

Ergonomie des Umgebungsklimas
Bestimmung des körpereigenen Energieumsatzes
(ISO/DIS 8996:2003)
Deutsche Fassung prEN ISO 8996:2003

DIN
EN ISO 8996

ICS 13.180

Einsprüche bis 2003-06-30

EntwurfVorgesehen als Ersatz für
DIN EN 28996:1993-12

Ergonomics of the thermal environment —
Determination of metabolic heat production
(ISO/DIS 8996:2003); German version prEN ISO 8996:2003

Ergonomie des ambiances thermiques —
Détermination de la production de chaleur métabolique
(ISO/DIS 8996:2003); Version allemande prEN ISO 8996:2003

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf 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 als Datei per E-Mail an fnerg@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <http://www.din.de/stellungnahme> abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Ergonomie (FNErg) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin).

Nationales Vorwort

Der hiermit der Öffentlichkeit zur Stellungnahme vorgelegte Norm-Entwurf ist die Deutsche Fassung des vom Unterkomitee SC 5 "Ergonomics of the physical environment" (Sekretariat: Vereinigtes Königreich) des Technischen Komitees ISO/TC 159 "Ergonomics" (Sekretariat: Deutschland) ausgearbeiteten internationalen Norm-Entwurfs ISO/DIS 8996:2003. Der Norm-Entwurf wird gleichzeitig national, europäisch und international zur Stellungnahme verteilt.

Die Mitarbeit des DIN in der zuständigen Arbeitsgruppe des Technischen Komitees CEN/TC 122 „Ergonomie“ (Sekretariat: Deutschland) wird über den Arbeitsausschuss FNErg AA 7 „Klima“ des Normenausschusses Ergonomie (FNErg) wahrgenommen.

Es wird darauf hingewiesen, dass der in Abschnitt 2 zitierte internationale Komitee-Entwurf ISO/CD 15265:2001 mittlerweile sowohl international, europäisch als auch national als Norm-Entwurf vorliegt. Hinsichtlich der deutschen Entsprechung von ISO/DIS 15265:2002 siehe informativen Anhang NA.

Fortsetzung Seiten 2 und 3
und 29 Seiten prEN

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

Für die im Inhalt zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 9886 siehe DIN EN ISO 9886

Änderungen

Gegenüber DIN EN 28996:1993-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Normtitel geändert;
- b) Aufteilung der Stufen für die Ermittlung der körpereigenen Wärmeerzeugung neu vorgenommen;
- c) Aufnahme zweier zusätzlicher Verfahren (Doppelt markiertes Wasserverfahren und direkte Kalorimetrie);
- d) Normaufbau grundlegend überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

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

E DIN EN ISO 15265, *Ergonomie des Umgebungsklimas — Strategie zur Risikobeurteilung zur Abwendung von Stress oder Unbehagen unter Wärmearbeitsbedingungen (ISO/DIS 15265:2002); Deutsche Fassung prEN ISO 15265:2002.*

— *Entwurf* —

– Leerseite –

Ergonomie des Umgebungsklimas — Bestimmung des körpereigenen Energieumsatzes (ISO/DIS 8996:2003)

Ergonomie des ambiances thermiques — Détermination de la production de chaleur métabolique (ISO/DIS 8996:2003)

Ergonomics of the thermal environment — Determination of metabolic heat production (ISO/DIS 8996:2003)

ICS:

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Kurzbeschreibung und Genauigkeit	3
4 Stufe 1, Screening	6
5 Stufe 2, Beobachtung	6
6 Stufe 3, Analyse	9
7 Stufe 4, Expertise	10
Anhang A (normativ) Einschätzung des Energieumsatzes auf Stufe 1, Screening	18
Anhang B (normativ) Einschätzung des Energieumsatzes auf Stufe 2, Beobachtung	20
Anhang C (informativ) Einschätzung des Energieumsatzes auf Stufe 3, Analyse	25
Anhang D (informativ) Einschätzung des Energieumsatzes auf Stufe 4, Expertise	26
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	29

Vorwort

Der Text von ISO/DIS 8996:2003 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 159 "Ergonomics" der Internationalen Organisation für Normung (ISO) erarbeitet und als prEN ISO 8996 durch das Technische Komitee CEN/TC 122 "Ergonomie" übernommen, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

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

1 Anwendungsbereich

Der Energieumsatz (bzw. die körpereigene Energieerzeugung), 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. Der Energieumsatz ist eine wichtige Größe bei der Bestimmung des Wohlbefindens oder der Belastung, die sich durch ein warmes Umgebungsklima ergeben können. Besonders in einem sehr warmen Umgebungsklima wird die Wärmebelastung durch das bei der Muskelarbeit auftretende hohe Maß an körpereigener Wärmeerzeugung erhöht, da große Mengen an Wärme hauptsächlich durch das Verdunsten von Schweiß abgegeben werden müssen.

Diese Internationale Norm legt unterschiedliche Verfahren zur Bestimmung des Energieumsatzes im Bereich der Ergonomie der klimatischen Arbeitsumgebung fest. Sie kann auch für andere Anwendungsgebiete, zum Beispiel für die Bewertung von Arbeitsverfahren, den Energieaufwand für spezielle Aufgaben oder Sportaktivitäten sowie den Gesamtenergieaufwand einer Tätigkeit usw., angewendet werden.

Die in dieser Norm enthaltenen Abschätzungen, Tabellen usw. beziehen sich auf eine "Durchschnittsperson":

- einen 30-jährigen Mann, 70 kg, 1,75 m (Körperoberfläche: 1,8 m²);
- eine 30-jährige Frau, 60 kg, 1,70 m (Körperoberfläche: 1,6 m²).

Die Anwender sollten in Bezug auf besondere Gruppen, wie zum Beispiel Kinder, ältere Personen, Personen mit Körperbehinderungen, entsprechende Korrekturen vornehmen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisungen in diesem Text Bestandteil dieser Internationalen Norm sind. Bei datierten Verweisungen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nicht. Anwender dieser Internationalen Norm werden jedoch gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, die jeweils neuesten Ausgaben der nachstehend angegebenen normativen Dokumente anzuwenden. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen normativen Dokuments. Mitglieder von ISO und IEC führen Verzeichnisse der gültigen Internationalen Normen.

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

ISO/CD 15265:2001, *Ergonomics of the thermal environment - Risk assessment strategy for the prevention of stress or discomfort in thermal working conditions*.

3 Kurzbeschreibung und Genauigkeit

Der mechanische Wirkungsgrad der muskulären Arbeit – auch die "Nutzarbeit" (W) genannt – ist gering. Bei den meisten Arbeitstätigkeiten ist dieser sogar so gering (wenige Prozent), dass er gleich Null gesetzt wird. Das bedeutet, dass der gesamte Energieverbrauch bei der Arbeit mit der Wärmeerzeugung gleichgesetzt werden kann. Für die Anwendung dieser Norm wird der Energieumsatz (die körpereigene Energieerzeugung) mit der Wärmeerzeugung gleichgesetzt.

In Tabelle 1 sind die in dieser Norm dargestellten unterschiedlichen Ansätze hinsichtlich der Bestimmung des Energieumsatzes aufgeführt.

Diese Ansätze sind nach der in ISO 15265 dargelegten Bewertung der Exposition aufgebaut. Es werden vier Stufen berücksichtigt:

STUFE 1 – SCREENING: Es werden zwei einfache und leicht anwendbare Verfahren zur schnellen Einschätzung der mittleren Arbeitsbelastung für einen bestimmten Beruf oder eine bestimmte Tätigkeit angegeben.

- Verfahren A ist eine Klassifikation nach Berufen;
- Verfahren B ist eine Klassifikation nach Tätigkeitsart.

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

STUFE 2 – BEOBACHTUNG: Es werden zwei Verfahren für Personen vorgestellt, die über genaue Kenntnisse der Arbeitsbedingungen verfügen, jedoch nicht notwendigerweise ergonomisch geschult sind, um die Arbeitssituation zu einem bestimmten Zeitpunkt im Mittel einzuschätzen.

- Bei Verfahren A wird der Energieumsatz bestimmt, indem der Energieumsatz für die Körperhaltung, für den Arbeitstyp und für die auf die Arbeitsgeschwindigkeit bezogene Körperbewegung zum Grundumsatz addiert werden (Gruppeneinstufungstabellen);
- bei Anwendung des Verfahrens B wird der Energieumsatz mit Hilfe von tabellarischen Werten für die verschiedenen Tätigkeiten bestimmt.

Es wird eine Vorgehensweise für die Aufzeichnung der Dauer der Tätigkeiten und die Berechnung des mittleren Energieumsatzes in Abhängigkeit von der Zeit unter Verwendung der aus den vorgenannten Verfahren erhaltenen Daten beschrieben.

Die Fehlermöglichkeiten sind hoch. Eine Zeitstudie ist zur Bestimmung des Energieumsatzes für eine Arbeit, die aus einem Zyklus unterschiedlicher Aktivitäten besteht, erforderlich.

STUFE 3 – ANALYSE: Ein Verfahren richtet sich an Personen, die in Berufsgesundheit und Ergonomie des warmen Umgebungsklimas ausgebildet wurden. Der Energieumsatz wird aus der über eine repräsentative Zeitspanne hinweg aufgezeichneten Herzfrequenz bestimmt. Dieses Verfahren für die indirekte Bestimmung des Energieumsatzes beruht auf der Beziehung zwischen Sauerstoffaufnahme und Herzfrequenz unter festgelegten Bedingungen.

STUFE 4 – EXPERTISE: Es werden drei Verfahren angegeben. Diese erfordern sehr genaue Messungen durch Fachleute.

- Bei Verfahren A wird der Sauerstoffverbrauch über kurze Zeitspannen hinweg (10 min bis 20 min) gemessen. Um nachzuweisen, dass die Messzeitspanne repräsentativ ist, ist eine ausführliche Zeitstudie erforderlich.
- Verfahren B ist das doppelt markierte Wasserverfahren, mit dem die Einschätzung des mittleren Energieumsatzes über viel längere Zeitspannen hinweg (eine Woche bis zwei Wochen) vorgenommen wird.
- Verfahren C ist das direkte kalorimetrische Verfahren.

Tabelle 1 — Stufen für die Ermittlung der körpereigenen Wärmeerzeugung

Stufe	Verfahren	Genauigkeit	Arbeitsplatzinspektion
I Screening	A. Klassifikation nach Tätigkeitsart	Grobe Information Sehr hohes Fehlerrisiko	Nicht erforderlich, jedoch Informationen über technische Ausrüstung und Arbeitsorganisation erforderlich
	B. Anwendung von Tabellen für unterschiedliche Tätigkeiten		
II Beobachtung	A. Anwendungen von Gruppeneinstufungstabellen	Hohes Fehlerrisiko Unsicherheit: $\pm 20\%$	Zeitstudie erforderlich
	B. Anwendung von Tabellen für bestimmte Tätigkeiten		
III Analyse	Anwendung der Herzfrequenz unter festgelegten Bedingungen	Mittleres Fehlerrisiko Unsicherheit: $\pm 10\%$	Nicht erforderlich
IV Expertise	A. Messung des Sauerstoffverbrauchs	Fehlergrenzen liegen innerhalb der Toleranzen der Messung und der Zeitstudie. Messunsicherheit: $\pm 5\%$	Zeitstudie erforderlich
	B. Doppelt markiertes Wasserverfahren		Nicht erforderlich, Freizeitaktivitäten müssen jedoch bewertet werden. Die vollständige Durchführung des Verfahrens dauert mindestens sieben Tage.
	C. Direkte Kalorimetrie		Nicht erforderlich

Die Hauptfaktoren, die die Genauigkeit der Abschätzungen beeinflussen, sind folgende:

- individuelle Variabilität;
- unterschiedliche Arbeitsausrüstungen;
- Unterschiede in der Arbeitsgeschwindigkeit;
- Unterschiede in der Arbeitstechnik und der Fähigkeit;
- geschlechtsspezifische Unterschiede und anthropometrische Merkmale;
- kulturelle Unterschiede;
- bei Anwendung der Tabellen: Unterschiede zwischen den Beobachtern und ihrem Ausbildungsgrad;
- bei Anwendung von Stufe III: die Genauigkeit der Beziehung zwischen Herzfrequenz und Sauerstoffaufnahme, da die Herzfrequenz durch weitere Stressfaktoren beeinflusst wird;
- bei Stufe IV: die Messgenauigkeit (Bestimmung des Gasvolumens und Sauerstoffgehalts).

Die Genauigkeit der Ergebnisse, jedoch auch die Kosten der Studie, nehmen von Stufe I nach Stufe IV zu. Messungen nach Stufe IV ergeben die genauesten Werte. So weit wie möglich sollte das genaueste Verfahren angewendet werden.

4 Stufe 1, Screening

4.1 Tabelle zur Abschätzung des Energieumsatzes nach Berufen

In Tabelle A.1 ist der Energieumsatz für unterschiedliche Berufe angegeben. Die Werte sind Durchschnittswerte für die gesamte Arbeitszeit, doch ohne Berücksichtigung längerer Ruhepausen, zum Beispiel der Mittagspause. Deutliche Abweichungen können z. B. auf Grund von Unterschieden bezüglich Techniken, Arbeitsgeräten, der Arbeitsorganisation auftreten.

4.2 Klassifikation des Energieumsatzes nach Tätigkeitsarten

Der Energieumsatz kann näherungsweise durch Anwendung der in Anhang A angegebenen Klassifikation abgeschätzt werden. In Tabelle A.2 ist der Energieumsatz in fünf Klassen unterteilt: Ruhe, niedriger Energieumsatz, mittlerer Energieumsatz, hoher Energieumsatz, sehr hoher Energieumsatz. Für jede Klasse sind ein Durchschnittswert und ein Wertebereich für den Energieumsatz sowie einige Beispiele angegeben. Diese Aktivitäten schließen kurze Ruhepausen ein. Die in Tabelle A.2 angegebenen Beispiele verdeutlichen die Klassifikation.

5 Stufe 2, Beobachtung

5.1 Abschätzung des Energieumsatzes nach aufgabenbezogenen Anforderungen

Der Energieumsatz wird hierbei durch folgende Beobachtungen abgeschätzt:

- das an der Arbeit beteiligte Körpersegment: beide Hände, ein Arm, zwei Arme, der gesamte Körper;
- die Arbeitsbelastung für das betreffende Körpersegment: leicht, mittel, schwer, subjektiv beurteilt aus der Sicht des Beobachters;
- Körperhaltung: Sitzen; Knien; Hocken; Stehen; Stehen, gebeugt;
- die Arbeitsgeschwindigkeit.

In Tabelle B.1.a sind der Durchschnittswert und der Bereich des Energieumsatzes für eine sitzende Durchschnittsperson in Abhängigkeit vom betreffenden Körpersegment und von der Arbeitsbelastung angegeben. In Tabelle B.1.b sind die Korrekturwerte angegeben, die bei einer nicht sitzenden Körperhaltung anzuwenden sind. In Tabelle B.2 ist der Energieumsatz für eine sich bewegende Person in Abhängigkeit von der Fortbewegungsgeschwindigkeit angegeben.

5.2 Energieumsatz bei typischen Tätigkeiten

Werte für den Energieumsatz bei typischen Tätigkeiten können Tabelle B.3 entnommen werden. Diese Werte beruhen auf Messungen, die in der Vergangenheit in vielen verschiedenen Laboratorien durchgeführt wurden.

5.3 Energieumsatz für einen Arbeitszyklus

Zur Bestimmung des Gesamtenergieumsatzes eines Arbeitszyklus ist es erforderlich, eine Zeit- und Bewegungsstudie durchzuführen, die auch eine genaue Beschreibung der Arbeit enthält. Hierzu gehört auch eine Klassifizierung jeder Tätigkeit und die Berücksichtigung von Faktoren wie z. B. der Dauer einer jeden Tätigkeit, die zurückgelegten Wege, die überwundenen Höhenunterschiede, die bewegten Gewichte, die Anzahl der durchgeführten Tätigkeiten.

Der zeitabhängige durchschnittliche Energieumsatz eines Arbeitszyklus lässt sich aus dem Energieumsatz der entsprechenden Tätigkeit und der entsprechenden Dauer nach folgender Gleichung berechnen:

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

(1)

