

ILNAS

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

ILNAS-EN ISO 7933:2023

Ergonomie der thermischen Umgebung - Analytische Bestimmung und Interpretation der Wärmebelastung durch Berechnung der vorhergesagten

Ergonomics of the thermal environment -
Analytical determination and
interpretation of heat stress using
calculation of the predicted heat strain

Ergonomie des ambiances thermiques -
Détermination analytique et
interprétation de la contrainte thermique
fondées sur le calcul de l'astreinte

08/2023



Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm EN ISO 7933:2023 wurde als luxemburgische Norm ILNAS-EN ISO 7933:2023 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!

ILNAS-EN ISO 7933:2023
EUROPÄISCHE NORM **EN ISO 7933**

EUROPEAN STANDARD

NORME EUROPÉENNE

August 2023

ICS 13.180

Ersetzt EN ISO 7933:2004

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		
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		
Anhang D (informativ) Thermische Bekleidungseigenschaften.....		
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.....		
E.1	Allgemeines	31
E.2	Programm	32
Anhang F (informativ) Beispiele für die Berechnung des vorhergesagten Wärmebeanspruchungsmodells.....		
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.