

**Ermittlung der thermischen Beanspruchung
durch physiologische Messungen**(ISO 9886:1992)
Deutsche Fassung EN ISO 9886:2001**DIN****EN ISO 9886**

ICS 13.100; 13.180

Evaluation of thermal strain by physiological measurements
(ISO 9886:1992); German version EN ISO 9886:2001Évaluation de l'astreinte thermique par mesures
physiologiques (ISO 9886:1992);
Version allemande EN ISO 9886:2001**Die Europäische Norm EN ISO 9886:2001 hat den Status einer Deutschen Norm.****Nationales Vorwort**

Die Europäische Norm EN ISO 9886 ist vom Technischen Komitee CEN/TC 122 ausgearbeitet worden.

Fortsetzung 19 Seiten EN

Normenausschuss Ergonomie (FNErg) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

— Leerseite —

Deutsche Fassung

**Ermittlung der thermischen Beanspruchung
durch physiologische Messungen
(ISO 9886:1992)**

Evaluation of thermal strain by physiological
measurements (ISO 9886:1992)

Évaluation de l'astreinte thermique par mesures
physiologiques (ISO 9886:1992)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 19. Januar 2001 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 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, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



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

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	5 Bewertung der physiologischen Beanspruchung auf der Grundlage der Veränderung der Körpermasse, Δm, durch Schwitzen	8
Einführung	2	5.1 Prinzip des Verfahrens	8
1 Anwendungsbereich	3	5.2 Interpretation	9
2 Messung der Temperatur des Körperkerns, t_{cr}	3	Anhang A (informativ)	
2.1 Allgemeines	3	Gegenüberstellung der physiologischen Verfahren zur Bewertung der thermischen Beanspruchung	10
2.2 Messverfahren für Indikatoren der Körperkerntemperatur	4	Anhang B (informativ)	
3 Hauttemperatur, t_{sk}	7	Messverfahren	12
3.1 Allgemeines	7	Anhang C (informativ)	
3.2 Prinzip des Verfahrens	7	Grenzwerte für die physiologischen Parameter der Wärmebeanspruchung ...	17
3.3 Interpretation	7	Anhang D (informativ)	
4 Beurteilung der thermischen Beanspruchung auf der Grundlage der Herzschlagfrequenz, HR	7	Literaturhinweise	19
4.1 Allgemeines	7		
4.2 Prinzip des Verfahrens	8		
4.3 Interpretation	8		

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ der International Organization for Standardization (ISO) wurde als Europäische Norm durch das Technische Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ übernommen, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2001, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2001 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 9886:1992 wurde vom CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einführung

Diese Internationale Norm ist Teil einer Reihe von Normen, die sich mit der Beurteilung von thermischer Belastung und Beanspruchung befassen.

Diese Reihe von Internationalen Normen zielt besonders auf:

- das Festlegen von Spezifikationen für die Verfahren zur Messung physikalischer Parameter zur Charakterisierung von Umgebungsklimata;
- das Festlegen von Verfahren zur Beurteilung von thermischer Belastung in kaltem, gemäßigttem und warmem Umgebungsklima.

Die in diesen letzteren Normen beschriebenen Analyseverfahren erlauben die Vorhersage der durchschnittlichen physiologischen Reaktion von Versuchspersonen, die einem Umgebungsklima ausgesetzt sind. Einige dieser Verfahren sind unter außergewöhnlichen klimatischen Verhältnissen nicht anwendbar, wenn die Eigenschaften der exponierten Versuchspersonen stark vom Durchschnitt abweichen oder wenn besondere Schutzmaßnahmen angewendet werden.

In diesen Fällen oder für Forschungszwecke kann es sinnvoll oder sogar notwendig sein, die physiologische Beanspruchung der Versuchsperson direkt zu messen.

Diese Internationale Norm gibt eine Reihe von Spezifikationen bezüglich der Verfahren zur Messung und Interpretation der physiologischen Parameter an, die die Reaktion des menschlichen Organismus widerspiegeln, der einem warmen oder kalten Umgebungsklima ausgesetzt ist.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm beschreibt Verfahren zur Messung und Interpretation der folgenden physiologischen Parameter:

- a) Körperkerntemperatur;
- b) Hauttemperaturen;
- c) Herzschlagfrequenz;
- d) Masseverlust des Körpers.

Die Auswahl der zu messenden Variablen und der anzuwendenden Messverfahren obliegt dem Ermessen derjenigen Personen, die für die Gesundheit der Beschäftigten verantwortlich sind. Diese Personen müssen nicht nur die Beschaffenheit der thermischen Bedingungen, sondern auch den Akzeptanzgrad dieser Verfahren durch die betreffenden Beschäftigten berücksichtigen.

Es sollte ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass direkte Messungen am Menschen nur unter zwei Bedingungen durchgeführt werden dürfen:

- a) wenn die Person vollständig über die Unannehmlichkeiten und möglichen Risiken, die mit den Messverfahren verbunden sind, unterrichtet wurde und ihre freiwillige Zustimmung zu derartigen Messungen gegeben hat;
- b) wenn die Messungen für die Person keine Risiken darstellen, die hinsichtlich allgemeiner oder spezieller ethischer Grundsätze unzulässig sind.

Um diese Wahl zu vereinfachen, ist im Anhang A eine Gegenüberstellung der unterschiedlichen Verfahren dargestellt, die sich auf ihren Anwendungsbereich, ihre technische Komplexität, Unannehmlichkeiten und die mit ihnen verbundenen möglichen Risiken beziehen.

Diese Internationale Norm legt die Bedingungen fest, die erfüllt sein müssen, um die Genauigkeit der Daten sicherzustellen, die aus den unterschiedlichen Verfahren erhalten wurden. Die Messverfahren sind im Anhang B beschrieben. Grenzwerte werden im Anhang C vorgeschlagen.

Diese Internationale Norm befasst sich nicht mit experimentellen Bedingungen, für die die Untersuchungsleiter alternative Verfahren entwickeln dürfen, um die Kenntnisse auf diesem Gebiet zu verbessern. Werden derartige Studien in einem Laboratorium durchgeführt, wird jedoch empfohlen, die nachstehend als Referenzen beschriebenen Verfahren anzuwenden, so dass die Ergebnisse verglichen werden können.

2 Messung der Temperatur des Körperkerns, t_{cr}

2.1 Allgemeines

Die Benennung „Kern“ bezieht sich auf sämtliche Gewebe, die sich in ausreichender Tiefe des Körpers befinden und nicht durch einen Temperaturgradienten zum Oberflächengewebe beeinträchtigt werden. Jedoch sind Temperaturunterschiede innerhalb des Kerns möglich, die vom lokalen Energieumsatz, von

der Konzentration der Blutgefäße und lokaler Schwankungen der Durchblutung abhängen. Aus diesem Grund ist die Kerntemperatur kein eindeutiger Begriff und nicht so zu messen, als ob sie ein eindeutiger Begriff wäre. Die Kerntemperatur kann näherungsweise durch Messung der Temperatur an unterschiedlichen Stellen des Körpers bestimmt werden:

- a) Ösophagus: Ösophagus-Temperatur, t_{es} ;
- b) Rektum: Rektaltemperatur, t_{re} ;
- c) Magen-Darm-Kanal: intraabdominale Temperatur, t_{ab} ;
- d) Mund: Oraltemperatur, t_{or} ;
- e) Tympanum: Tympanum-Temperatur, t_{ty} ;
- f) Gehörgang: Gehörgangstemperatur, t_{ac} ;
- g) Urintemperatur, t_{ur} .

Die Reihenfolge der unterschiedlichen Verfahren wurde nur aus Gründen einer klaren Darstellung so gewählt.

In Abhängigkeit vom angewendeten Verfahren kann die gemessene Temperatur Folgendes angeben:

- die mittlere Temperatur der Körpermasse;
- die Temperatur des Blutes im Kopfbereich, die folglich die Wärmeregulationszentren im Hypothalamus beeinflusst. Diese Temperatur wird üblicherweise zur Beurteilung der thermischen Beanspruchung einer Versuchsperson herangezogen.

2.2 Messverfahren für Indikatoren der Körperkerntemperatur

2.2.1 Ösophagus-Temperatur, t_{es}

2.2.1.1 Prinzip des Verfahrens

Der Temperaturaufnehmer wird in den unteren Teil des Ösophagus eingeführt, der sich über eine Länge von 50 mm bis 70 mm in Kontakt mit der Vorderseite des linken Herzhorns und der hinteren Oberfläche der absteigenden Aorta befindet. An diesem Ort registriert der Temperaturaufnehmer Schwankungen der Temperatur des arteriellen Blutes mit sehr kurzer Ansprechzeit.

Der obere Teil des Ösophagus drückt gegen die Luftröhre. Eine Temperaturmessung in dieser Höhe wird daher durch die Atmung beeinflusst. Im Gegensatz dazu wird, wenn der Aufnehmer zu tief eingeführt wird, die Magentemperatur registriert.

Die Ösophagus-Temperatur wird außerdem durch die Temperatur des Speichels beeinflusst, der von der Versuchsperson hinuntergeschluckt wird. Die Ösophagus-Temperatur ergibt sich daher nicht aus dem Mittelwert der aufgezeichneten Temperaturen, sondern aus den Höchstwerten. Dies gilt besonders für Kälteumgebungen, in denen der Speichel abgekühlt werden kann.

2.2.1.2 Interpretation

t_{es} ist von sämtlichen obenstehend erwähnten indirekten Messungen von t_{cr} diejenige, die die Temperaturschwankungen des Blutes beim Verlassen des Herzens am genauesten widerspiegelt und aller Wahrscheinlichkeit nach auch die Temperatur des Blutes, mit dem die Wärmeregulationszentren des Hypothalamus versorgt werden.

2.2.2 Rektaltemperatur, t_{re}

2.2.2.1 Prinzip des Verfahrens

Ein Temperaturaufnehmer wird in das Rektum eingeführt. Das Rektum ist von einer großen Gewebemasse mit geringer Wärmeleitfähigkeit umgeben, so dass die Rektaltemperatur von den Umgebungsbedingungen unabhängig ist.

2.2.2.2 Interpretation

Befindet sich die Versuchsperson im Ruhezustand, ist die Rektaltemperatur die höchste der Körpertemperaturen. Wenn die Versuchsperson arbeitet, wird t_{re} direkt durch die Wärmeerzeugung der lokalen Muskeln beeinflusst. Bei gleichem Energieumsatz ist t_{re} höher, wenn die Arbeit mit den Beinen, und niedriger, wenn sie ausschließlich mit den Armen ausgeführt wird.

Die Rektaltemperatur t_{re} ist im Wesentlichen ein Hinweis für die mittlere Temperatur der Masse des Körperkerns. Als Hinweis für die Bluttemperatur und folglich die Temperatur der Wärmeregulationszentren darf sie nur berücksichtigt werden, wenn die Wärmespeicherung gering ist und die Arbeit unter Einsatz des gesamten Körpers verrichtet wird.

Ist die Wärmespeicherung gering und wird die Arbeit im Wesentlichen mit den Beinen ausgeführt, führt die Messung von t_{re} zu einer leichten Überbewertung der Temperatur der Wärmeregulationszentren. Im Gegensatz dazu erhöht sich t_{re} bei intensiver thermischer Kurzzeit-Belastung langsamer als die Temperatur der Wärmeregulationszentren. Sie steigt weiter an, nachdem die Exposition beendet ist, und fällt schließlich progressiv ab. Anstiegsgeschwindigkeit und Verzögerung hängen von den Belastungs- und Erholungsbedingungen ab. In diesen Fällen ist t_{re} für die Bestimmung der Beanspruchung einer Versuchsperson nicht geeignet.

2.2.3 Intraabdominale Temperatur, t_{ab}

2.2.3.1 Prinzip des Verfahrens

Ein Temperaturnahtnehmer wird von der Versuchsperson heruntergeschluckt. Während seines Durchlaufs durch den Darmkanal schwankt die aufgezeichnete Temperatur je nachdem, ob sich der Aufnehmer in der Nähe großer Arteriengefäße, in der Nähe von Organen mit hohem Energieumsatz oder nahe der Bauchdecke befindet.

2.2.3.2 Interpretation

Wenn sich der Aufnehmer im Magen oder im Zwölffingerdarm befindet, sind die Temperaturschwankungen ähnlich denen von t_{es} , und die Unterschiede zwischen beiden Temperaturen sind sehr gering. Wenn sich der Aufnehmer im Darm fortbewegt, werden die Temperaturmerkmale denen von t_{re} ähnlicher. Folglich hängt die Interpretation von der Zeit, die seit dem Schlucken des Aufnehmers vergangen ist, und von der Geschwindigkeit seiner Fortbewegung durch den Magen-Darm-Kanal ab.

Beim derzeitigen Stand des Wissens scheint es, dass t_{ab} von den klimatischen Umgebungsbedingungen unabhängig ist, ausgenommen bei starker Strahlungswärme auf den Unterleib.

2.2.4 Oraltemperatur, t_{or}

2.2.4.1 Prinzip des Verfahrens

Der Aufnehmer wird unter die Zunge gelegt und befindet sich daher in engem Kontakt mit den tiefen Arterienbereichen der Zungenschlagader. Er gestattet daher eine zufrieden stellende Messung der Temperatur des Blutes, das die Wärmeregulationszentren beeinflusst.

Die gemessene Temperatur hängt trotzdem von den Außenbedingungen ab. Bei geöffnetem Mund trägt der Wärmeaustausch durch Konvektion und Verdunstung auf der Oberfläche der Wangenschleimhaut zur Verringerung der Temperatur der Mundhöhle bei. Die Temperatur kann sogar bei geschlossenem Mund in Abhängigkeit von der Abnahme der Temperatur der Gesichtshaut wesentlich verringert oder, wenn das Gesicht starker Strahlungswärme ausgesetzt ist, erhöht werden.

2.2.4.2 Interpretation

Wenn die Messbedingungen erfüllt sind, sind t_{or} und t_{es} annähernd gleich. Befindet sich die Versuchsperson im Ruhezustand und in einer Umgebung mit einer Lufttemperatur oberhalb von 40°C, kann t_{or} die t_{es} um 0,25°C bis 0,4°C überbewerten. Wenn die Versuchsperson arbeitet, ist eine Übereinstimmung zwischen t_{or} und t_{es} nur bei einer Muskelanstrengung nachgewiesen worden, die nicht größer als 35 % der maximalen aeroben Leistung der Versuchsperson ist.