

Ergonomie
Bestimmung der Wärmeerzeugung im menschlichen Körper
 (ISO 8996 : 1990)
 Deutsche Fassung EN 28 996 : 1993

DIN
EN 28 996

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm

ISO 8996

Ergonomics; Determination of metabolic heat production (ISO 8996 : 1990);
 German version EN 28 996 : 1993

Ergonomie; Détermination de la production de chaleur métabolique (ISO 8996 : 1990);
 Version allemande EN 28 996 : 1993

Die Europäische Norm EN 28 996 : 1993 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Der Inhalt dieser Europäischen Norm wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159/SC 5 „Ergonomics of the physical environment“ erarbeitet und im Jahre 1990 als Internationale Norm veröffentlicht. Deutschland war durch den Normenausschuß Ergonomie an dieser Bearbeitung beteiligt.

Ergänzend hierzu wird auf die nationale Norm DIN 33 403 Teil 3 hingewiesen.

Zitierte Normen

— in der Deutschen Fassung:

Siehe Abschnitt 2

— in nationalen Zusätzen:

DIN 33 403 Teil 3 Klima am Arbeitsplatz und in der Arbeitsumgebung; Beurteilung des Klimas im Erträglichkeitsbereich

Internationale Patentklassifikation

A 61 B 005/22

G 01 K 017/00

G 01 N 027/00

Fortsetzung 14 Seiten EN-Norm

Normenausschuß Ergonomie (FNerg) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

DK 331.101.1 : 577.121 : 331.483.46 : 612.014.43

Deskriptoren: Ergonomie, Raumklima, Messung, Metabolismus, Tabelle, Berechnung, Klassifikation

Deutsche Fassung

Ergonomie

Bestimmung der Wärmeerzeugung im menschlichen Körper (ISO 8996 : 1990)

Ergonomics — Determination of metabolic
heat production (ISO 8996 : 1990)

Ergonomie — Détermination de la production
de chaleur métabolique (ISO 8996 : 1990)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1993-10-25 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat 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 und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

Vorwort

Diese Europäische Norm ist die Anerkennung von ISO 8996 : 1990. Die Anerkennung von ISO 8996 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 122 "Ergonomie" empfohlen, unter dessen Zuständigkeit diese Europäische Norm künftig fällt.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 1994, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 1994 zurückgezogen werden.

Die Norm wurde angenommen, und entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind folgende Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 8996 : 1990 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

0 Einleitung

Diese Norm ist Teil einer Reihe von Normen, die zur Bestimmung der thermischen Umgebungsbedingungen bestimmt sind. In dieser Norm wird die Ermittlung der Wärmezeugung über die Bestimmung des Energieumsatzes im menschlichen Körper behandelt, die zur Bestimmung von Komfort und Wärmebelastung unter Anwendung der in den Normen dieser Reihe angegebenen Verfahren benötigt wird.

Die Anhänge A bis G sind normativ und somit Bestandteil dieser Norm.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Der Energieumsatz, als Umwandlung von chemischer in mechanische und thermische Energie, ist ein Maß für den Energieaufwand der muskulären Arbeit und ermöglicht es, Tätigkeiten eine numerische Kennziffer zuzuordnen. Die Kenntnis des Energieumsatzes ist für das Messen der körpereigenen Wärmezeugung für die Untersuchung der Wärmeregulation des menschlichen Körpers erforderlich. Da diese Norm Verfahren zur Bestimmung des Energieumsatzes enthält, kann sie auch für andere Anwendungsgebiete, z. B. für die Bewertung von Arbeitsverfahren, den Energieaufwand für spezielle Aufgaben oder Sportaktivitäten sowie den Gesamtenergieaufwand einer Tätigkeit usw. angewendet werden.

2 Verweisungen auf andere Normen

- ISO 7933 : 1989 Warmes Umgebungsklima — Analytische Bestimmung und Beurteilung der Wärmebelastung durch Berechnung der erforderlichen Schweißrate
- ISO 9886 : 1992 Ermittlung der thermischen Belastung durch physiologische Messungen

3 Prinzip und Genauigkeit

Da der größte Teil der von einem Organismus erzeugten Energie in Wärmeenergie umgewandelt wird, ist der mechanische Anteil — auch die "Nutzarbeit" (W) genannt — normalerweise zu vernachlässigen, so daß die körpereigene Wärmezeugung mit dem Energieumsatz gleichgesetzt werden kann (siehe ISO 7933).

Tabelle 1 gibt drei Ansätze für die Bestimmung des Energieumsatzes an.

Bei Stufe I werden zwei Verfahren zur Ermittlung des Energieumsatzes angegeben.

Das Verfahren A ist eine Klassifikation entsprechend der Tätigkeitsart, Verfahren B ist eine Klassifikation nach Beru-

fen. Beide Verfahren liefern eine grobe Abschätzung und weisen einen beträchtlichen Fehlerumfang auf. Hierdurch wird ihre Genauigkeit beträchtlich eingeschränkt. Auf dieser Stufe ist eine Arbeitsplatzinspektion nicht erforderlich.

Auf der Stufe II wird, bei Anwendung des Verfahrens A, der Energieumsatz durch Addition des Grundumsatzes zu dem Energieumsatz für die Körperhaltung, dem Energieumsatz für den Arbeitstyp und dem Energieumsatz für die auf die Arbeitsgeschwindigkeit bezogene Körperbewegung (Einstufungstabellen) bestimmt. Bei dem Verfahren B wird der Energieumsatz mit Hilfe von tabellarischen Werten für die verschiedenen Tätigkeiten bestimmt. Die Fehlermöglichkeiten sind hier hoch. Eine Zeitstudie ist hier zur Bestimmung des Energieumsatzes für eine Arbeit, die aus verschiedenen Zyklen unterschiedlicher Aktivitäten besteht, erforderlich. Bei dem Verfahren C wird der Energieumsatz durch Messung der Pulsfrequenz bestimmt. Dieses indirekte Verfahren zur Bestimmung des Energieumsatzes beruht auf der Beziehung zwischen der Sauerstoffaufnahme und der Pulsfrequenz unter definierten Bedingungen.

Auf der Stufe III wird der Energieumsatz durch Messung der Sauerstoffaufnahme bestimmt. Während der Messung ist eine detaillierte Zeitstudie erforderlich.

Die Genauigkeit eines jeden Verfahrens wird durch mehrere Faktoren begrenzt.

Betrachtet man eine Einzelperson, die zu einem Zeitpunkt eine Aufgabe durchführt, so lassen sich die Hauptfaktoren wie folgt beschreiben

HINWEIS:

Bei den Genauigkeitsangaben in Tabelle 1 wurden diese Faktoren bereits berücksichtigt.

Bei der Anwendung von Tabellen beeinflussen hauptsächlich die persönlichen Unterschiede zwischen den Beobachtern sowie ihre Erfahrung die Ergebnisse. Bei der Anwendung des Verfahrens C von Stufe II kommt insbesondere der Genauigkeit des Verhältnisses zwischen Sauerstoffaufnahme und Pulsfrequenz Bedeutung zu, da andere, ebenfalls vorhandene Belastungsfaktoren, die nicht vernachlässigt werden können, ebenfalls berücksichtigt werden müssen. Auch kulturelle Unterschiede beeinflussen die Ergebnisse. Bei Stufe III bestimmt im wesentlichen die Meßgenauigkeit (die Bestimmung des Gasvolumens und des Sauerstoffanteils) die Größe des Fehlers.

Sollen die Ergebnisse verallgemeinert werden — z. B. für eine allgemeine Beurteilung von Arbeitsplätzen — so beeinflussen weitere Faktoren, wie z. B.

- Individuelle Variabilität
- Unterschiedliche Arbeitsausrüstungen
- Unterschiede in der Arbeitsgeschwindigkeit
- Unterschiede in der Arbeitstechnik

die Genauigkeit einer jeden Methode (siehe Abschnitt 4.6.2).

Tabelle 1: Stufen für die Ermittlung der körpereigenen Wärmeenergieerzeugung

Stufe	Verfahren	Genauigkeit	Arbeitsplatzinspektion
I	A – Klassifikation nach Tätigkeitsart	Grobe Information mit einem sehr großen Fehlerrisiko	Nicht erforderlich
	B – Klassifikation nach Berufen		Informationen über die technische Ausrüstung und die Arbeitsorganisation
II	A – Anwendung von Gruppeneinstufungstabellen	Hohes Fehlerrisiko Genauigkeit: $\pm 15\%$	Zeitstudie erforderlich.
	B – Anwendung von Schätztabellen für Einzeltätigkeiten		
	C – Anwendung der Pulsfrequenz unter definierten Bedingungen		Nicht erforderlich.
III	Messung	Die Fehlerrisiken liegen innerhalb der Toleranzgrenzen der Messung und der Zeitstudie. Genauigkeit: $\pm 5\%$	Zeitstudie erforderlich.

Die Genauigkeit der Ergebnisse und der Energieumsatz nehmen daher von Stufe I nach Stufe III zu. Messungen ergeben die genauesten Werte. So weit wie möglich sollte daher immer das genaueste Verfahren angewendet werden.

4 Tabellen zur Abschätzung des Energieumsatzes

4.1 Klassifikation des Energieumsatzes nach Tätigkeitsarten

Der Energieumsatz kann annäherungsweise unter Anwendung der im Anhang A gegebenen Klassifikation abgeschätzt werden. Hier wird der Energieumsatz für eine gegebene Tätigkeit in eine von fünf Klassen (Ruhe, niedriger Energieumsatz, mittlerer Energieumsatz, hoher Energieumsatz, sehr hoher Energieumsatz) eingeordnet. Die in Tabelle A.1 des Anhangs A gegebenen Beispiele schließen kurze Ruhepausen ein und verdeutlichen die Einordnung.

4.2 Tabellen zur Abschätzung des Energieumsatzes als Funktion der Beschäftigungsart

Tabelle B.1 in Anhang B gibt den Energieumsatz für einige verschiedenartige Beschäftigungen an. Die angegebenen Werte sind Durchschnittswerte für die gesamte Arbeitszeit, doch ohne Berücksichtigung längerer Ruhepausen, wie z. B. der Mittagspause. Deutliche Abweichungen können z. B. aufgrund von unterschiedlichen Techniken, Arbeitsgeräten, Arbeitsorganisation usw. auftreten.

4.3 Tabellen zur Abschätzung des Energieumsatzes nach Tätigkeitskomponenten

Der Energieumsatz eines arbeitenden Menschen läßt sich durch Addition der einzelnen Komponenten durchführen. Hierzu ist in den meisten Fällen eine Arbeitsplatzinspektion erforderlich.

Der Energieumsatz wird analytisch durch die Addition der Werte aus den folgenden Gruppen bestimmt:

- Grundumsatz
- Energieumsatz für Körperhaltung
- Energieumsatz für die Art der Arbeit
- Energieumsatz für die Körperbewegung, unter Berücksichtigung der Arbeitsgeschwindigkeit.

Der Grundumsatz stellt den Energieumsatz einer liegenden Person unter definierten Bedingungen dar.

Der Grundumsatz (BM*) ist eine Funktion von Gewicht, Größe, Alter und Geschlecht. Da diese Faktoren jedoch nur einen geringen Einfluß auf den Grundumsatz (BM) haben, kann mit Werten von 44 W/m^2 für Männer und 41 W/m^2 für Frauen als gute Annäherungswerte gerechnet werden. Um vergleichbare Werte zu erhalten, sind die in dieser Norm angegebenen Werte auf die in Anhang C, Tabelle C.1, definierte Standardperson bezogen.

Tabelle D.1 in Anhang D enthält Werte für den Energieumsatz für die Körperhaltung, Tabelle D.2 für den Energieumsatz für die verschiedenen Tätigkeitsarten und Tabelle D.3 enthält den Energieumsatz für die Körperbewegung, bezogen auf die Arbeitsgeschwindigkeit. Die Tabellen D.4 und D.5 geben Beispiele für die Anwendung dieses Verfahrens.

4.4 Tabellen des Energieumsatzes für typische Tätigkeiten

Werte für den Energieumsatz können aus Tabelle E.1, Anhang E, entnommen werden.

Diese Werte beruhen auf Messungen.

4.5 Energieumsatz für einen Arbeitszyklus

Zur Bestimmung des Gesamtenergieumsatzes eines Arbeitszyklus ist es erforderlich, Zeit- und Leistungsstudien durchzuführen, die auch eine genaue Beschreibung der Arbeit beinhalten. Hierzu gehört auch eine Klassifizierung jeder Tätigkeit und die Berücksichtigung von Faktoren wie z. B. die Dauer einer jeden Tätigkeit, die zurückgelegten Wege, die überwundenen Höhenunterschiede, die bewegten Gewichte, die Anzahl der durchgeführten Tätigkeiten usw. Der Energieumsatz eines Arbeitszyklusses läßt sich aus dem Energieumsatz der entsprechenden Tätigkeit und der entsprechenden Dauer nach folgender Gleichung berechnen:

$$M = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n M_i t_i \quad (1)$$

Hierin sind:

M der durchschnittliche Energieumsatz des Arbeitszyklus in W/m^2

M_i der Energieumsatz der entsprechenden Tätigkeit in W/m^2

T die Dauer des betrachteten Arbeitszyklus in s

t_i die Dauer der entsprechenden Tätigkeit in s

Ein Beispiel ist in Anhang F enthalten.

*) Nationale Fußnote: BM = Basal metabolic rate