E DIN EN ISO 7726:2023-08 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2023-06-30

Ergonomie der thermischen Umgebung - Instrumente zur Messung und Überwachung physikalischer Größen (ISO/DIS 7726:2023); Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 7726:2023

Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring and monitoring physical quantities (ISO/DIS 7726:2023); German and English version prEN ISO 7726:2023

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 10

Vorwort ... 11

Einleitung ... 12

1 Anwendungsbereich ... 13

2 Normative Verweisungen ... 13

3 Begriffe ... 14
3.1 Symbole und Abkürzungen ... 14

4 Allgemeines ... 15
4.1 Festlegungen und Verfahren ... 15
4.2 Wärmeaustausch zwischen dem menschlichen Körper und seiner Umgebung ... 15

5 Physikalische Größen, die den Wärmeaustausch zwischen einem System und seiner Umgebung charakterisieren ... 16
5.1 Physikalische Grundgrößen ... 16
5.1.1 Lufttemperatur ... 17
5.1.2 Gerichtete Strahlung ... 17
5.1.3 Flächenstrahlungstemperatur ... 17
5.1.4 Taupunkttemperatur ... 17
5.1.5 Relative Luftfeuchte ... 17
5.1.6 Oberflächentemperatur ... 17
5.1.7 Luftgeschwindigkeit ... 17
5.1.8 Kugeltemperatur ... 17
5.1.9 Feuchtkugeltemperatur ... 17
5.1.10 Temperatur eines natürlich belüfteten Feuchtkugelthermometers ... 18
5.2 Abgeleitete physikalische Größen ... 18
5.2.1 Mittlere Strahlungstemperatur ... 18
5.2.2 Asymmetrie der Strahlungstemperatur ... 19
5.2.3 Operative Temperatur ... 19
5.2.4 Wasserdampfpartialdruck ... 19
5.2.5 Feuchtegehalt ... 19
5.2.6 Turbulenzgrad ... 19

6 Eigenschaften von Instrumenten zur Messung physikalischer Größen ... 19
6.1 Eigenschaften von Instrumenten zur Messung von Grundgrößen ... 20
6.2 Eigenschaften integrierender Messinstrumente ... 24

7 Festlegungen zu Messverfahren ... 24
7.1 Allgemeines ... 24
7.2 Festlegungen zu Schwankungen der physikalischen Größen in der räumlichen Umgebung des Messobjekts ... 25

7.3 Festlegungen zu zeitlichen Schwankungen der physikalischen Größen ... 26
8 Festlegungen zu Überwachungsverfahren ... 26
9 Messunsicherheit ... 27
10 Festlegungen in Bezug auf die Verarbeitung von Messergebnissen ... 27
10.1 Räumliche Darstellung der Messdaten ... 28
11 Titel des Abschnitts ... 28
Anhang A (informativ) Messung der Lufttemperatur ... 29
A.1 Einleitung ... 29
A.2 Grundsätze für die Temperaturmessung ... 29
A.3 Anwendungshinweise für Messung mit einem Thermometer ... 29
A.3.1 Minderung des Strahlungseinflusses ... 29
A.3.2 Thermische Trägheit des Messwertaufnehmers ... 30
A.4 Arten von Temperaturmesswertaufnehmern ... 30
Anhang B (informativ) Messung und Berechnung der mittleren Strahlungstemperatur ... 31
B.1 Einleitung ... 31
B.2 Messung der mittleren Strahlungstemperatur mit der geschwärzten Kugel ... 31
B.2.1 Beschreibung des Schwarzkugelthermometers ... 31
B.2.2 Grundsätze für die Messung ... 31
B.2.3 Berechnung der mittleren Strahlungstemperatur mit einer Standardkugel (D = 0,15 m) ... 33
B.2.4 Besondere Hinweise bei Anwendung eines Kugelthermometers ... 34
B.3 Verfahren zur Berechnung der mittleren Strahlungstemperatur ... 36
B.3.1 Berechnung aus der Temperatur der umgebenden Flächen ... 36
B.3.2 Berechnung auf der Grundlage der Flächenstrahlungstemperatur ... 37
Anhang C (fehlende Statusangabe in der Referenzfassung) Messung der Flächenstrahlungstemperatur ... 43
C.1 Einleitung ... 43
C.2 Messung der Flächenstrahlungstemperatur ... 43
C.2.1 Aus einer reflektierenden und einer absorbierenden Scheibe bestehender erwärmter Messwertaufnehmer ... 43
C.3 Verfahren zur Messung der Asymmetrie der Flächenstrahlungstemperatur unter Einsatz des Effektivradiometers ... 44
C.3.1 Beschreibung des Effektivradiometers ... 44
C.3.2 Grundsätze für die Messung ... 44
C.4 Verfahren zur Berechnung der Flächenstrahlungstemperatur ... 45
Anhang D (fehlende Statusangabe in der Referenzfassung) Messung der absoluten Luftfeuchte ... 50
D.1 Einleitung ... 50
D.2 Thermohygrometrische Eigenschaften feuchter Luft ... 50
D.2.1 Allgemeines ... 50
D.2.2 Absolute Luftfeuchte ... 50
D.2.3 Relative Luftfeuchte ... 51
D.2.4 Direkte Bestimmung der thermohygrometrischen Eigenschaften feuchter Luft mit Hilfe eines psychometrischen Diagramms ... 51
D.3 Funktionsprinzipien verschiedener Hygrometer ... 52
D.3.1 Taupunkthygrometer ... 52
D.3.2 Kapazitives Hygrometer (zur Messung der relativen Luftfeuchte) ... 53
D.3.3 Absorptionshygrometer (Haarhygrometer) (zur Messung der relativen Luftfeuchte) ... 53
D.3.4 Psychrometer (zur Messung der relativen Luftfeuchte) ... 53
D.4 Messung der absoluten Luftfeuchte mittels Psychrometrie ... 53
D.4.1 Beschreibung und Grundsätze des Verfahrens ... 53
D.4.2 Direkte Bestimmung der absoluten Luftfeuchte mithilfe eines psychometrischen Diagramms ... 54
D.4.3 Anwendungshinweise ... 55
Anhang E (fehlende Statusangabe in der Referenzfassung) Messung der Luftgeschwindigkeit ... 57

E.1 Einleitung ... **57**
E.2 Genauigkeit von Luftgeschwindigkeitsmessungen ... **57**
E.3 Anemometerarten ... **57**
E.4 Heißkugelanemometer ... **58**
E.4.1 Allgemeines ... **58**
E.4.2 Beschreibung und Messprinzip ... **58**
E.4.3 Anwendungshinweise ... **59**

Anhang F (fehlende Statusangabe in der Referenzfassung) Messung der Oberflächentemperatur ... **61**
F.1 Einleitung ... **61**
F.2 Kontaktthermometer ... **61**
F.3 Infrarotthermometer ... **61**

Anhang G (fehlende Statusangabe in der Referenzfassung) Messung der operativen Raumtemperatur ... **63**
G.1 Einleitung ... **63**
G.2 Direkte Messung der operativen Raumtemperatur ... **63**
G.3 Berechnung der operativen Raumtemperatur auf der Grundlage der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur ... **63**

Anhang H (fehlende Statusangabe in der Referenzfassung) Messung der Temperatur eines natürlich belüfteten Feuchtkugelthermometers ... **65**
H.1 Einleitung ... **65**
H.2 Temperatur eines natürlich belüfteten Feuchtkugeltemperatur-Messwertaufnehmers ... **65**
H.3 Berechnung der Temperatur eines natürlich belüfteten Feuchtkugelthermometers anhand anderer Größen ... **65**

Literaturhinweise ... **68**

Bilder

Bild B.2 — Mittelwert der Winkelfaktoren zwischen einer sitzenden Person und einem vertikalen Rechteck (über oder unterhalb des Mittelpunkts der Person), wenn die Person um eine vertikale Achse rotiert wird. (Anzuwenden, wenn der Ort der Person bekannt ist, aber nicht ihre Orientierung.) ... **39**

Bild B.3 — Mittelwert der Winkelfaktoren zwischen einer sitzenden Person und einem horizontalen Rechteck (an der Decke oder auf dem Fußboden), wenn die Person um eine vertikale Achse rotiert wird. (Anzuwenden, wenn der Ort der Person bekannt ist, aber nicht ihre Orientierung.) ... **39**

Bild B.4 — Mittelwert der Winkelfaktoren zwischen einer stehenden Person und einem vertikalen Rechteck (über oder unterhalb des Mittelpunkts der Person), wenn die Person um eine vertikale Achse rotiert wird. (Anzuwenden, wenn der Ort der Person bekannt ist, aber nicht ihre Orientierung.) ... **40**

Bild B.5 — Mittelwert der Winkelfaktoren zwischen einer stehenden Person und einem horizontalen Rechteck (an der Decke oder auf dem Fußboden), wenn die Person um eine vertikale Achse rotiert wird. (Anzuwenden, wenn der Ort der Person bekannt ist, aber nicht ihre Orientierung.) ... **41**

Bild C.1 — Analytische Gleichung zur Berechnung des Winkelfaktors für ein kleines Flächenelement senkrecht zu einer rechteckigen Fläche ... **47**

Bild C.2 — Analytische Gleichung zur Berechnung des Winkelfaktors für ein kleines Flächenelement parallel zu einer rechteckigen Fläche ... **47**

Bild C.3 — Diagramm zur Berechnung des Winkelfaktors für ein kleines Flächenelement senkrecht zu einer rechteckigen Fläche 48

Bild C.4 — Diagramm zur Berechnung des Winkelfaktors für ein kleines Flächenelement parallel zu einer rechteckigen Fläche 49

Bild D.1 — Psychrometrisches Diagramm 52

Bild E.1 —Hitzkugelanemometer — Darstellung der Richtungscharakteristik bei Messung der Luftgeschwindigkeit 59

Bild E.2 — Hitzdrahtanemometer — Darstellung der Richtungscharakteristik bei der Messung der Luftgeschwindigkeit 60

Tabellen

Tabelle 1 — Wichtigste und in dieser Norm untersuchte unabhängige Größen für die Analyse der Wärmebilanz des menschlichen Körpers. Die Wärmeleitung wird aufgrund ihres begrenzten Einflusses auf die Gesamtbilanz nicht berücksichtigt. 16

Tabelle 4 — Standard-Umgebungsbedingungen für die Bestimmung der Zeitkonstanten von Messwertaufnehmern 24

Tabelle 5 — Werte des Faktors X zur Bestimmung der mikroklimatischen Homogenität einer Umgebung 25

Tabelle 6 — Höhen für die Messung der physikalischen Größen einer Umgebung in der Klasse C 26

Tabelle B.1 — Gewichtungsfaktoren für t_g-Messungen zur Berechnung von Mittelwerten für t_r in einer heterogenen Umgebung 34

Tabelle B.2 — Projektionsflächenfaktoren 36

Tabelle D.1 — Gleichungen zur Umrechnung von Luftfeuchtewerten 53

Tabelle D.2 — Feuchtthermometer — Länge des vom feuchten Strumpf bedeckten Teils des Thermometers 56

Tabelle H.1 — Beispielhafte Vorhersagen für die Temperatur eines natürlich belüfteten Feuchtkugelthermometers (im Bereich von 15 °C bis 30 °C) anhand von Gleichung (H1) 66