

DIN 33403-3

ICS 13.100

Ersatz für
DIN 33403-3:2001-04**Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung –
Teil 3: Beurteilung des Klimas im Warm- und Hitzebereich auf der
Grundlage ausgewählter Klimasummenmaße**

Climate at the workplace and its environments –

Part 3: Assessment of the climate in the warm and hot working areas based on selected climate indices

L'ambiance au lieu de travail et dans l'environnement –

Partie: 3: Évaluation du climat dans le secteur de chaleur et de chaud sur la base mesures de total de climat choisies

Gesamtumfang 22 Seiten

Normenausschuss Ergonomie (NAErg) im DIN

Inhalt

Seite

Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	5
3 Wärmeentwicklung im menschlichen Körper	5
4 Klimasummenmaße	6
4.1 Allgemeines	6
4.2 Effektivtemperatur nach YAGLOU	7
4.2.1 Normal-Effektivtemperatur, NET	7
4.2.2 Basis-Effektivtemperatur, BET	10
4.3 WBGT-Index, WBGT	12
4.4 Vorhergesagte Wärmebeanspruchung, PHS	12
5 Anwendung der Klimasummenmaße	13
6 Angabe von Orientierungsbereichen für ausgewählte Klimasummenmaße	14
6.1 Allgemeines	14
6.2 Effektivtemperatur nach YAGLOU	14
6.2.1 Normal-Effektivtemperatur, NET	14
6.2.2 Basis-Effektivtemperatur, BET	15
6.3 WBGT-Index, WBGT	15
6.4 Vorhergesagte Wärmebeanspruchung, PHS	15
7 Beurteilung der Wärmestrahlung	16
7.1 Allgemeines	16
7.2 Orientierungswerte für Grenzen der Belastung durch Wärmestrahlung	16
7.3 Maximale Belastungszeit in Abhängigkeit von der Bestrahlungsstärke	19
Anhang A (informativ) Hinweise zur Bewertung von Hitzearbeit	20
Anhang B (informativ) Isolationswerte verschiedener Bekleidungen	21
Literaturhinweise	22

Vorwort

Diese Norm wurde vom Gemeinschaftsausschuss NA 023-00-05 GA „Ergonomie der physikalischen Umgebung“ der Normenausschüsse Ergonomie und Maschinenbau erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN 33403-3:2001-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) das Klimasummenmaß „erforderliche Schweißrate“ wurde in Anpassung an die internationale Normung durch das Klimasummenmaß „vorhergesagte Wärmebeanspruchung“ ersetzt;
- b) zur Veranschaulichung wurde eine Darstellung analog zu Bild 1 aus DIN 33403-2 auch in diese Norm übernommen;
- c) zur „Basis-Effektivtemperatur“ wurde ein Hinweis auf die Anwendung im Steinkohlenbergbau gegeben;
- d) die Tabelle 3 wurde durch einen Hinweis auf DIN EN 27243 ersetzt;
- e) der Hinweis auf DIN 50010-2 wurde durch einen Hinweis auf DIN EN ISO 7726 ersetzt;
- f) die Zitate wurden dem aktuellen Stand angepasst;
- g) die Norm wurde redaktionell überarbeitet und aktualisiert.

Frühere Ausgaben

DIN 33403-3: 1988-06, 2001-04

1 Anwendungsbereich

Diese Norm enthält Festlegungen für die Anwendung der Klimasummenmaße am Arbeitsplatz bei warmen und heißen Klimaten außerhalb des Behaglichkeitsbereiches unter Berücksichtigung von Arbeitsschwere und Bekleidung.

Die Klimasummenmaße

- Basis-Effektivtemperatur, BET;
- Normal-Effektivtemperatur, NET;
- WBGT-Index (en: wet bulb globe temperature);
- vorhergesagte Wärmebeanspruchung, PHS (en: Predicted Heat Strain)

werden beschrieben und messtechnische Bedingungen für ihre Erfassung angegeben. Zur Ermittlung dieser Klimasummenmaße sind Klimamessgeräte einsetzbar, die die Klimasummenmaße direkt ausgeben. Die Klimasummenmaße können aber auch aus den Klimagrößen ermittelt werden, die mit geeigneten Klimamessgeräten bestimmt werden.

Für die Beurteilung des Klimas am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung werden Orientierungsbereiche für die Klimaexposition angegeben. Sie gelten für Arbeitsplätze, an denen Tätigkeiten unter Klimabelastung regelmäßig zu verrichten sind und – soweit nicht anders angegeben - nur für hitzeakklimatisierte Personen¹⁾.

Diese Norm gilt nicht

- für Arbeiten im Freien;
- für die untertägigen Betriebe, die der Bergaufsicht unterliegen;
- für den Kältebereich;
- für einzelne Tage im Jahr, an denen die Außenlufttemperatur über 32 °C ansteigt [1] und hierdurch ein Überschreiten der Grenzen der Erträglichkeit hervorgerufen werden kann;
- bei Expositionszeiten unterhalb von 20 min;
- bei Verwendung spezieller Ganzkörper-Schutzkleidungen.

Die Norm gibt Anwendungshinweise für den Einsatz der verschiedenen Klimasummenmaße. Insofern stellt sie eine Ergänzung zu den Normen DIN EN ISO 7933 und DIN EN 27243 dar.

Zweck der Festlegung ist die Ableitung ergonomischer Maßnahmen, um die Beschäftigten vor hitzebedingten Gesundheitsschäden zu bewahren.

1) Zur Hitzeakklimatisation siehe Anhang A.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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).

DIN EN 27243, *Warmes Umgebungsklima — Ermittlung der Wärmebelastung des arbeitenden Menschen mit dem WBGT-Index (wet bulb globe temperature)*

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

3 Wärmeentwicklung im menschlichen Körper

Die Wirkung des Klimas auf den Menschen ist durch die physikalischen Klimagrößen, die körperliche Arbeit und die Bekleidung des Menschen gekennzeichnet. Körperliche Arbeit ist verbunden mit einer erhöhten Wärmeentwicklung im menschlichen Körper, die bei der Bewertung von Klimabedingungen zu berücksichtigen ist.

Außer der Wärme, die durch den Stoffwechsel bei Körperruhe (so genannter Ruheumsatz) entsteht, wird bei der Muskelarbeit zusätzliche Wärme erzeugt. Bei der Muskelarbeit ist im Hinblick auf die Wärmeerzeugung je nach Muskelmasse zu unterscheiden zwischen dem Einsatz

- a) kleiner Muskelgruppen (Finger-, Hand- und Fußmuskulatur) und
- b) großer Muskelgruppen (Arm-, Bein- und Rumpfmuskulatur).

Im Hinblick auf die Leistungsbegrenzung durch das Klima hat der Einsatz kleiner Muskelgruppen selbst bei Arbeit bis zur Erschöpfung keinen Einfluss. Der Einsatz großer Muskelgruppen kann dagegen, ebenso wie bei Hitzebelastung, zu einer Überbeanspruchung des Herz-Kreislaufsystems führen.

Um eine physische Überbeanspruchung zu verhindern, muss entweder mit zunehmender Hitzebelastung die Muskelarbeit oder bei vorgegebener Muskelarbeit die Hitzebelastung vermindert werden.

Die angegebene Bewertung der muskulären Arbeit gilt für weitgehend dynamische Arbeit. Ein erhöhter Anteil von statischer Arbeit wird durch den Arbeitsenergieumsatz nicht angemessen erfasst.

Eine Beurteilung der muskulären Arbeitsschwere lässt sich anhand des Arbeitsenergieumsatzes (Gesamtenergieumsatz abzüglich Ruheumsatz) durchführen. Unter der Voraussetzung des Einsatzes relativ großer Muskelgruppen (ab etwa 15 % der Gesamtmuskelmasse) ergibt sich für den mittleren Arbeitsenergieumsatz während der Schichtzeit die in Tabelle 1 dargestellte, empirisch ermittelte Stufung²⁾.

2) Eine ausführliche Darstellung der muskulären Arbeitsschwere ist in DIN EN ISO 8996 vorhanden.

Tabelle 1 — Stufung für den Arbeitsenergieumsatz

Stufe	Arbeitsenergieumsatz AU			Beispiel
	kJ/min	W ^a	Bewertung	
I	$AU \leq 8$	$AU \leq 130$	sehr leicht	ruhiges Sitzen; mittelschwere Armarbeit im Sitzen
II	$8 < AU \leq 12$	$130 < AU \leq 200$	leicht	Gehen (Ebene, 3 km/h)
III	$12 < AU \leq 16$	$200 < AU \leq 270$	mittelschwer	Gehen (Ebene, 4 km/h)
IV	$16 < AU \leq 20$	$270 < AU \leq 330$	mittelschwer/schwer (Grenzbereich) ^b	Gehen (Ebene, 5 km/h)
V	$20 < AU \leq 23$	$330 < AU \leq 380$	schwer	Gehen (Ebene, 6 km/h)
VI	$23 < AU \leq 25$	$380 < AU \leq 420$	sehr schwer	Gehen (5° Steigung, 4 km/h)
VII	$AU > 25$	$AU > 420$	schwerst	Gehen (5° Steigung, 5 km/h)

^a 1 W = 0,06 kJ/min

^b Als Dauerleistungsgrenze gilt für Männer abhängig von der eingesetzten Muskelmasse und vom Trainingszustand ein Arbeitsenergieumsatz von 16,5 kJ/min bis 17,5 kJ/min (Stufe IV); oberhalb dieser Stufe ist eine Dauerbelastung nicht mehr tolerierbar bzw. die damit verbundene Überbeanspruchung muss durch Erholung wieder ausgeglichen werden. Für Frauen gelten um etwa 30 % niedrigere Werte.

4 Klimasummenmaße

4.1 Allgemeines

Die Wirkung des Klimas auf den Menschen ist durch die physikalisch beschreibbaren Klimagrößen, die körperliche Arbeit und die Bekleidung des Menschen gekennzeichnet.

Jeder Klimazustand wird physikalisch eindeutig durch die Angabe folgender Klimagrößen beschrieben:

- die Lufttemperatur;
- die Luftfeuchte;
- die Luftgeschwindigkeit;
- die Wärmestrahlung.

Die Änderung jeder einzelnen der genannten Größen wirkt sich auf den Menschen aus. Die außerordentliche Vielfalt der möglichen Kombinationen der Einflussgrößen des Klimas erschweren einen Vergleich und eine Bewertung von gleichen oder unterschiedlichen Klimawirkungen auf den Menschen. Durch verschiedene Verfahren wird versucht, die Kombination der Klimaeinflussgrößen auf jeweils einen Kennwert, d. h. einen Klimasummenwert, zu reduzieren. Gleiche Klimasummenwerte sollen einer gleichen Wirkung auf den Menschen entsprechen. Auf diese Weise gewonnene Summenwerte werden als Klimasummenmaße bezeichnet.

In dieser Norm werden folgende Klimasummenmaße behandelt:

- die Normal-Effektivtemperatur, NET;
- die Basis-Effektivtemperatur, BET;
- der WBGT-Index (en: wet bulb globe temperature);
- die vorhergesagte Wärmebeanspruchung, PHS (en: Predicted Heat Strain).

Für die Ermittlung dieser Klimasummenmaße erforderlichen Klimagrößen sind DIN EN ISO 7726 unter Zuhilfenahme von DIN-Fachbericht 128 [2] heranzuziehen.

4.2 Effektivtemperatur nach YAGLOU

4.2.1 Normal-Effektivtemperatur, NET

Die Normal-Effektivtemperatur (NET) nach YAGLOU wird üblicherweise in °C angegeben und ist für den bekleideten Menschen (Isolationswert der Bekleidung $I_{cl} = 0,5 \text{ clo}$ bis $1,0 \text{ clo}$ ³⁾) und bei Klimaten ohne zusätzliche Wärmestrahlung (Lufttemperatur unterscheidet sich unwesentlich von den Temperaturen der umgebenden Flächen) anwendbar. Die Normal-Effektivtemperatur (NET) wird ermittelt aus der Lufttemperatur t_a , der Feuchttemperatur t_w (oder mittelbar aus der relativen Luftfeuchte rH) und der Luftgeschwindigkeit v_a . Die Beziehung zwischen diesen Klimamessgrößen und der Normal-Effektivtemperatur ist nur in den Bereichen der einzelnen Messgrößen gesichert, wie sie in dem Nomogramm in Bild 2 eingezeichnet sind. Neben der Ermittlung der Effektivtemperatur über Nomogramme können auch Funktionen, die die Inhalte der Nomogramme wiedergeben, eingesetzt werden.

BEISPIEL Beispiel zur Ermittlung der Normal-Effektivtemperatur:

Gemessen wurde:

- eine Lufttemperatur $t_a = 40 \text{ °C}$;
- eine relative Luftfeuchte $rH = 33 \text{ %}$;
- eine Luftgeschwindigkeit $v_a = 1 \text{ m/s}$.

Die Bestimmung der Feuchttemperatur t_w kann unter Anwendung des in Bild 1 dargestellten Zusammenhangs erfolgen:

Es ergibt sich mit $t_a = 40 \text{ °C}$ und $rH = 33 \text{ %}$ eine Feuchttemperatur $t_w = 26 \text{ °C}$ (in Bild 1 als Schnittpunkt A gekennzeichnet).

Die Effektivtemperatur für den bekleideten Menschen kann dann aus Bild 2 ermittelt werden:

Hierzu werden die Lufttemperatur $t_a (= 40 \text{ °C})$ und die Feuchttemperatur $t_w (= 26 \text{ °C})$ durch eine Gerade verbunden, die die Kurvenschar der Normal-Effektivtemperatur schneidet.

Bei einer Luftgeschwindigkeit $v_a = 1 \text{ m/s}$ ergibt sich dann für die Normal-Effektivtemperatur $NET = 30 \text{ °C}$.

3) Kennwert für den Wärmedurchlasswiderstand der Bekleidung in „clothing-Einheiten“, kurz „clo“ genannt ($1 \text{ clo} = 0,155 \text{ (m}^2 \cdot \text{K) / W}$) – eine Tabelle mit Isolationswerten ausgewählter Bekleidungen befindet sich in Anhang B.