

DIN EN ISO 7243

ICS 13.100

Einsprüche bis 2015-09-03
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 27243:1993-12

Entwurf

**Ergonomie der thermischen Umgebung –
Ermittlung der Wärmebelastung durch den WBGT-Index (wet bulb globe
temperature) (ISO/DIS 7243:2015);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 7243:2015**

Ergonomics of the thermal environment –
Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index
(ISO/DIS 7243:2015);
German and English version prEN ISO 7243:2015

Ambiances chaudes –
Estimation de la contrainte thermique de l'homme au travail, basée sur l'indice WBGT
(température humide et de globe noir) (ISO/DIS 7243:2015);
Version allemande et anglaise prEN ISO 7243:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-07-03 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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 naerg@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg), 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 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 45 Seiten

DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 7243:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159, Unterkomitee SC 5 „Ergonomics of the physical environment“, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird. Das zuständige deutsche Gremium ist der NA 023-00-05 GA „Gemeinschaftsarbeitsausschuss NAErg/NAM, Ergonomie der physikalischen Umgebung, ErgPhysU“ im DIN-Normenausschuss Ergonomie (NAErg).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 7243 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 27243:1993-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Titel geändert;
- b) Anwendungsbereich erweitert;
- c) Normative Verweisungen ergänzt;
- d) Aufbau und Struktur des Dokumentes vollständig überarbeitet;
- e) Begriffe ergänzt;
- f) Werte aktualisiert; und
- g) redaktionelle Änderungen vorgenommen.

Ergonomie der thermischen Umgebung — Ermittlung der Wärmebelastung durch den WBGT-Index (wet bulb globe temperature) (ISO/DIS 7243:2015)

Ambiances chaudes — Estimation de la contrainte thermique de l'homme au travail, basée sur l'indice WBGT (température humide et de globe noir) (ISO/DIS 7243:2015)

Ergonomics of the thermal environment — Assessment of heat stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index (ISO/DIS 7243:2015)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	5
4 Verfahren	5
5 Bestimmung der WBGT	6
6 Bestimmung des Energieumsatzes	7
7 Bestimmung der Auswirkungen von Kleidung.....	7
8 Zeitpunkt und Dauer von Messungen.....	8
8.1 Zeitpunkt der Messungen	8
8.2 Dauer der Messungen	8
9 Räumliche und zeitliche Variationen	8
9.1 Messvorschriften in Bezug auf die Heterogenität der Umgebung (räumliche Variationen)	8
9.2 Messvorschriften in Bezug auf die zeitlichen Variationen des WBGT-Index	9
9.3 Messvorschriften in Bezug auf die zeitlichen Variationen des Energieumsatzes	9
9.4 Messvorschriften in Bezug auf die zeitlichen Variationen der Kleidung	9
10 Interpretation	10
Anhang A (informativ) Referenzwerte des WBGT-Wärmebelastungsindex	11
Anhang B (normativ) Messung von Kenngrößen zur Bestimmung des WBGT-Index sowie Spezifikationen der eingesetzten Messgeräten	13
B.1 Sensor zur Bestimmung der natürlich belüfteten Feuchttemperatur	13
B.2 Sensor zur Bestimmung der Globetemperatur.....	14
B.3 Messung der Lufttemperatur	14
Anhang C (informativ) Alternative Globethermometer.....	15
Anhang D (informativ) Vorhersage der natürlich belüfteten Feuchttemperatur	18
Anhang E (informativ) Abschätzung des Energieumsatzes	20
Anhang F (informativ) Bekleidungsanpassungsfaktoren	21
Literaturhinweise	22

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 7243:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 „Ergonomics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 122 „Ergonomie“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 7243:2015 wurde vom CEN als prEN ISO 7243:2015 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Diese Internationale Norm bietet ein Verfahren für die Beurteilung der Wärmebelastung. Diese Norm ist eine aus einer Reihe von Normen, die für den Einsatz bei der Beurteilung von warmen Umgebungen vorgesehen ist. Dazu gehören Normen für die Beurteilung von heißen, moderaten und kalten Umgebungen, die auch die Grundsätze der Beurteilung und deren praktische Anwendung enthalten.

Die Wet Bulb Globe Temperatur (WBGT) ist ein Index der Wärmebelastung, und dessen Wert repräsentiert die warme Umgebung, der eine Person ausgesetzt ist. Dieser Index ist in den meisten Umgebungen einfach zu bestimmen. Er sollte als eine Verfahrensweise zum Feststellen des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins von Wärmebelastung betrachtet werden.

Ein Verfahren zur Abschätzung der thermischen Belastung, das auf einer Analyse des Wärmeaustauschs zwischen einer Person und der Umgebung basiert, ermöglicht eine genauere Abschätzung der Belastung und eine Bestimmung von Schutzmöglichkeiten (siehe ISO 7933). Ein derartiges Verfahren sollte entweder direkt eingesetzt werden, wenn gewünscht wird, eine intensive Analyse der Arbeitsbedingungen bei Wärme durchzuführen, oder zusätzlich zu dem in dieser Norm vorgestellten Verfahren angewendet werden, das auf dem WBGT-Index basiert, wenn die erhaltenen WBGT-Werte die angegebenen Referenzwerte überschreiten.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm bietet ein Screening-Verfahren zur Bewertung der Wärmebelastung, der eine Person ausgesetzt ist.

Es sollte als ein Verfahren zum Feststellen des Vorhandenseins oder Nichtvorhandenseins von Wärmebelastung betrachtet werden.

Das Verfahren gilt für die Bewertung der Wärmewirkung auf eine Person im Laufe eines Zeitraums, der für deren Gesamtbelastung über den Arbeitstag repräsentativ ist.

Das Verfahren ist nicht bei sehr kurzen Belastungen durch Wärme anwendbar.

Es gilt für die Beurteilung der Arbeitsumgebungen im Innen- und Außenbereich sowie anderen Arten von Umgebungen.

Es gilt für arbeitsfähige männliche und weibliche Erwachsene.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 7726, *Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities*

ISO 7933, *Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain*

ISO 8996, *Ergonomics of the thermal environment — Determination of metabolic rate*

ISO 9886, *Ergonomics of the thermal environment — Evaluation of thermal strain by physiological measurements*

ISO 9920, *Estimation of thermal insulation and water vapour resistance of a clothing ensemble*

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

ISO 15265, *Ergonomics of the thermal environment — risk assessment strategy for the prevention of stress or discomfort in thermal working conditions*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach ISO 13731 und die folgenden Begriffe.

3.1

WBGT

Wet Bulb Globe Temperature

einfacher Index der Umgebung, der zusammen mit dem Energieumsatz (der Stoffwechselrate) betrachtet wird, um das Potential der Wärmebelastung bei denjenigen zu beurteilen, die den heißen Bedingungen ausgesetzt sind

Der WBGT-Index setzt sich aus der Messung zweier abgeleiteter Kenngrößen zusammen, der Temperatur eines natürlich belüfteten Feuchttthermometers (t_{nw}) und der Globetemperatur (t_g). Werden die Sensoren (Temperaturmessfühler) entweder im Freien oder im Innenraum durch direkte Sonneneinstrahlung (Sonneneinwirkung) beeinflusst, wird die Gewichtung der Globetemperatur durch Einbeziehung der Lufttemperatur (t_a) reduziert.

3.2

WBGT_{eff} - effektive WBGT

an die Auswirkungen der Bekleidung angepasster WBGT-Wert

Der Wert gibt den äquivalenten WBGT-Wert der Umgebung beim Tragen der tatsächlichen Bekleidung gegenüber dem Wert an, wenn Standard-Berufsbekleidung getragen wird (Wärmeisolationsindex $I_{cl} = 0,6 \text{ clo}$, $i_{m} = 0,38$ – siehe ISO 9920).

3.3

Bekleidungsanpassungsfaktor

CAF

Anpassung an den WBGT-Wert, um die Auswirkungen von Bekleidung zu berücksichtigen, die gegenüber der Standard-Berufsbekleidung unterschiedliche thermische Eigenschaften aufweist

4 Verfahren

Der Grad der Wärmebelastung, der eine Person ausgesetzt ist, hängt ab von

- (1) den Eigenschaften der Umgebung, die die Wärmeübertragung zwischen der Umgebung und dem Körper bestimmen,
- (2) der Erzeugung von Wärme im Körper als ein Ergebnis der körperlichen Tätigkeit, und
- (3) der getragenen Bekleidung, die den Wärmeaustausch mit der Umgebung verändert.

Eine detaillierte Analyse des Einflusses der Umgebung auf die Wärmebelastung erfordert Kenntnisse der folgenden vier grundlegenden Kenngrößen: Lufttemperatur, mittlere Strahlungstemperatur, Luftgeschwindigkeit und absolute Feuchte [ISO 7726]. Eine Einschätzung dieses Einflusses kann jedoch durch Messung von

Kenngroßen erfolgen, die von diesen grundlegenden Kenngroßen abgeleitet werden und ist eine Funktion der physikalischen Kenngroßen der untersuchten Umgebung. Der in dieser Internationalen Norm verwendete Index ist der Wet Bulb Globe Temperature-Index (WBGT-Index), um einen ersten Näherungswert für die Wärmebelastung einer Person zu geben (siehe Abschnitt 5).

Die innere thermische Belastung ist das Ergebnis des durch körperliche Tätigkeiten hervorgerufenen Energieumsatzes. Der Umsatz der metabolischen Wärmeentwicklung wird in der Regel geschätzt (siehe Abschnitt 6).

Die in dieser Internationalen Norm genannten Schwellenwerte für die Wärmebelastung gehen von einem langärmeligen Baumwollhemd und einer Baumwollhose aus. Bei anderer Bekleidung muss eine Anpassung vorgenommen werden (siehe Abschnitt 7).

Das Verfahren zur Abschätzung der Wärmebelastung beruht auf der Beurteilung dieser unterschiedlichen Kenngroßen und der Berechnung von Mittelwerten unter Berücksichtigung von Änderungen der örtlichen Lage, Dauer und Tätigkeiten sowie der Veränderungen über der Zeit (siehe Abschnitt 8).

Die in dieser Internationalen Norm genannten WBGT-Referenzwerte (Expositionsgrenzwerte) entsprechen dem Niveau einer nachhaltigen Belastung, der die meisten, gut mit Flüssigkeit versorgten gesunden Personen kontinuierlich ausgesetzt werden können, ohne dass deren Kerntemperatur 38 °C erreicht.

Die nach dem in dieser Internationalen Norm beschriebenen Verfahren erhaltenen WBGT-Werte werden mit WBGT-Referenzwerten (Expositionsgrenzwerten) verglichen. Wenn die Werte größer als die Referenzwerte sind, dann ist von Wärmeverlusten auszugehen und es wird entweder notwendig sein,

— die Wärmebelastung direkt oder die Beanspruchung am Arbeitsplatz mit geeigneten Verfahrensweisen zu verringern

oder

— eine detaillierte Analyse der Wärmebelastung nach ISO 7933 vorzunehmen.

Zu beachten ist, dass die in der vorliegenden Norm beschriebenen Expositionsschwellen so konzipiert sind, dass ein möglichst geringes Risiko thermisch bedingter Erkrankungen besteht. Das schließt nicht die Möglichkeit von anderen Wirkungen aus, die mit Wärmebelastungen verbunden sind (z. B. Verbrennungs- und Unfallgefahren, Produktivitätsverlust oder Mangel an Komfort).

5 Bestimmung der WBGT

Die folgenden Passagen bieten Gleichungen für die Berechnung der WBGT und zeigen den Zusammenhang zwischen den verschiedenen Kenngroßen auf:

— ohne Sonneneinstrahlung:

$$\text{WBGT} = 0,7 t_{\text{nw}} + 0,3 t_g \quad (1)$$

— mit Sonneneinstrahlung:

$$\text{WBGT} = 0,7 t_{\text{nw}} + 0,2 t_g + 0,1 t_a \quad (2)$$

Die Referenzwerte sind so gewählt, dass die Höhe der Wärmebelastung im Verlauf eines 8-Stunden-Arbeitstages aufrechterhalten werden kann. Das Zeitintervall für die Analyse beträgt etwa 1 Stunde, die repräsentativ für die Exposition ist. Wenn es in der Umgebung räumliche und/oder zeitliche Variationen gibt, ist es notwendig, das Zeitintervall für jene Variationen entsprechend den Abschnitten 9.1 (räumliche Variation) und 9.2 (zeitliche Variation) anzupassen.

Anhang B beschreibt die spezifischen Festlegungen für Sensoren, die mit der Messung der WBGT verbunden sind, und muss beim Einsatz dieser Internationalen Norm angewendet werden (siehe Anmerkungen 1 und 2).

ANMERKUNG 1 Bei den zur Bestimmung der WBGT eingesetzten Messgeräten gibt es konstruktive Unterschiede bei den tatsächlich verwendeten Sensoren. Die vorkommenden Varianten bei der konstruktiven Ausführung sind in Anhang C zusammen mit einer Diskussion über die Auswirkungen der Gestaltung beschrieben, wenn sie mit der in dieser Norm und in Anhang B dargestellten Ausführung verglichen werden.

ANMERKUNG 2 Die bevorzugte Verfahrensweise bei der Bestimmung von WBGT-Werten ist die direkte Messung mit den in Anhang B beschriebenen Sensoren. Manchmal ist es jedoch von Interesse, die WBGT-Werte aus den vier Kenngrößen, Lufttemperatur, mittlere Strahlungstemperatur, relative Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit vorherzusagen (siehe Anhang C und D).

6 Bestimmung des Energieumsatzes

Die im Körper erzeugte Wärmemenge ist ein wichtiger Beitrag zur Wärmebelastung, und für die Beurteilung ist eine gültige Schätzung wichtig. Der Energieumsatz, der die gesamte Energiemenge darstellt, die mit der Zeit im Körper verbraucht wird, ist bei den meisten Situationen eine gute Schätzung (d. h., die verbrauchte Energie kann als die erzeugte Wärme angenommen werden, da die in physikalische Arbeit (external work) umgesetzte Energie in der Regel vergleichsweise geringfügig ist und vernachlässigt werden kann).

Der Energieumsatz kann nach Tabelle E.1 in Anhang E in ruhend, niedriger Energieumsatz, moderater Energieumsatz, hoher Energieumsatz oder sehr hoher Energieumsatz eingestuft werden. Die in der Tabelle angegebenen Werte beruhen auf kontinuierlicher Tätigkeit in den beschriebenen Einstufungen. Im Fall von unregelmäßigen Tätigkeiten muss eine zeitlich gewichtete Mittelwertbildung, wie in 9.3 beschrieben, vorgenommen werden.

Wenn eine genauere Schätzung erforderlich ist, dann sollten die in ISO 8996 beschriebenen Verfahren angewendet werden.

7 Bestimmung der Auswirkungen von Kleidung

Die in Anhang A bereitgestellten Referenzwerte (Expositionsgrenzwerte) wurden mit Berufskleidung aus Baumwolle als Referenzbekleidung entwickelt. Unterschiedliche Bekleidung, besonders mit einem unterschiedlichen Verdunstungswiderstand, wird möglicherweise eine unterschiedliche Wirkung auf die Höhe der Wärmebelastung haben. Für Bekleidungsmaterialien und -zusammenstellungen, die sich von Standard-Berufsbekleidung unterscheiden, sind in der Norm Kleidungsanpassungsfaktoren (CAF) in WBGT-Temperatureinheiten vorgesehen. Der Kleidungsanpassungsfaktor wird zum gemessenen WBGT-Wert addiert, um einen effektiven WBGT-Wert ($WBGT_{eff}$) zu bilden, der eine Schätzung der Wärmebelastung repräsentiert, die in einer äquivalenten Umgebung von der tatsächlich getragenen Kleidung bewirkt wird.

Das heißt,

$$WBGT_{eff} = WBGT + CAF \quad (3)$$

Anhang F enthält eine Auflistung von Kleidungsanpassungsfaktoren (CAF). Es sollte daran erinnert werden, dass die Auswirkungen von Kleidung komplex sein können und dass die CAF eine einfache Anpassung und erste Näherung unter Berücksichtigung der aus Laborergebnissen bestimmten Wärmebelastung einer Person darstellt.

Es kann eine Bekleidungskombination geben, für die kein CAF direkt bekannt ist. In diesem Fall kann die Schätzung mit Hilfe von Bekleidung mit ähnlichen thermischen Eigenschaften vorgenommen werden. Die thermischen Eigenschaften einer breiten Palette von Bekleidungsstücken sind in der ISO 9920 aufgeführt. Für Bekleidungskombinationen, für die der CAF nicht ermittelt werden kann, darf diese Norm nicht angewendet werden, und es ist eine detaillierte Analyse der Wärmebelastung nach ISO 7933 durchzuführen.

Der CAF ist eine Näherung der Wirkung des Tragens von Bekleidung, die sich von der „normalen Berufsbekleidung“ unterscheidet, für die die in Bild A.1 in Anhang A angegebenen Referenzwerte ohne Anpassung für Kleidung gelten ($CAF = 0$). In der Regel steigt der CAF mit zunehmendem Verdunstungswiderstand (oder abnehmendem Permeabilitätsindex). Andere Auswirkungen sind Wärmestrahlung, Luftgeschwindigkeit, Körperbewegungen, Bekleidungskonfigurationen und Feuchtigkeit. Von diesen wird der CAF stark durch eine Kombination von hohem Verdunstungswiderstand und Feuchtigkeit beeinflusst. In diesem Fall, und wegen der sehr vereinfachten Art der Anpassung, sollte der CAF eine hoch angesetzte Schätzung sein, die eine Sicherheitsspanne ermöglicht. Die Auswirkungen von Strahlungswärme auf den CAF sind nicht bekannt.

8 Zeitpunkt und Dauer von Messungen

8.1 Zeitpunkt der Messungen

Die Bestimmung des WBGT-Index nach dieser Internationalen Norm erlaubt nur die Schätzung der Wärmebelastung, der ein Arbeiter zu dem Zeitpunkt ausgesetzt ist, wenn die Messungen durchgeführt wurden. Deshalb wird empfohlen, diese Messungen zu einem Zeitpunkt durchzuführen, zu dem im Allgemeinen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Wärmebelastung besteht, d. h. in der Regel während der heißen Sommermonate und in der Mitte des Tages, wenn Wärme erzeugende Anlagen in Betrieb sind, oder zu anderen Zeiten, d. h., wenn bekannt ist, dass die Wärmebelastung hoch ist (z. B. bei einigen Wartungsarbeiten).

ANMERKUNG 3 Wird die Arbeit im Laufe eines Tages in deutlich unterschiedliche Arten oder Einstufungen unterteilt, kann es notwendig sein, separate Messungen der unterschiedlichen Arten von Arbeiten vorzunehmen. Zum Beispiel, wenn es sich in erster Linie um leichte Arbeiten am Morgen und schwere Arbeiten am Nachmittag handelt oder wenn sich die WBGT-Werte bei Zeiträumen von mehr als einer Stunde deutlich unterscheiden.

8.2 Dauer der Messungen

Eine Messung der WBGT erfordert einen repräsentativen Zeitraum von etwa einer Stunde. Die Dauer jeder Messung hängt von der Ansprechzeit des Sensors ab, die bei bestimmten Gelegenheiten beträchtlich sein kann (besonders die Globetemperatur). Für alle Sensoren sollte vor der Erfassung der diesen zugeordneten Ablesewerten ein Beharrungswert erreicht werden. Die Gesamtdauer der Messung kann daher länger als die eine Stunde dauern, die als Zeitbasis für die Analyse (Gleichung (6)) eingesetzt wird.

Es ist möglich, die Ergebnisse von Umgebungsmessungen mit hoher Auflösung zu erfassen (z. B. jede Sekunde oder Minute) und große Mengen an Daten in digitaler Form zu speichern.

Beachtet werden sollte, dass Zeitkonstanten, Genauigkeit und Empfindlichkeit von Messgeräten beim Messen eines Kenngrößenwertes berücksichtigt werden müssen.

9 Räumliche und zeitliche Variationen

9.1 Messvorschriften in Bezug auf die Heterogenität der Umgebung (räumliche Variationen)

Normalerweise sollten die WBGT-Werte in Bauchhöhe (z. B. 1 m über dem Boden) der Personen gemessen werden, die der Wärmebelastung ausgesetzt sind. Wenn die Rahmenbedingungen in dem Raum, der die Personen umgibt, nicht einheitlich sind, sollte die Messung an der Stelle erfolgen, wo die Wärmebelastung am höchsten ist.

Falls es nicht möglich ist, die Sensoren am normalen Arbeitsplatz zu platzieren, sollten diese dort untergebracht werden, wo sie dem gleichen Einfluss der Umgebung ausgesetzt sind.

9.2 Messvorschriften in Bezug auf die zeitlichen Variationen des WBGT-Index

Ergaben die Analysen der Umgebung und der Tätigkeit, dass eine Kenngröße in einem bestimmten Zeitraum keinen konstanten Wert zeigt, muss ein repräsentativer Mittelwert bestimmt werden.

Die genaueste Verfahrensweise besteht in der Messung der kontinuierlichen Entwicklung dieser Kenngrößen als Funktion der Zeit und daraus der Ableitung des Mittelwerts durch Integration. Da dieses Verfahren in vielen Fällen nur unter Schwierigkeiten angewendet werden kann, werden die Variationen der einzelnen Kenngrößen auf nahezu konstanten Niveaus klassifiziert. Der Mittelwert der in Betracht gezogenen Kenngröße wird dann durch Gewichtung der Niveaus der verschiedenen Kategorien durch die Gesamtzeit erzielt, während der jedes dieser Niveaus erhalten wurde.

Die Zeitbasis T für die Berechnung der Mittelwerte ist ein Zeitraum von etwa 1 h, der für die mögliche Wärmebelastung repräsentativ ist. Die Zeit muss ab dem Beginn eines Arbeitszeitraums berechnet werden. Der Mittelwert einer Kenngröße p (beispielsweise Lufttemperatur, natürliche Feuchttemperatur, Globe-temperatur oder WBGT im Fall der gleichzeitigen Messung der drei Umgebungskenngrößen), für die die Entwicklung als eine Funktion der Zeit in „ n “ Niveaus aufgeteilt wurde, wird deshalb mithilfe folgender Gleichung bestimmt

$$\bar{p} = \frac{(p_1 \times t_1) + (p_2 \times t_2) + \dots + (p_n \times t_n)}{t_1 + t_2 + \dots + t_n} \quad (5)$$

Dabei ist

$p_1, p_2, \dots, p_n$ das Niveau der während der Zeit $t_1, t_2, \dots, t_n$ erhaltenen Kenngrößen; und

$$t_1 + t_2 + \dots + t_n = T \quad (6)$$

Die Anzahl der durchzuführenden Messungen hängt von der Variationsgeschwindigkeit der Kenngrößen, dem Ansprechverhalten der verwendeten Sensoren und der gewünschten Genauigkeit der Messung ab.

9.3 Messvorschriften in Bezug auf die zeitlichen Variationen des Energieumsatzes

Gleichung (5) gilt für die Bestimmung des zeitgewichteten Mittelwerts des Energieumsatzes, der auf gemessenen oder aus Referenztabellen geschätzten Werten beruht. Der Energieumsatz wird unter einer der fünf in Anhang E angegebenen Hauptklassen klassifiziert. Das mittlere Niveau des Energieumsatzes wird nach Gleichung (5) bestimmt, wobei der Energieumsatz die Kenngröße ist und für jede einzelne Tätigkeit der Mittelwert des in Tabelle E.1 angegebenen Energieumsatzes herangezogen wird.

Bei Zweifeln in Hinblick auf den angenommenen Wert des Energieumsatzes ist der anzuwendende Referenzwert der Wert, der dem höheren Energieumsatz entspricht, gegebenenfalls Klasse 3, wenn jede Messung oder Schätzung unmöglich ist.

9.4 Messvorschriften in Bezug auf die zeitlichen Variationen der Kleidung

Wenn sich die Kleidung im Laufe der Exposition ändert, müssen die zeitgewichteten Mittelwerte der $WBGT_{eff}$ nach Gleichung (5) verwendet werden.

10 Interpretation

Die Werte des $WBGT_{eff}$ -Index in Anhang A sind als Referenz angegeben. Sie gelten für Personen, die für die in Betracht gezogene Tätigkeit körperlich fit und bei guter Gesundheit sind.

Wenn der $WBGT_{eff}$ -Wert kleiner oder gleich dem entsprechenden $WBGT_{eff}$ -Referenzwert ist, dann sind keine weiteren Maßnahmen erforderlich. Wenn der $WBGT_{eff}$ -Wert größer als der entsprechende $WBGT_{eff}$ -Referenzwert ist, dann sind weitere Maßnahmen erforderlich, wie in Abschnitt 4 beschrieben.

ANMERKUNG 4 Die Referenzwerte sind für die Wärmeeinwirkung über einen relativ langen Arbeitszeitraum repräsentativ. Keine Berücksichtigung finden die Spitzenwerte der Wärmebelastung, denen Personen entweder als Ergebnis einer besonders heißen Umgebung oder kurzzeitig (einige Minuten) einer intensiven körperlichen Tätigkeit ausgesetzt sein können. Wenn die Belastungen sehr kurz sind, darf die Wärmebelastung in derartigen Fällen die zulässigen Werte überschreiten, ohne dass die Referenzwerte, die für eine mittlere Tätigkeit oder eine mittlere Umgebung repräsentativ sind, überschritten werden. Zusätzlich zu der nach der vorliegenden Internationalen Norm vorgenommenen Bewertung sollten die Spitzenbelastungen geprüft werden (siehe ISO 7933).

ANMERKUNG 5 Für die Anwendung der vorliegenden Norm ist eine an Hitze gewöhnte Person eine Person, die unmittelbar vor dem Bewertungszeitraum für mindestens eine volle Arbeitswoche den heißen Arbeitsbedingungen (oder ähnlichen oder extremeren Bedingungen) ausgesetzt war. Ist das nicht der Fall, dann gilt die Person als nicht an Hitze gewöhnte Person.

Anhang A (informativ)

Referenzwerte des WBGT-Wärmebelastungsindex

Der zeitgewichtete Mittelwert (TWA) der effektiven WBGT ($TWA-WBGT_{eff}$) ist der an die Bekleidung angepasste, zeitgewichtete Messwert.

Tabelle A.1 — $WBGT_{eff}$ -Referenzwerte für fünf Klassen von Energieumsatzniveaus für an Hitze gewöhnte und nicht an Hitze gewöhnte Personen. Wenn die $WBGT_{eff}$ -Werte, die für die zu beurteilende heiße Umgebung bestimmt werden, größer sind als die $WBGT_{eff}$ -Referenzwerte, dann sind weitere Maßnahmen erforderlich (siehe Abschnitt 4).

Energieumsatz (Klasse) Zur Beschreibung siehe Tabelle E.1	Energieumsatz W	WBGT-Referenz- grenzwert für an Hitze akklimatisierte Personen °C	WBGT-Referenz- grenzwert für nicht an Hitze akklimatisierte Personen °C
Klasse 0 Energieumsatz ruhend	115	32,4	30,1
Klasse 1 Niedriger Energieumsatz	180	30,9	28,3
Klasse 2 Moderater Energieumsatz	300	28,3	25,1
Klasse 3 Hoher Energieumsatz	415	25,8	22,0
Klasse 4 Sehr hoher Energieumsatz	520	23,5	19,2

Die in Tabelle A.1 wiedergegebenen Referenzwerte (Expositionsgrenzwerte) sollten angewendet werden, wenn die verfügbare bestmögliche Schätzung des Energieumsatzes auf Kategorien von Arbeiten basiert, wie sie in den Tabellen A.1 und E.1 beschrieben sind. Steht eine genauere Schätzung des Energieumsatzes zur Verfügung, dann sind in Bild A.1 die Referenzwerte (Expositionsgrenzwerte) in graphischer Form vorgesehen. Die durchgezogene Linie in Bild A.1 stellt für normale, gesunde, an Hitze akklimatisierte Arbeiter ein stabiles Niveau an Wärmebelastung dar. Die gestrichelte Linie stellt ein nachhaltiges Niveau an Wärmebelastung für normale, gesunde, nicht an Hitze akklimatisierte Arbeiter dar.

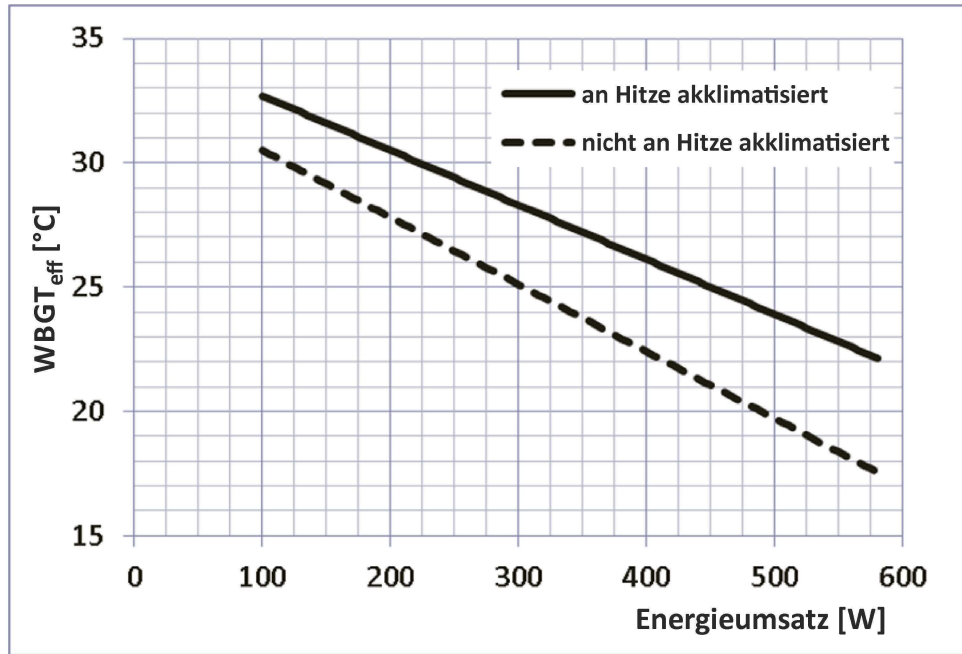


Bild A.1 — Zusammenhang der effektiven WBGT (WBGT_{eff}) mit dem Energieumsatz. Die Werte basieren auf einem nachhaltigen Niveau von Wärmebelastung bei normalen, gesunden Erwachsenen.

Der Grenzwert basiert auf Wärmeverlust, der von der Körperoberfläche abhängig ist. Die Werte des Energieumsatzes (W) nach Bild A.1 sind für Personen mit einer Körperoberfläche (A_{du}) gleich $1,8 \text{ m}^2$ normalisiert. Wenn die Bevölkerung in dem betreffenden Gebiet sich hiervon grundsätzlich unterscheidet, dann sollte der beurteilte Energieumsatz mit dem Faktor $1,8/A_{du}$ angepasst werden. Wenn zum Beispiel die durchschnittliche Körperoberfläche der betreffenden Bevölkerung $A_{du} = 1,5 \text{ m}^2$ beträgt, dann müssten die geschätzten Energieumsätze mit 1,2 ($1,8/1,5$) angepasst werden, bevor Bild A.1 zur Anwendung kommt. Wenn der geschätzte Energieumsatz 200 W beträgt, wird der Wert 240 W nach Bild A.1 eingesetzt. Die Körperoberfläche lässt sich aus folgender Gleichung abschätzen: $A_{Du} = 0,202 \times \text{Körpermasse}^{0,425} \times \text{Körperhöhe}^{0,725}$, wobei die Körpermasse in kg und die Körperhöhe in Meter angegeben wird.

Die Linien in Bild A.1 können aus den folgenden Gleichungen bestimmt werden:

Für an Hitze akklimatisierte Personen (durchgezogene Linie) gilt

$$\text{WBGT}_{\text{eff}} \text{ Referenzwert} = 34,9 - M/46 \text{ °C}$$

Für nicht an Hitze akklimatisierte Personen (gestrichelte Linie) gilt

$$\text{WBGT}_{\text{eff}} \text{ Referenzwert} = 33,2 - M/37,5 \text{ °C}$$

dabei ist M der Energieumsatz, angegeben in Watt.