

Ergonomie des Umgebungsklimas – Beurteilung des
Einflusses des Umgebungsklimas unter Anwendung
subjektiver Bewertungsskalen (ISO 10551:1995)
Deutsche Fassung EN ISO 10551:2001

DIN
EN ISO 10551

ICS 13.040.20; 13.180

Ergonomics of the thermal environment – Assessment of the influence of the thermal environment
using subjective judgement scales (ISO 10551:1995); German version EN ISO 10551:2001

Ergonomie des ambiances thermiques – Évaluation de l'influence des ambiances thermiques à l'aide
d'échelles de jugements subjectifs (ISO 10551:1995); Version allemande EN ISO 10551:2001

Die Europäische Norm EN ISO 10551:2001 hat den Status einer Deutschen Norm.

Fortsetzung 20 Seiten EN

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

– Leerseite –

Deutsche Fassung

**Ergonomie des Umgebungsklimas – Beurteilung des
Einflusses des Umgebungsklimas unter Anwendung
subjektiver Bewertungsskalen (ISO 10551:1995)**

Ergonomics of the thermal environment –
Assessment of the influence of the thermal
environment using subjective judgement scales
(ISO 10551:1995)

Ergonomie des ambiances thermiques – Évaluation
de l'influence des ambiances thermiques à l'aide
d'échelles de jugements subjectifs (ISO 10551:1995)

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
Vorwort	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Symbole	4
4 Subjektive Bewertungsskalen für Umgebungs-klima: Grundsätze der Skalenkonstruktion und Anwendungsbedingungen	4
5 Skalen für Wahrnehmungs-, Bewertungs- und Präferenzurteile	6
6 Aussagen zur persönlichen Annehmbarkeit und Toleranzskala	7
7 Hinweise für wiederholte Erhebungen ...	8
8 Zusammenfassung der Skalen	9
9 Formate und Methoden der Skalen- darstellung	9
10 Analyse der Daten und Anwendung der Ergebnisse	9
Anhang A (informativ) Beispiele für die Formulierung subjektiver Bewertungsskalen bezüglich der Umgebungs-klimata	10
Anhang B (informativ) Anwendung des Beurteilungsverfahrens und der Bewertungsskalen: Beispiele (einschließlich Datenanalyse)	12
Anhang C (informativ) Bibliographie	19
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	20

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 10551:1995 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ANMERKUNG Die normativen Verweisungen auf Internationale Normen sind im Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

Einleitung

Diese Internationale Norm ist ein Teil einer Reihe von Normen zur Beurteilung thermischer Belastung und Beanspruchung in der Arbeitsumgebung.

Diese Reihe von Normen befasst sich insbesondere mit:

- 1) der Festlegung von Spezifikationen für die Verfahren zur Messung und Abschätzung der charakteristischen physikalischen Parameter des Umgebungs-klimas, der thermischen Eigenschaften der Bekleidung und der körpereigenen Wärmeerzeugung;
- 2) der Festlegung von Verfahren zur Beurteilung von thermischer Belastung in warmen, kalten und gemäßigten Umgebungs-klimaten.

Diese Internationale Norm schlägt eine Reihe von Festlegungen zur direkten Expertenbeurteilung von thermischer Behaglichkeit/Unbehaglichkeit vor, die von Personen geäußert werden, die während der

Zeitspannen, die sie an ihrem Arbeitsplatz unter verschiedenen klimatischen Bedingungen verbracht haben, verschiedenen Graden einer thermischen Belastung ausgesetzt waren. Die Daten, die aus dieser Beurteilung erhalten werden, werden insbesondere dazu verwendet, die physikalischen und physiologischen Verfahren zur Beurteilung thermischer Belastungen zu ergänzen. Die Verfahren zählen zu einer psychologischen Betrachtungsweise, bei der Eindrücke von Personen, die den in Frage kommenden Bedingungen ausgesetzt sind, vor Ort erhoben werden (Diagnose). Diese Verfahren können daher die Daten ergänzen, die durch Voraussage-Methoden erhalten wurden, die in dieser Normenreihe an anderer Stelle beschrieben sind.

Der Ergonom, der sich mit dem Umgebungsklima von Arbeitsplätzen beschäftigt, ist in der Lage, die Größe der verschiedenen Indizes (WCI, PMV und PPD, WBGT) zu bestimmen, die die durchschnittlichen klimatischen Bedingungen für thermische Behaglichkeit oder den durchschnittlichen Grad von thermischer Belastung voraussagen, denen ein Arbeiter in einer Anzahl von allgemeinen Fällen unterliegt. In der Praxis weichen spezielle Fälle oft von allgemeinen Fällen ab, beispielsweise aufgrund von räumlichen Heterogenitäten, lokalen Abweichungen, zeitlichen Fluktuationen, Bekleidungskombinationen und persönlichen Eigenschaften. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, die Werte zu korrigieren, die in einer anfänglichen Voraussage-Näherung durch direkte Ermittlung der subjektiven Erfahrungen vorgeschlagen wurden, die Personen bei der Arbeit von der klimatischen Umgebung und ihrem entsprechenden persönlichen Zustand haben, eine Erfahrung, die diese Personen beurteilen und ausdrücken können. Dies ist eine diagnostische Betrachtungsweise.

Diese Daten werden nicht mit Hilfe eines Fragebogens ermittelt; es ist dem Anwender überlassen, die Skalen in eine Liste mit umfangreicheren oder spezifischeren Fragen (medizinisches Gutachten, Liste der Arbeitsbelastungen) aufzunehmen, die in einer Form dargestellt werden (mündlich, schriftlich; Einzel-, Kollektiv-), die an den Einzelfall und die geltenden gemeinsamen Kollektivnormen (national, beruflich) angepasst sind.

Wenn, wo es vorgesehen ist, Personen, die Umgebungsklimaten ausgesetzt werden, nach ihren entsprechenden Eindrücken zu befragen, oder wenn Informationen zu ihren kulturellen Einstellungen benötigt werden, um die geeignetsten subjektiven Bewertungsskalen auszuwählen, sollte zuerst von den Personen, die die ergonomische Untersuchung durchführen, ein gutes Verhältnis zwischen den befragten Personen und der verantwortlichen Organisation geschaffen werden.

Die Umgebungsklimate, die sich zur Anwendung von subjektiven Bewertungsskalen eignen, sind Bedingungen, die vom Bereich der thermischen Neutralität leicht abweichen. Unter extremen Bedingungen sollen physikalische und physiologische Verfahren zur Beurteilung der thermischen Belastung bevorzugt werden, vorausgesetzt, dass ihre Ergebnisse als Entscheidungskriterium verwendet werden können. Insbesondere die Toleranzgrenzen für thermische Belastung können nicht zuverlässig auf subjektive Bewertungen zurückgeführt werden und müssen aufgrund anerkannter Kriterien für Gesundheitsrisiken festgelegt werden. Spezifischere Bedingungen für die Anwendung von Bewertungsskalen werden für jede Bewertung einzeln erklärt.

Wegen der Subjektivität der mit Hilfe von Bewertungsskalen gewonnenen Daten bezweifeln einige Experten ihren Nutzen. Sie bevorzugen „objektive“, d. h. physikalische oder physiologische Daten. Die Frage nach der Gültigkeit der subjektiven Daten für Umgebungsklimate kann unter zwei verschiedenen Aspekten betrachtet werden:

a) Der erste Ansatz entspricht der folgenden Frage:

„In welchem Maße stimmen die Informationen, die diese Daten liefern, mit den Informationen, die die „objektiven“ Daten liefern, überein?“

Der Bezug, der zwischen objektiven und subjektiven Daten bestehen kann (oder auch nicht), wird mit dem Ziel untersucht, eine Sammlung der Ersten durch eine der Letzten zu ersetzen, die einfacher zu erhalten sind. Diese Internationale Norm beschäftigt sich nicht mit diesem Ansatz, wie interessant er auch immer sein könnte, wenn eine Beziehung nachgewiesen worden ist.

b) Der zweite Ansatz entspricht der folgenden Frage:

„Was ist der eigentliche Wert der Daten, die durch diese Skalen geliefert werden?“

Die Urteile von Personen über das Umgebungsklima, in dem sie arbeiten, haben einen eigenen Wert. Es ist Aufgabe des Ergonomen, diese zu berücksichtigen oder nicht. Es wird behauptet, dass diese Daten nicht zuverlässig sind, dies rechtfertigt jedoch nicht, sie generell abzulehnen. Das ist genau das Anliegen dieser Internationalen Norm – geeignete Hilfsmittel zur Datensammlung und die Anforderungen an ihre Anwendung festzulegen, um die Zuverlässigkeit zu verbessern.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm befasst sich mit dem Aufbau und der Anwendung von Bewertungsskalen (Skalen für die thermische Wahrnehmung, thermische Behaglichkeit, thermische Bevorzugung, Erhebungsbogen für Annehmbarkeit und Toleranzskala), um zuverlässige und vergleichbare Daten zu den subjektiven Aspekten von thermischer Behaglichkeit oder thermischer Belastung zu erhalten.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Internationalen Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung. Bei Verträgen, die auf dieser Internationalen Norm beruhen, werden alle Vertragsparteien gebeten, die Anwendung der jeweils neuesten Ausgabe der nachstehend aufgeführten Normen in Betracht zu ziehen. Die Mitglieder der IEC und der ISO führen Verzeichnisse der zur Zeit gültigen Internationalen Normen.

ISO 7243:1989, *Hot environments – Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature)*.

ISO 7726:1985, *Thermal environments – Instruments and methods for measuring basic physical quantities*.

ISO 7730:1994, *Moderate thermal environments – Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort*.

ISO 7933:1989, *Hot environments – Analytical determination and interpretation of thermal stress, using calculation of required sweat rate*.

ISO 8996:1990, *Ergonomics of the thermal environment – Estimation of metabolic heat production*.

ISO 9886:1992, *Evaluation of the thermal strain by physiological measurements*.

ISO 9920:1994, *Ergonomics of the thermal environment – Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble*.

ISO/TR 11079:1993, *Evaluation of cold environments – Determination of required clothing insulation (IREQ)*.

3 Symbole

I_{cl} Wärmeleitwiderstand (Isolation) der Bekleidung, in Quadratmeter mal Grad Celsius je Watt oder in clo (1 clo = 0,155 m² · °C/W);

Met durch den menschlichen Stoffwechsel erzeugte Wärme, in Watt je Quadratmeter;

PMV vorausgesagtes mittleres Votum (predicted mean vote, siehe ISO 7730);

PPD vorausgesagter Prozentsatz an Unzufriedenen (predicted percentage of dissatisfied, siehe ISO 7730);

WBGT Feucht-Kugel-Temperatur (wet bulb globe temperature, siehe ISO 7243);

WCI Windabkühlungs-Faktor (siehe ISO/TR 11079).

4 Subjektive Bewertungsskalen für Umgebungsklima: Grundsätze der Skalenkonstruktion und Anwendungsbedingungen

Es gibt einige subjektive Bewertungsskalen für Umgebungsklimate. Sie unterscheiden sich in der Gewichtung einiger Bewertungsaspekte: wahrnehmend oder affektiv (bewertend und bevorzugt), global (Einbeziehen der vollständigen Umgebung oder des vollständigen Organismus) oder lokal begrenzt, aktuell oder nachträglich, unmittelbar oder über eine Zeitspanne ausgedehnt. Sie unterscheiden sich ebenfalls im Beurteilungsobjekt: Umwelt oder Person, gesamtes Klima oder Klimaparameter (Temperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung, thermischer Zustand des Körpers, Hautbenetzungsgrad, Atmung), ständige oder zeitweilige Situation, gemäßigte oder extreme Bedingungen.

Diese Internationale Norm empfiehlt subjektive Bewertungsskalen, die auf dem thermischen Zustand des Körpers basieren. Im Fall von gleichbleibenden klimatischen Bedingungen, bei sitzend arbeitenden Personen ($60 \text{ W/m}^2 \leq \text{Met} \leq 70 \text{ W/m}^2$), die normal bekleidet sind $[(0,5 \pm 0,2) \text{ clo} < I_{cl} \leq (1,0 \pm 0,2) \text{ clo}]$, stimmen die globale Bewertung des eigenen thermischen Zustandes der Person und die globale Bewertung der Umgebungsbedingungen nach einem Aufenthalt von mindestens 30 min üblicherweise überein.

Am Arbeitsplatz sind diese Situationen von besonderer Wichtigkeit (hinsichtlich der Häufigkeit und Priorität, die ihrer Behandlung gegeben wird). Im Allgemeinen sind die Beurteilungen der Personen über ihren persönlichen thermischen Zustand für die Ergonomen bedeutender als die Beurteilungen ihrer Umgebungsklimate.

Im Fall von sich ändernden klimatischen oder Bekleidungsfaktoren und ebenso im Fall von Änderungen der körperlichen Tätigkeit (transiente Bedingungen) tritt eine Übereinstimmung zwischen beiden Bewertungsarten nicht notwendigerweise auf. Dasselbe gilt auch, wenn gleichbleibende klimatische Bedingungen mit Personen verbunden sind, deren Aktivitätsniveau höher als der Wert ist, der einer sitzenden Arbeit entspricht ($\dot{M} > 70 \text{ W/m}^2$), oder im Fall von Personen, die weniger ($I_{cl} < 0,5 \text{ clo}$) oder mehr ($I_{cl} > 1,0 \text{ clo}$) als üblich bekleidet sind.

In jedem dieser Fälle ist es aus ergonomischer Sicht wichtiger zu wissen, wie sich die Arbeiter selbst fühlen, als zu wissen, wie sie das Umgebungsklima beurteilen. Daher enthält die vorliegende Internationale Norm Beurteilungen, die Arbeiter über ihren thermischen Zustand insgesamt geäußert haben. Sie unterscheidet zwischen Wahrnehmung, gegenwärtiger affektiver Beurteilung (Behaglichkeit/Unbehaglichkeit) und künftigen Präferenzen.

Diese Internationale Norm wendet dieselben Skalen, mit entsprechenden Veränderungen, außerdem für gemäßigtes Umgebungsklima und für heißes oder kaltes Umgebungsklima an.

ANMERKUNG 1 Diese Internationale Norm empfiehlt außerdem, die Skalen für Wahrnehmungs-, Bewertungs- und Präferenzurteile durch skalierte Aussagen über die Annehmbarkeit und Toleranz für Umgebungsklimate zu ergänzen.

In den meisten Fällen dauert die Exposition unter den gegebenen klimatischen Bedingungen mehrere Stunden. Daher ist es nützlich, die Meinungen der Personen während der gesamten Zeit zu sammeln, indem die Bewertungsaussagen unter Verwendung genau derselben Skalen in regelmäßigen Abständen (z. B. 30 min) wiederholt veranlasst werden.

ANMERKUNG 2 Das Ermittlungsverfahren für Bewertungen durch Integrieren von punktuellen Eindrücken über eine ausgedehnte Zeitspanne sollte möglichst vermieden werden.

Durch wiederholte Anwendung derselben Skalen kann die zeitliche Veränderung der unter gleichbleibenden Bedingungen erfahrenen thermischen Behaglichkeit oder Beanspruchung beurteilt werden, und durch geeignete Berechnung der Daten (z. B. Gesamtmittelwert) kann man eine integrierte Bewertung über die gesamte Expositionsdauer erhalten. Im Fall von veränderlichen Bedingungen gilt dieselbe wiederholte Erfassung von Bewertungen für jahreszeitliche oder weitere zusammenhängende Schwankungen in der thermischen Behaglichkeit oder Beanspruchung (Tageszeit, Anforderungen der Aufgabe, Führungsstil), die dieselbe Person unter sonst gleichbleibenden klimatischen Bedingungen erfährt.

Grundlegenden Schwierigkeiten begegnet man in dem Bereich, der den Sprachgebrauch betrifft. In dieser Hinsicht können eine systematische Verzerrung und Variabilität der Daten aus Widersprüchlichkeiten und Untauglichkeit der begleitenden Erläuterungen resultieren. Deshalb ist es entscheidend, die vorbereitenden Erläuterungen, in denen die Untersuchung erklärt wird, ebenso wie die Formulierung der Bewertungsskalen zu standardisieren. Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Terminologie, die zur Bezeichnung der Stufen der Bewertungsskala verwendet wurde. Diese Internationale Norm legt den Aufbau der Skalen fest, wobei Anhang A Vorschläge zur Auswahl der Formulierung in den verschiedenen Sprachen enthält.

ANMERKUNG 3 Die internationale Verwendung und Akzeptanz der Skalen in dieser Internationalen Norm führen zur Festlegung einer geeigneten Formulierung der Stufen auf den Skalen in verschiedenen Sprachen.

Es werden andere Bewertungsskalen angewendet, die sich auf den thermischen Zustand verschiedener Körperteile (z. B. Kopf, Rumpf, Hände, Füße), auf das Umgebungsklima insgesamt oder verschiedene einzelner Parameter (z. B. Temperatur, Luftfeuchte, Luftbewegung), weitere Aspekte der thermischen Beobachtungen der Person (z. B. Benetzung der Haut) oder auf Beurteilungen, die über eine bestimmte Zeitspanne durchgeführt wurden, einschließlich von Zeitspannen, deren klimatische Bedingungen nicht gemessen worden sind, beziehen. Andere Skalen, z. B. bipolare Affektivbewertungsskalen, sind nach dem Modell der thermischen Wahrnehmung aufgebaut worden; eine derartige Skala ist nützlich, um thermisches „Wohlbefinden“ zu berücksichtigen; im Bereich nahe der thermischen Neutralität ist sie empfindlicher als die unipolare Unbehaglichkeitsskala.

Diese Internationale Norm ist auf die fünf in den Abschnitten 5 und 6 beschriebenen Skalen begrenzt. Die Gewinnung einer subjektiven Bewertung sollte sich angesichts des aktuellen Interesses und der Anwendung dieser Daten zunächst mit lokalem Wärmeempfinden (Körperteile) und mit der Hautbenetzung unter konstanten Bedingungen befassen. Das zweite Anliegen sollte sich auf Daten richten, die unter veränderlichen Bedingungen gewonnen wurden, diese sind äußerst wichtig, aber noch nicht ausreichend untersucht.