgrades und der erforderlichen Schweißrate	14
7 Bewertung der erforderlichen Schweißrate	14
7.1 Grundlage des Bewertungsverfahrens	14
7.1.1 Allgemeines	14
7.1.2 Belastungskriterien	14
7.1.3 Beanspruchungskriterien	15
7.1.4 Bezugsgrößen	15
7.2 Analyse der Arbeitssituation	15
7.3 Bestimmung der maximal zulässigen Expositionsdauer, D_{lim}	15
Anhang A (normativ) Erforderliche Daten für die Berechnung der Wärmebilanz	17
A.1 Gültigkeitsbereich	17
A.2 Bestimmung des konvektiven Wärmeflusses bei der Atmung, C_{res}	18
A.3 Bestimmung des Wärmeflusses durch Verdunstung bei der Atmung, E_{res}	18
A.4 Bestimmung der mittleren Hauttemperatur im stabilen Zustand	18
A.5 Bestimmung des Istwertes der Hauttemperatur	18
A.6 Bestimmung der Wärmespeicherung des Körpers in Verbindung mit dem Energieumsatz, Q_{eqi}	19
A.7 Bestimmung der statischen Isolationseigenschaften der Kleidung	19

A.8	Bestimmung der resultierenden (oder dynamischen) Isolationseigenschaften der Kleidung.....	20
A.9	Abschätzung des Wärmeaustausches durch Konvektion und Strahlung	21
A.10	Abschätzung des maximalen Wärmeflusses durch Verdunstung an der Hautoberfläche, $E_{\max}$	22
A.11	Abschätzung des erforderlichen Wärmeflusses durch Verdunstung, E_{req} , und der erforderlichen Schweißrate, S_{Wreq}	22
A.12	Bestimmung der vorhergesagten Schweißrate, S_{Wp} , und des vorhergesagten Wärmeflusses durch Verdunstung, E_{p}	23
A.13	Bestimmung der rektalen Temperatur	25
Anhang B (informativ) Kriterien für die Abschätzung der zulässigen Expositionsdauer in einem heißen Arbeitsklima		26
B.1	Allgemeines	26
B.2	Akklimatisierte und nicht akklimatisierte Personen	26
B.3	Maximaler Hautbenetzungsgrad, $w_{\max}$	26
B.4	Maximale Schweißrate, S_{Wmax}	26
B.5	Maximale Austrocknung und maximaler Wasserverlust	27
B.6	Maximalwert der rektalen Temperatur.....	27
Anhang C (informativ) Energieumsatz		28
Anhang D (informativ) Thermische Bekleidungseigenschaften.....		29
D.1	Allgemeines	29
D.2	Wärmeisolation der Bekleidung.....	29
D.3	Reflexion der Wärmestrahlung.....	29
D.4	Durchlässigkeit gegenüber Wasserdampf	30
Anhang E (informativ) Computerprogramm zur Berechnung des Modells der vorhergesagten Wärmebeanspruchung.....		31
E.1	Allgemeines	31
E.2	Programm	32
Anhang F (informativ) Beispiele für die Berechnung des vorhergesagten Wärmebeanspruchungsmodells.....		37
Literaturhinweise.....		38

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 7933:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ 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 Februar 2024, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2024 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 ersetzt EN ISO 7933:2004.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, 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 7933:2023 wurde von CEN als EN ISO 7933:2023 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (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 Normungsthemen 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 Directives, 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 Directives, 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 erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

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

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159, *Ergonomics*, Unterkomitee SC 5, *Ergonomics of the physical environment*, in Zusammenarbeit mit dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Technisches Komitee CEN/TC 122, *Ergonomie*, in Übereinstimmung mit der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 7933:2004), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen sind folgende:

- Die in Abschnitt B.4 beschriebene maximale Schweißrate S_{Wmax} wurde korrigiert, das heißt sie wird nicht mehr um den Energieumsatz berichtigt.
- Da das Modell nicht umfassend für Bedingungen mit unbeständigen Umweltparametern, den Energieumsatz und/oder Kleidung validiert wurde, wurde ein Warnhinweis für Fälle hinzugefügt, in denen diese Parameter im Zeitverlauf erheblich schwanken.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

In ISO 15265 wird die Bewertungsstrategie zur Vorbeugung von Unbehagen und Gesundheitsfolgen unter jeglichen thermischen Arbeitsbedingungen beschrieben, während in ISO 8025¹ spezifische Verfahren für warme Arbeitsumgebungen empfohlen werden. In diesen Normen für heiße Umgebungen wird vorgeschlagen, ein Screening-Verfahren auf der Grundlage des in ISO 7243 beschriebenen WBGT-Index (en: wet bulb globe temperature) zur Feststellung des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins von Wärmebelastung zu verwenden sowie ein ausführlicheres Verfahren, das in diesem vorliegenden Dokument präsentiert wird, um die Belastung genauer abzuschätzen, die zulässige Arbeitsdauer unter diesen Bedingungen zu bestimmen und die Schutzmaßnahmen zu optimieren. Dieses Verfahren, das auf einer Analyse des Wärmeaustauschs zwischen einer Person und ihrer Umgebung basiert, ist bestimmt für die direkte Verwendung, wenn eine detaillierte Analyse von Arbeitsbedingungen in warmen Umgebungen gewünscht wird.

Dieses Dokument ermöglicht es, die Entwicklung einiger physiologischer Parameter (Hauttemperatur und rektale Temperatur sowie Schweißrate) im Zeitverlauf für eine Person vorherzusagen, die in einer heißen Arbeitsumgebung arbeitet. Diese Vorhersage wird in Abhängigkeit von den klimatischen Parametern, dem Energieverbrauch der Person und ihrer Kleidung getroffen. Diese Vorhersage bezieht sich auf eine durchschnittliche Person und sollte zur Bewertung des Risikos von Wärmebelastung für eine Gruppe von Personen verwendet werden; sie kann die Reaktionen einer bestimmten Person nicht vorhersagen.

Dieses Dokument basiert auf den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen. Zukünftige Verbesserungen im Hinblick auf die Berechnung der einzelnen Komponenten der Wärmebilanzgleichung oder deren Bewertung werden berücksichtigt, sobald diese verfügbar sind.

Fachleute auf dem Gebiet der Berufsgesundheit sind dafür verantwortlich, unter Berücksichtigung der besonderen Merkmale, die von denen einer „Normalperson“ abweichen können, das Risiko zu bewerten, dem eine bestimmte Person ausgesetzt ist. In ISO 9886 wird beschrieben, wie physiologische Parameter angewendet werden, um das physiologische Verhalten einer bestimmten Person zu beobachten; in ISO 12894 wird beschrieben, wie eine medizinische Überwachung organisiert wird.

1 In Vorbereitung. Stufe zum Zeitpunkt der Veröffentlichung: ISO/DIS 8025:2023.

1 Anwendungsbereich

In diesem Dokument wird ein Modell (Modell der vorhergesagten Wärmebeanspruchung (en: predicted heat strain (PHS) model)) beschrieben, das der analytischen Bestimmung und Interpretation der Wärmebelastung (im Hinblick auf Wasserverlust und rektale Temperatur) einer durchschnittlichen Person in einer heißen Umgebung dient sowie der Bestimmung der maximal zulässigen Expositionsdauer, innerhalb derer die physiologische Beanspruchung für 95 % der ihr ausgesetzten Bevölkerung annehmbar ist (die maximal ertragbare rektale Temperatur und der maximal ertragbare Wasserverlust werden bei 95 % der betroffenen Personen nicht überschritten).

Die verschiedenen Bedingungen, die in diesem Vorhersagemodell und besonders bei der Wärmebilanz verwendet werden, zeigen den Einfluss der unterschiedlichen physikalischen Parameter der Umgebung auf die Wärmebelastung der durchschnittlichen Person. Auf diese Weise ermöglicht es dieses Dokument zu bestimmen, welche Parameter oder welche Gruppen von Parametern verändert werden können und in welchem Ausmaß dies erfolgen kann, um das Risiko einer physiologischen Überbeanspruchung zu reduzieren.

In der gegenwärtigen Form lässt sich dieses Bewertungsverfahren nicht auf Fälle anwenden, bei denen besondere Schutzkleidung getragen wird (z. B. voll reflektierende Kleidung, Kleidung mit Aktivkühlung und Belüftung, undurchlässige Overalls).

Dieses Dokument sagt nicht die physiologische Reaktion einzelner Personen vorher, sondern berücksichtigt nur durchschnittliche Personen, die sich in einem guten gesundheitlichen Zustand befinden und in der Lage sind, ihre Arbeit durchzuführen. Sie ist daher für den Gebrauch durch Personen bestimmt, die beispielsweise im Bereich der Ergonomie oder der Industriehygiene ausgebildet sind, da die Ergebnisse der Auslegung durch Fachleute bedürfen können. Empfehlungen dazu, wie und wann dieses Modell anzuwenden ist, finden sich in ISO 8025.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 13731, *Ergonomics of the thermal environment — Vocabulary and symbols*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 13731.

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

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

4 Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die in Tabelle 1 aufgeführten Symbole und Einheiten.

Tabelle 1 — Symbole und Einheiten

Symbol	Bezeichnung	Einheit
α	Anteil der Körpermasse bei Hauttemperatur	—
α_i	Anteil der Körpermasse bei Hauttemperatur zum Zeitpunkt t_i	—
α_{i-1}	Anteil der Körpermasse bei Hauttemperatur zum Zeitpunkt t_{i-1}	—
β_{im}	Korrekturwert für den statischen Feuchtigkeitspermeabilitätsindex	—
β_{la}	Korrekturwert für die thermische Isolation der statischen Grenzschicht	—
β_{icl}	Korrekturwert für die thermische Isolation der statischen Kleidung	—
β_{IT}	Korrekturwert für die gesamte thermische Isolation der statischen Kleidung	—
ϵ_{cl}	Emissionskoeffizient von äußerer Kleidungsoberfläche in der Annahme, dass diese nicht reflektierend ist	—
$\epsilon_{cl,r}$	Emissionskoeffizient von äußerer Kleidungsoberfläche	—
θ	Winkel zwischen Lauf- und Windrichtung	—
A_{Du}	Körperoberfläche nach DuBois	m ²
A_p	Anteil der Körperoberfläche, der mit der reflektierenden Kleidung bedeckt ist	—
A_r	wirksame Strahlungsfläche eines Körpers	m ²
C	konvektiver Wärmefluss (konvektive Wärmeübertragung)	W·m ⁻²
c_e	latente Verdampfungswärme von Wasser	J·kg ⁻¹
c_p	spezifische Wärme von trockener Luft bei konstantem Druck	J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹
$c_{p,b}$	spezifische Körperwärme	J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹
C_{res}	konvektiver Wärmefluss bei der Atmung	W·m ⁻²
D_{lim}	zulässige Expositionsdauer	min
$D_{lim,ter}$	zulässige Expositionsdauer für die Wärmespeicherung	min
$D_{lim,loss}$	zulässige Expositionsdauer für den Wasserverlust, 95 % der arbeitenden Bevölkerung	min
D_{max}	maximaler Wasserverlust	g
E_{max}	maximaler Wärmefluss durch Verdunstung an der Hautoberfläche	W·m ⁻²
E_p	vorhergesagter Wärmefluss durch Verdunstung an der Hautoberfläche	W·m ⁻²
E_{req}	erforderlicher Wärmefluss durch Verdunstung an der Hautoberfläche	W·m ⁻²
E_{res}	Wärmefluss durch Verdunstung bei der Atmung	W·m ⁻²
f_{cl}	Bekleidungsflächenfaktor	—
F_r	Reflexionskoeffizienten für verschiedene Spezialmaterialien	—
h_c	Koeffizient für den konvektiven Wärmeübergang	W·m ⁻² ·K ⁻¹
h_r	Wärmeaustauschkoeffizient durch Strahlung (Strahlungswärmeübergangskoeffizient)	W·m ⁻² ·K ⁻¹

Symbol	Bezeichnung	Einheit
$I_{a,r}$	resultierende thermische Isolation der Grenzschicht	$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
I_a	thermische Isolation der statischen (oder grundlegenden) Grenzschicht	$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
$I_{cl,r}$	resultierende thermische Bekleidungsisolations	$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
I_{cl}	statische (oder grundlegende) thermische Bekleidungsisolations	$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
$i_{m,r}$	Permeabilitätsindex der resultierenden Feuchte	—
i_m	Permeabilitätsindex der statischen (oder grundlegenden) Feuchte	—
$I_{T,r}$	gesamte resultierende thermische Bekleidungsisolations	$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
I_T	gesamte statische (oder grundlegende) thermische Bekleidungsisolations	$\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
K	konduktiver Wärmefluss (Wärmeübertragung durch Wärmeleitung)	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
k_{Sw}	Zeitkonstante der Erhöhung der Schweißrate	min
k_{tcr}	Zeitkonstante der Änderung der Körperkerntemperatur in Abhängigkeit vom Energieumsatz	min
k_{tsk}	Zeitkonstante der Änderung der Hauttemperatur	min
M	Energieumsatz	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
p_a	Wasserdampfpartialdruck bei Lufttemperatur	kPa
$Q_{tot,i}$	Wärmespeicherung im letzten Zeitabschnitt t_i	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
$Q_{eq,i}$	Wärmespeicherung im letzten Zeitabschnitt t_i , aufgrund der Erhöhung der Körperkerntemperatur in Verbindung mit dem Energieumsatz	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
R	Strahlungswärmefluss	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
$R_{e,T,r}$	resultierender Gesamt-Verdunstungswiderstand der Kleidung	$\text{m}^2 \cdot \text{Pa} \cdot \text{W}^{-1}$
r_{req}	erforderliche Effektivität der Schweißverdunstung	—
S	Wärmespeicherung(srate) des Körpers	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
S_{eq}	Wärmespeicherung des Körpers zur Erhöhung der Körperkerntemperatur in Verbindung mit dem Energieumsatz	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
S_{Wmax}	maximale Schweißrate	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
S_{Wp}	vorhergesagte Schweißrate	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
$S_{Wp,i}$	vorhergesagte Schweißrate zum Zeitpunkt t_i	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
$S_{Wp,i-1}$	vorhergesagte Schweißrate zum Zeitpunkt t_{i-1}	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
S_{Wreq}	erforderliche Schweißrate	$\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$
t	Zeit	min
t_a	Lufttemperatur	°C
t_{cl}	Oberflächentemperatur der Bekleidung	°C
t_{cr}	Körperkerntemperatur	°C
$t_{cr,eq,i}$	Körperkerntemperatur in Abhängigkeit vom Energieumsatz zum Zeitpunkt t_i	°C