

DIN EN 14255-2



ICS 17.180.20

**Messung und Beurteilung von personenbezogenen Expositionen
gegenüber inkohärenter optischer Strahlung –
Teil 2: Sichtbare und infrarote Strahlung künstlicher Quellen am
Arbeitsplatz;
Deutsche Fassung EN 14255-2:2005**

Measurement and assessment of personal exposures to incoherent optical radiation –
Part 2: Visible and infrared radiation emitted by artificial sources in the workplace;
German version EN 14255-2:2005

Mesure et évaluation de l'exposition des personnes aux rayonnements optiques
incohérents –

Partie 2: Rayonnements visibles et infrarouges émis par des sources artificielles sur les
lieux de travail;

Version allemande EN 14255-2:2005

Gesamtumfang 53 Seiten

Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 14255-2:2005) wurde von der Arbeitsgruppe 8 „Photobiologie“ des CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss FNL 7 „Strahlenkunde“ Im Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN.

Deutsche Fassung

**Messung und Beurteilung von personenbezogenen Expositionen
gegenüber inkohärenter optischer Strahlung —
Teil 2: Sichtbare und infrarote Strahlung künstlicher Quellen am
Arbeitsplatz**

Measurement and assessment of personal exposures to
incoherent optical radiation —
Part 2: Visible and infrared radiation emitted by artificial
sources in the workplace

Mesure et évaluation de l'exposition des personnes aux
rayonnements optiques incohérents —
Partie 2: Rayonnements visibles et infrarouges émis par
des sources artificielles sur les lieux de travail

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 4. November 2005 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
3.1 Größen, Symbole und Einheiten	8
3.2 Definitionen und Beziehungen zwischen Größen	9
4 Allgemeines Verfahren	11
5 Vorprüfung	12
6 Analyse der Arbeitsaufgabe	12
7 Messung der Exposition	13
7.1 Planung	13
7.2 Zu messende Größen	14
7.3 Auswahl des Verfahrens	14
7.4 Anforderungen an die Messverfahren	16
7.5 Durchführung	18
7.6 Angabe der Ergebnisse	19
8 Beurteilung der Exposition	19
8.1 Vergleich	19
8.2 Erklärung	19
8.3 Zusätzliche Angaben	20
9 Entscheidung über Schutzmaßnahmen	20
10 Wiederholung von Messung und Beurteilung	20
11 Bericht.....	20
11.1 Kurzbericht	20
11.2 Ausführlicher Bericht	21
Anhang A (informativ) Flussdiagramm für den Verfahrensablauf	22
Anhang B (informativ) Tabellen für die Analyse der Arbeitsaufgabe (Beispiele)	23
Anhang C (informativ) Allgemein verwendete Strahlungsmesseinrichtungen	25
Anhang D (informativ) Beispiele für Schutzmaßnahmen	27
Anhang E (informativ) Beispiele von Verfahren zur Bestimmung der Größen L_T , L_b , G_b , H_b , E_b , E , H und der Beurteilung damit verbundener Gefährdungen	28
Literaturhinweise	51
 Tabellen	
Tabelle 1 — Größen, Symbole und Einheiten	8
Tabelle 2 — Geeignete Verfahren zur Messung der Größen L_T , G_b , H_b , E_b , E und H in Abhängigkeit vom Ziel der Messung und den Expositionsbedingungen (siehe Anhang E)	15
Tabelle B.1 — Grundlegende Angaben	23
Tabelle B.2 — Detaillierte Angaben zu Tätigkeiten an einem bestimmten Aufenthaltsort	24
Tabelle E.1 — Übersicht geeigneter Messverfahren	29
Tabelle E.2 — Vorteile und Nachteile von Verfahren A	30
Tabelle E.3 — Vorteile und Nachteile von Verfahren B	31
Tabelle E.4 — Vorteile und Nachteile von Verfahren C	32
Tabelle E.5 — Vorteile und Nachteile von Verfahren D	33

Tabelle E.6 — Vorteile und Nachteile von Verfahren E	34
Tabelle E.7 — Vorteile und Nachteile von Verfahren F.....	35
Tabelle E.8 — Vorteile und Nachteile von Verfahren G	36
Tabelle E.9 — Vorteile und Nachteile von Verfahren H	37
Tabelle E.10 — Vorteile und Nachteile von Verfahren I.....	38
Tabelle E.11 — Vorteile und Nachteile von Verfahren J.....	39
Tabelle E.12 — Vorteile und Nachteile von Verfahren K	40
Tabelle E.13 — Vorteile und Nachteile von Verfahren L.....	41
Tabelle E.14 — Vorteile und Nachteile von Verfahren M.....	41
Tabelle E.15 — Vorteile und Nachteile von Verfahren N	42
Tabelle E.16 — Vorteile und Nachteile von Verfahren O	43
Tabelle E.17 — Vorteile und Nachteile von Verfahren P	44
Tabelle E.18 — Vorteile und Nachteile von Verfahren Q	45
Tabelle E.19 — Vorteile und Nachteile von Verfahren R	45
Tabelle E.20 — Vorteile und Nachteile von Verfahren S	46
Tabelle E.21 — Vorteile und Nachteile von Verfahren T.....	46
Tabelle E.22 — Vorteile und Nachteile von Verfahren U	47
Tabelle E.23 — Vorteile und Nachteile von Verfahren V	48
Tabelle E.24 — Vorteile und Nachteile von Verfahren W	49
Tabelle E.25 — Vorteile und Nachteile von Verfahren X	50
Tabelle E.26 — Vorteile und Nachteile von Verfahren Y	50

Vorwort

Dieses Dokument (EN 14255-2:2005) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ erarbeitet, 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 Juni 2006, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2006 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

EN 14255 „*Messung und Beurteilung von personenbezogenen Expositionen gegenüber inkohärenter optischer Strahlung*“ wird in vier Teilen veröffentlicht:

- *Teil 1: Von künstlichen Quellen am Arbeitsplatz emittierte ultraviolette Strahlung*
- *Teil 2 (der vorliegende Teil): Sichtbare und infrarote Strahlung künstlicher Quellen am Arbeitsplatz*
- *Teil 3: Messung und Beurteilung von Strahlungsexpositionen durch die Sonne (in Vorbereitung)*
- *Teil 4: Terminologie und Größen für die Messungen von UV-, sichtbarer- und IR-Strahlungs-Expositionen (in Vorbereitung)*

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Am Arbeitsplatz können Menschen hohen Werten sichtbarer (VIS) und/oder Infrarot-(IR-)Strahlung ausgesetzt sein. Die wichtigste natürliche Quelle für eine derartige VIS/IR-Strahlung ist die Sonne. Weiterhin gibt es künstliche VIS/IR-Strahlungsquellen, bei denen die VIS- und/oder IR-Strahlung entweder absichtlich ausgesandt wird, um den Zweck der Anwendung der Strahlungsquelle zu erreichen, oder unbeabsichtigt ausgesandt wird.

Sichtbare optische Strahlung (VIS-Strahlung): Übliche Anwendungen von Quellen, die absichtlich sichtbare optische Strahlung aussenden, sind: allgemeine Beleuchtung, Signaleinrichtungen, Auslösung industrieller, medizinischer oder landwirtschaftlicher photochemischer Prozesse und Phototherapie von Patienten (z. B. Hyperbilirubin-Therapie und Licht-Therapie, Physiotherapie und photodynamische Therapie). Einige Beispiele von Quellen, von denen sichtbare Strahlung unbeabsichtigt ausgesendet wird, sind: Schweißlichtbögen, Industrieöfen und einige Arten von UV-Quellen. Wenn Menschen einer intensiven VIS-Strahlung ausgesetzt sind, können Schädigungen auftreten. VIS-Strahlung kann durch thermische oder photochemische Mechanismen Schädigungen der Netzhaut des Auges hervorrufen. Eine Lichtempfindlichkeitssteigerung der Haut gegenüber sichtbarem Licht, gewöhnlich durch bestimmte Medikamente, Pflanzen oder anderer Substanzen, kann kurz nach Einnahme des Medikaments (phototoxische Empfindlichkeit) oder nur nach einer Latenzzeit, die von Tagen bis Monaten reichen kann (photoallergische Empfindlichkeit oder Photoallergie), auftreten. Die VIS-Strahlung kann auch bestimmte Krankheiten, wie Porphyrie, hervorrufen oder verschlimmern.

Optische Infrarot-Strahlung (IR-Strahlung): Übliche Anwendungen von Quellen, die absichtlich optische Infrarot-Strahlung aussenden, sind: Heizstrahler, militärische Nachtsichtgeräte, Phototherapie von Patienten (z. B. Physiotherapie und photodynamische Therapie), industrielle photochemische oder photothermische Prozesse. Einige Beispiele von Quellen, bei denen die Infrarot-Strahlung unbeabsichtigt ausgesandt wird, sind: Schweißlichtbögen, einige Arten von Quellen sichtbaren Lichts (z. B. Hochleistungswolframlampen) und Industrieöfen. Wenn Menschen einer intensiven Infrarot-Strahlung ausgesetzt sind, können Schädigungen auftreten. Durch kurzzeitige IR-Bestrahlung hoher Bestrahlungsstärke können die vorderen Strukturen des Auges (Hornhaut) und die Haut geschädigt werden. In Abhängigkeit von der Wellenlänge kann ein bestimmter Anteil der IR-Strahlung durch thermische oder photochemische Mechanismen auch Schädigungen der Netzhaut bewirken. Jedoch kann lang andauernde weniger intensive IR-Bestrahlung außerdem zu kumulativen Schädigungen von Augen und Haut führen, wie grauer Star und Hautalterung.

Zur Vermeidung kurzzeitiger Schädigungen und zur Verringerung weiterer Risiken durch lang andauernde VIS- und/oder IR-Strahlung wird durch nationale Bestimmungen und internationale Empfehlungen die Einschränkung der Höhe der VIS/IR-Exposition am Arbeitsplatz gefordert. Um dies zu erreichen, ist es notwendig, die Höhe der VIS/IR-Exposition zu bestimmen und deren Schwere zu bewerten.

Die Bestimmung der Höhe der VIS/IR-Exposition kann durch Messung der VIS/IR-Exposition erfolgen, welcher Menschen möglicherweise ausgesetzt sind. Die Bestimmung der Schwere der VIS/IR-Exposition wird üblicherweise durch den Vergleich des ermittelten Grades der Exposition mit geforderten oder empfohlenen Grenzwerten vorgenommen. Hält der Grad der Exposition den Grenzwert ein, dann sind keine weiteren Maßnahmen notwendig. Schutzmaßnahmen sind anzuwenden, wenn der Grenzwert überschritten wird, um die VIS/IR-Exposition zu verringern. Weil sich die Expositionssituation am Arbeitsplatz verändern kann, kann es notwendig sein, die Bestimmung und Beurteilung der VIS/IR-Exposition zu einem späteren Zeitpunkt zu wiederholen.

Messungen der Exposition von VIS/IR-Strahlung sind oft kosten- und zeitintensiv. Somit ist es sinnvoll, Messungen nach Möglichkeit zu vermeiden, d. h. wenn die VIS/IR-Strahlungsexposition von Personen abgeschätzt werden kann und diese die Grenzwerte entweder weit überschreitet oder weit darunter liegt. In manchen Fällen kann der Hersteller ein Gerät nach Internationalen Normen, wie z. B. EN 12198 und CIE S009, eingestuft haben. Die Kenntnis der Klassifizierung der möglichen VIS/IR-Quellen kann eine ausreichend genaue Beurteilung von Gefährdungen ermöglichen, ohne dass Messungen durchgeführt werden müssen. Eine weitere Herangehensweise zur Beurteilung des Grades der Exposition [5] könnte sein, bekannte Spektralwerte von Quellen in Verbindung mit Rechensoftware zu verwenden. Messungen der VIS/IR-Exposition sind nur notwendig, wenn nicht im Voraus bewertet werden kann, ob die Grenzwerte überschritten werden oder nicht. So ist es als erster Schritt des Beurteilungsverfahrens sinnvoll, eine Vorprüfung durchzuführen, die eine Abschätzung der Exposition einschließt.

In dieser Europäischen Norm werden keine Grenzwerte für die VIS/IR-Exposition festgelegt. Grenzwerte der VIS/IR-Exposition sind in nationalen Bestimmungen festgelegt, oder werden von internationalen Organisationen vorgegeben, wie der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP) [1]. In dieser Europäischen Norm werden Verfahren zur Messung und Beurteilung der VIS/IR-Exposition am Arbeitsplatz festgelegt. Da die Ergebnisse der Messungen und Beurteilungen vom angewendeten Verfahren abhängig sind, ist es von entscheidender Bedeutung, die Messungen und Beurteilung auf einer einheitlichen Grundlage durchzuführen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Verfahren zur Messung und Beurteilung der Exposition von Menschen durch sichtbare (VIS) und Infrarot-(IR-)Strahlung künstlicher Quellen fest, bei der nachteilige Wirkungen nicht ohne weiteres ausgeschlossen werden können.

ANMERKUNG 1 Schädliche Wirkungen treten üblicherweise bei Expositionen durch normale Beleuchtung oder Raumheizung nicht auf.

Diese Europäische Norm gilt für VIS- und IR-Exposition an Arbeitsplätzen in Gebäuden und im Freien. Sie gilt nicht für VIS- und IR-Expositionen während der Freizeit.

Diese Europäische Norm gilt nicht für die von der Sonne verursachten VIS- und IR-Expositionen.

ANMERKUNG 2 Teil 3 dieser Norm behandelt die von der Sonne verursachten UV-Expositionen.

Diese Europäische Norm legt keine Grenzwerte für VIS- und IR-Exposition fest. Sie unterstützt die Anwendung der in nationalen Bestimmungen oder internationalen Empfehlungen festgesetzten Grenzwerte.

Diese Europäische Norm gilt für VIS- und IR-Expositionen durch künstliche inkohärente Strahlungsquellen, die einzelne Spektrallinien und/oder kontinuierliche Spektren aussenden. Diese Europäische Norm gilt nicht für kohärente Strahlungsquellen.

ANMERKUNG 3 Kohärente optische Strahlungsquellen werden in Normen für Laser, wie EN 60825-1 usw., behandelt.

Diese Europäische Norm gilt für sichtbare (VIS) und Infrarot-(IR-)Strahlungsexpositionen im Wellenlängenbereich 380 nm bis 3 µm. Sie gilt auch für Strahlungsexpositionen, die zu einer Blaulichtgefährdung im Wellenlängenbereich 300 nm bis 700 nm führen können.

Diese Europäische Norm gilt nicht für weitere Auswirkungen, für die die Wirkungsspektren ausschließlich im UV-Bereich 180 nm bis 400 nm liegen.

ANMERKUNG 4 Mit diesen Auswirkungen befasst sich Teil 1 von EN 14255.

Diese Europäische Norm gilt nicht für die von Produkten abgegebene Strahlung.

ANMERKUNG 5 Für die von Produkten abgegebenen Strahlung gelten andere Normen, wie z. B. EN 12198 für von Maschinen abgegebene Strahlung, EN 60335-2-27 für Geräte für den Hausgebrauch für die Hautbehandlung mit Ultraviolett- und Infrarot-Strahlung und CIE 009 für die Sicherheit von Lampen und Lampenanlagen.

Diese Europäische Norm gilt nicht für Wärmebeanspruchung, d. h. lang andauernde Erhitzung des menschlichen Körpers mit Belastung des Herz-/Kreislaufsystems infolge klimatischer Umgebungsbedingungen einschließlich VIS/IR-Strahlung.

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).

ENV 13005, *Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen*

EN 14255-1, *Messung und Beurteilung von personenbezogenen Expositionen gegenüber inkohärenter optischer Strahlung — Teil 1: Von künstlichen Quellen am Arbeitsplatz emittierte ultraviolette Strahlung*

CIE 17.4:1987, *Internationales Wörterbuch der Elektrotechnik, Kapitel 845: Lichttechnik*

3 Begriffe

3.1 Größen, Symbole und Einheiten

Tabelle 1 — Größen, Symbole und Einheiten

Symbol	Größe	Einheit
λ	Wellenlänge	nm
$E_{\lambda}(\lambda)$	Spektrale Bestrahlungsstärke	W/(m ² ·nm)
E	Bestrahlungsstärke	W/m ²
E_b	Blaulicht-Bestrahlungsstärke	W/m ²
$H_{\lambda}(\lambda)$	Spektrale Bestrahlung	J/(m ² ·nm)
H	Bestrahlung	J/m ²
H_b	Blaulicht-Bestrahlung	J/m ²
$L_{\lambda}(\lambda)$	Spektrale Strahldichte	W/(m ² ·nm·sr)
L	Strahldichte	W/(m ² ·sr)
L_r	Thermische Netzhaut-Strahldichte	W/(m ² ·sr)
L_b	Blaulicht-Strahldichte	W/(m ² ·sr)
G	Strahldichtedosis	J/(m ² ·sr)
G_b	Blaulicht-Strahldichtedosis	J/(m ² ·sr)
Δt_{exp}	Expositionsdauer	s
$b(\lambda)$	Wichtungsfunktion für Blaulichtgefährdung	—
$r(\lambda)$	Wichtungsfunktion für thermische Netzhautgefährdung	—
D	Tatsächlicher Durchmesser der Strahlungsquelle	m
D_L	Betrachtungsdurchmesser der Strahlungsquelle	m
r	Betrachtungsabstand	m
α	Winkelausdehnung	mrاد
ϕ	Betrachtungswinkel	°/mrاد
γ	Akzeptanzwinkel	mrاد

ANMERKUNG Werte für die spektrale Wichtungsfunktion, wie $b(\lambda)$ und $r(\lambda)$, sind dem verwendeten Satz der Grenzwerte zu entnehmen. Wird beispielsweise $b(\lambda)$ gewählt, um der relativen spektralen Wirksamkeit $B(\lambda)$ der ICNIRP zu entsprechen [1,3], entspricht die Blaulicht-Bestrahlungsstärke E_b der bewerteten Bestrahlungsstärke der Blaulichtgefährdung E_B der ICNIRP, und die Blaulicht-Bestrahlung H_b entspricht der bewerteten Bestrahlung der Blaulichtgefährdung H_B (siehe 7.2).

3.2 Definitionen und Beziehungen zwischen Größen

3.2.1

Bestrahlungsstärke

E

wird aus der spektralen Bestrahlungsstärke $E_\lambda(\lambda)$ berechnet mit:

$$E = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_\lambda(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

3.2.2

Blaulicht-Bestrahlungsstärke

E_b

das Integral des Produkts aus spektraler Bestrahlungsstärke $E_\lambda(\lambda)$ und der Wichtungsfunktion für Blaulichtgefährdung $b(\lambda)$:

$$E_b = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} E_\lambda(\lambda) b(\lambda) d\lambda \quad (2)$$

3.2.3

spektrale Bestrahlung

$H_\lambda(\lambda)$

das Zeitintegral der spektralen Bestrahlungsstärke $E_\lambda(\lambda)$ über die Expositionsdauer Δt_{exp} :

$$H_\lambda(\lambda) = \int_{\Delta t_{\text{exp}}} E_\lambda(\lambda, t) dt \quad (3)$$

3.2.4

Bestrahlung

H

das Zeitintegral der Bestrahlungsstärke E über die Expositionsdauer Δt_{exp} :

$$H = \int_{\Delta t_{\text{exp}}} E(t) dt \quad (4)$$

Die Bestrahlung H wird berechnet aus dem Integral der spektralen Bestrahlung $H_\lambda(\lambda)$:

$$H = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} H_\lambda(\lambda) d\lambda \quad (5)$$

3.2.5

Blaulicht-Bestrahlung

H_b

das Zeitintegral der Blaulicht-Bestrahlungsstärke E_b über die Expositionsdauer Δt_{exp} :

$$H_b = \int_{\Delta t_{\text{exp}}} E_b dt \quad (6)$$

Die Blaulicht-Bestrahlung H_b kann auch aus der spektralen Bestrahlung $H_\lambda(\lambda)$ und der Wichtungsfunktion der Blaulichtgefährdung $b(\lambda)$ berechnet werden:

$$H_b = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} H_\lambda(\lambda) b(\lambda) d\lambda \quad (7)$$

3.2.6

Strahldichte

L

wird aus der spektralen Strahldichte $L_\lambda(\lambda)$ berechnet mit:

$$L = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_\lambda(\lambda) d\lambda \quad (8)$$

3.2.7

Thermische Netzhaut-Strahldichte

L_r

das Integral des Produkts aus spektraler Strahldichte $L_\lambda(\lambda)$ und Wichtungsfunktion der thermischen Netzhaut-Strahldichte $r(\lambda)$:

$$L_r = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_\lambda(\lambda) r(\lambda) d\lambda \quad (9)$$

3.2.8

Blaulicht-Strahldichte

L_b

das Integral des Produkts aus spektraler Strahldichte $L_\lambda(\lambda)$ und Wichtungsfunktion der Blaulichtgefährdung $b(\lambda)$:

$$L_b = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} L_\lambda(\lambda) b(\lambda) d\lambda \quad (10)$$

3.2.9

Strahldichtedosis

G

das Zeitintegral der Strahldichte L über die Expositionsdauer Δt_{exp} :

$$G = \int_{\Delta t_{\text{exp}}} L dt \quad (11)$$

3.2.10

Blaulicht-Strahldichtedosis

G_b

das Zeitintegral der Blaulicht-Strahldichte L_b über die Expositionsdauer Δt_{exp} :

$$G_b = \int_{\Delta t_{\text{exp}}} L_b dt \quad (12)$$

3.2.11**tatsächlicher Durchmesser der Strahlungsquelle** D

- der Kreisdurchmesser, wenn die Strahlungsquelle rund ist;
- der arithmetische Mittelwert aus der längsten und kürzesten Abmessung, wenn die Strahlungsquelle rechteckig ist

3.2.12**Betrachtungsdurchmesser der Strahlungsquelle** D_L

gegeben nach:

$$D_L = D \cos \phi \quad (13)$$

3.2.13**Betrachtungsabstand** r

Abstand zwischen der Mitte der Strahlungsquelle und dem Auge bzw. dem Strahlungsempfänger

3.2.14**Winkelausdehnung** α

gegeben nach:

$$\alpha = D_L / r \quad (14)$$

3.2.15**Betrachtungswinkel** ϕ

der Winkel zwischen der Normalen der Strahlungsquelle und der Blickrichtung

3.2.16**Akzeptanzwinkel** γ

der größte Winkel über alle Richtungen, in denen ein Strahlungsempfänger anspricht

4 Allgemeines Verfahren

Für die Messung und Beurteilung der VIS- und IR-Exposition am Arbeitsplatz sind folgende Schritte auszuführen:

- a) Vorprüfung
- b) Analyse der Arbeitsaufgabe
- c) Messung der Exposition
- d) Beurteilung der Exposition
- e) Entscheidung über Schutzmaßnahmen
- f) Entscheidung über die Wiederholung der Messung und Beurteilung der Exposition
- g) Erstellung eines Berichts

Einzelheiten dieser Verfahren sind in den Abschnitten 5 bis 11 festgelegt.

ANMERKUNG 1 Ein Flussdiagramm der Verfahrensschritte ist in Anhang A (informativ) angegeben.

ANMERKUNG 2 In manchen Fällen ist die Durchführung aller dieser Schritte nicht erforderlich, siehe Abschnitt 5.

5 Vorprüfung

Die Vorprüfung ist erforderlich, um zu bestimmen, ob eine detaillierte Beurteilung einer Gefährdung auf der Grundlage von Messungen notwendig ist oder nicht. Es sind alle verfügbaren Angaben über die Strahlungsquelle und die mögliche personenbezogene VIS/IR-Exposition zu sammeln. Es ist dann zu entscheiden, ob eine Messung der Exposition erforderlich ist, oder ob eine Aussage ohne Messung gemacht werden kann, dass die Grenzwerte der Exposition erfüllt oder überschritten werden.

ANMERKUNG Wenn bekannt ist, dass VIS/IR-Bestrahlungsstärken entweder unbedeutend oder sehr groß sind, kann sich eine genaue Beurteilung als unnötig erweisen. Besitzen alle Strahlungsquellen Emissionseigenschaften, die als unerheblich beschrieben werden können, oder ist die Inanspruchnahme minimal, kann ausgeschlossen werden, dass die gewählten Expositionsgrenzwerte für eine Person überschritten werden. Dagegen kann es bei signifikanten Abstrahlungen und/oder starker Inanspruchnahme offensichtlich sein, dass die Grenzwerte überschritten werden, und dass Schutzmaßnahmen (siehe Abschnitt 9) erforderlich werden. Zweckmäßige Angaben hinsichtlich der Vorprüfung können mehreren Quellen entnommen werden:

- Eine Einrichtung kann nach den Normen, wie EN 12198 [11–13] und CIE S009 [5] klassifiziert worden sein. Die Kenntnis der Klassifizierung aller möglichen Quellen der VIS/IR-Strahlung kann eine ausreichend genaue Beurteilung der Gefährdung ohne weitere Messung ermöglichen.
- Stehen für eine Einrichtung ausreichende Daten über VIS/IR-Strahlung zur Verfügung, kann eine Abschätzung der VIS/IR-Exposition von Personen möglich sein.
- Wenn Daten, wie das Spektrum (z. B. aus der Temperatur der Strahlungsquelle), die Geometrie und die Expositionsdauer zur Verfügung stehen, kann die Berechnung der personenbezogenen Exposition durchgeführt werden (z. B. mittels Rechnersoftware [5]).

Wenn eine eindeutige Aussage gemacht werden kann, dass die personenbezogene VIS/IR-Exposition unbedeutend ist, und dass die Grenzwerte der Exposition eingehalten werden, ist keine weitere Maßnahme erforderlich, und die Abschnitte 6 bis 9 brauchen nicht angewendet zu werden.

Wenn eine eindeutige Aussage gemacht werden kann, dass der(die) Grenzwert(e) der VIS/IR-Exposition überschritten wird, ist Abschnitt 9 anzuwenden. Nach der Anwendung von Schutzmaßnahmen muss das Verfahren zur Beurteilung wiederholt werden, wobei mit der Vorprüfung nach Abschnitt 5 zu beginnen ist.

Wenn im Voraus nicht eindeutig bewertet werden kann, ob der(die) VIS/IR-Expositionsgrenzwert(e) eingehalten oder überschritten wird(werden), sind die in den Abschnitten 6 bis 11 festgelegten Verfahren durchzuführen.

Wenn die gesammelten Daten eine mögliche Exposition im UV-Bereich ausweisen, ist die entsprechende Gefährdung nach EN 14255-1 zu beurteilen.

Es ist ein Kurzbericht nach 11.1 zu erstellen. Wenn Messungen durchgeführt werden, kann der Kurzbericht als Teil des ausführlichen Berichts nach 11.2 erstellt werden.

6 Analyse der Arbeitsaufgabe

Für die Bestimmung der Exposition durch sichtbare und Infrarotstrahlung am Arbeitsplatz muss eine detaillierte Analyse der Arbeitsaufgabe durchgeführt werden. Es müssen sämtliche Tätigkeiten berücksichtigt werden, bei denen Personen VIS- und IR-Strahlung ausgesetzt sein können. Die Bestrahlungssituation muss für jede dieser Tätigkeiten sorgfältig analysiert werden. Diese Analyse umfasst die Bestimmung:

- von Anzahl, Position(en) und Arten (z. B. Wellenlänge, Geometrie) der zu berücksichtigenden Strahlungsquellen;
- von Strahlung, die an Wänden, Einrichtungen, Materialien usw. reflektiert oder gestreut wird;
- des Strahlungsspektrums, dem die Personen ausgesetzt sind;
- das Spektrum kann bestimmt werden:
 - a) durch Messung des Spektrums an den Stellen, an denen Personen exponiert sind;
 - b) durch Berechnung des Spektrums für eine bekannte Temperatur und einem bekannten Emissionskoeffizienten der Strahlungsquelle (Berechnung der Strahlung eines schwarzen Körpers).

ANMERKUNG 1 Durch Streuung, Reflexion und Absorption kann das Spektrum zwischen Strahlungsquelle und den betreffenden Personen verändert werden.

- c) durch Angabe des Emissionsspektrums der Strahlungsquelle, die vom Hersteller der Strahlungsquelle zur Verfügung gestellt wird oder direkt in der Nähe der Quelle gemessen wird, wenn das Spektrum an den Stellen, an denen Personen exponiert sind, mit dem von der Strahlungsquelle abgegebenen Spektrum identisch ist.

ANMERKUNG 2 Durch Streuung, Reflexion und Absorption kann das Spektrum zwischen Strahlungsquelle und den betreffenden Personen verändert werden.

- von Gleichmäßigkeit oder Schwankung des Spektrums und/oder der Strahlungsflussdichte in Abhängigkeit von der Zeit;
- des Abstands zwischen der exponierten Person und der(den) Strahlungsquelle(n);
- der Veränderungen des Aufenthaltsorts der exponierten Person während der Arbeitsschicht (bzw. während der gesamten Expositionszeit);
- des(der) Zeitabschnitts(Zeitabschnitte), die Personen in Bezug auf die Strahlungsquelle(n) an anderen Aufenthaltsorten verbringen und die Expositionszeit(en) an diesen Orten;
- der zu berücksichtigenden möglichen gesundheitlichen Auswirkungen (Schädigung von Augen, Haut, kurzfristige und langfristige Auswirkungen, Wellenlängenbereiche);
- der zu berücksichtigenden Grenzwerte;
- ob persönliche Schutzausrüstungen verwendet werden oder nicht, falls ja, welcher Art und technische Spezifikationen;
- der Anzahl der Arbeitsschichten mit VIS- und IR-Expositionen im Jahr.

Für jede dieser Tätigkeiten müssen die Angaben vollständig genug sein, um die Exposition während einer Schichtdauer bestimmen zu können. Es ist hilfreich, sämtliche Angaben über die Exposition in Tabellen zu erfassen, die in Anhang B (informativ) angegeben sind.

7 Messung der Exposition

7.1 Planung

Die Messung muss unter Berücksichtigung vom Ziel der Messung (Übersichtsmessung oder Messung zum Vergleich mit Grenzwerten) und den Expositionsbedingungen geplant werden. Es ist wichtig festzulegen, welche Messverfahren angewendet werden und wie die Messungen durchgeführt werden. Die folgenden Punkte sind dabei zu berücksichtigen:

- zu messende Größen (siehe 7.2);
- Strahlungsspektrum:
 - UV, VIS, IR
 - (Kontinuierliches oder Linienspektrum)
- zeitliche Schwankung des Spektrums: konstant oder schwankend;
- zeitliche Schwankung der Strahlungsflussdichte: konstant oder schwankend;
- Grad der Exposition;
- Der Messbereich der Messeinrichtung muss an den Grad der Exposition angepasst sein;

- ständiger oder sich verändernder Aufenthaltsort der Personen, deren Expositionen zu messen sind (siehe Abschnitt 6);
- Auswahl eines geeigneten Messverfahrens (siehe 7.3);
- Überprüfung, ob die notwendigen Anforderungen an die Messverfahren eingehalten werden (siehe 7.4);
- persönlicher Strahlenschutz (siehe 7.5).

7.2 Zu messende Größen

Die zu messenden radiometrischen Größen müssen hinsichtlich derjenigen Größen ausgewählt werden, in denen die Grenzwerte festgelegt sind. Für den Spektralbereich $\lambda = 300 \text{ nm}$ bis $3\,000 \text{ nm}$ sind Expositionsgrenzwerte von Internationalen Organisationen, wie ICNIRP [1], oder nationalen Organisationen festgelegt.

ANMERKUNG ICNIRP empfiehlt beispielsweise die Bestimmung der Größen:

- Thermische Netzhaut-Strahldichte L_r für $\lambda = 380 \text{ nm}$ bis $1\,400 \text{ nm}$;
- Blaulicht-Strahldichte L_b für $\lambda = 300 \text{ nm}$ bis 700 nm ;
- Blaulichtstrahldichte-Dosis G_b für $\lambda = 300 \text{ nm}$ bis 700 nm ;
- Blaulicht-Bestrahlung H_b für $\lambda = 300 \text{ nm}$ bis 700 nm ;
- Blaulicht-Bestrahlungsstärke E_b für $\lambda = 300 \text{ nm}$ bis 700 nm ;
- Bestrahlungsstärke E für $\lambda = 780 \text{ nm}$ bis $3\,000 \text{ nm}$;
- Thermische Netzhaut-Strahldichte L_r für $\lambda = 780 \text{ nm}$ bis $1\,400 \text{ nm}$ (Gefährdung der Netzhaut durch Infrarotstrahlung);
- Bestrahlung H für $\lambda = 380 \text{ nm}$ bis $3\,000 \text{ nm}$.

Für die Auswahl des geltenden Grenzwerts ist häufig auch die Bestimmung der Größen:

- Expositionsdauer Δt_{exp} ;
- Winkelausdehnung α der Strahlungsquelle.

erforderlich.

7.3 Auswahl des Verfahrens

Ein vollständiges Verfahren für die Messung der VIS- oder IR-Exposition besteht aus der(den) eingesetzten Messeinrichtung(en), der Durchführung und der Beurteilung der Ergebnisse. In Anhang C werden allgemein verwendete Strahlungsmesseinrichtungen beschrieben. Bei einigen Verfahren werden nicht nur Strahlungsmesseinrichtungen sondern auch Uhren oder Stoppuhren verwendet.

Bei der Auswahl eines Messverfahrens müssen Ziel der Messung, Expositionsbedingungen und Kenngrößen der Strahlung berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 1 In Abhängigkeit von der zu messenden Größe sind verschiedene Messverfahren verfügbar. Diese Verfahren und ihre Vor- und Nachteile werden in Anhang F beschrieben. In bestimmten Situationen wird es erforderlich sein, mehr als ein Verfahren anzuwenden.

ANMERKUNG 2 In Tabelle 2 werden Verfahren angegeben, die in Abhängigkeit vom Ziel der Messung und den Expositionsbedingungen zur Messung der VIS- und IR-Exposition geeignet sind.