

DIN EN 12464-1

ICS 91.160.10

Ersatz für
DIN EN 12464-1:2003-03**Licht und Beleuchtung –
Beleuchtung von Arbeitsstätten –
Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen;
Deutsche Fassung EN 12464-1:2011**

Light and lighting –
Lighting of work places –
Part 1: Indoor work places;
German version EN 12464-1:2011

Lumière et éclairage –
Éclairage des lieux de travail –
Partie 1: Lieux de travail intérieurs;
Version allemande EN 12464-1:2011

Gesamtumfang 59 Seiten

Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN
Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN
Normenausschuss Dental (NADENT) im DIN
Normenausschuss Ergonomie (NAErg) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 12464-1:2011) wurde von der Arbeitsgruppe 2 „Beleuchtung von Arbeitsstätten“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) des Technischen Komitees CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ (Sekretariat: DIN, Deutschland) ausgearbeitet.

Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist der Arbeitsausschuss NA 058-00-04 AA „Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht“ im Normenausschuss Lichttechnik (FNL) zuständig.

Sicherheit und Gesundheitsschutz

Grundsätzliche Anforderungen an die Beleuchtung hinsichtlich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit werden in Deutschland nicht in dieser Norm, sondern in der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) geregelt. In den Anwendungsbereich der ArbStättV fallen alle Arbeitsstätten. Die allgemeinen Anforderungen der ArbStättV hinsichtlich Beleuchtung werden in der Arbeitsstättenregel ASR A3.4 „Beleuchtung“ weiter konkretisiert.

Weitere branchenspezifische Hinweise zum Thema Beleuchtung enthalten Informationsschriften der Unfallversicherungsträger. Die Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A1 bzw. GUV V A1) verweist auf die ArbStättV und gilt darüber hinaus auch für freiwillig Versicherte.

Werden die Planung und/oder der Betrieb von Beleuchtungsanlagen in Arbeitsstätten ausschließlich nach dieser Norm vorgenommen, kann das dazu führen, dass die o. a. staatlichen Mindestanforderungen oder die Anforderungen der Unfallversicherungsträger an die Beleuchtung nicht eingehalten sind. Konkretisierende, zusätzliche oder abweichende Anforderungen zu dieser Norm betreffen insbesondere:

- die Zusammenfassung der Bereiche der Sehaufgaben zu einem Arbeitsbereich;
- die Ausdehnung des unmittelbaren Umgebungsbereichs auf den restlichen Raum;
- die Höhe der horizontalen Beleuchtungsstärke für einige Arbeitsplätze;
- die Mindestwerte der vertikalen und zylindrischen Beleuchtungsstärken;
- die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärken.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12464-1:2003-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufnahme der Begriffe „Hintergrundbereich“ und „Tätigkeitsbereich“;
- b) ergänzende Aufnahme von Anforderungen an die Beleuchtungsstärke für die Bereiche Hintergrund, Wand und Decke;
- c) Festlegung eines Rasters für die Bereiche Aufgabe, unmittelbare Umgebung und Hintergrund für die Anordnung der Berechnungs- und Messpunkte für die Beleuchtungsstärke, das auch für die Wand- und Deckenbereiche empfohlen wird;
- d) als neues Kriterium für die Bewertung der Raumbelichtung wird die zylindrische Beleuchtungsstärke eingeführt;
- e) für Arbeitsplätze mit Bildschirmarbeit werden die zulässigen Leuchtdichtegrenzen für Leuchten an die aktuellen Bildschirmtechnologien angepasst;
- f) die Wichtigkeit des Tageslichts wird berücksichtigt: Die Beleuchtungsanforderungen sind anwendbar, unabhängig davon, ob künstliches Licht, Tageslicht oder eine Kombination davon verwendet wird.

Frühere Ausgaben

DIN 5035: 1935-11, 1953-07, 1963-08
DIN 5035-1: 1972-01, 1979-10, 1990-06
DIN 5035-2: 1972-01, 1979-10, 1990-06, 1990-09
DIN 5035-3: 1974-02, 1988-09
DIN 5035-4: 1983-02
DIN 5035-7: 1988-09
DIN 67505: 1975-10, 1986-09
DIN 67505-1: 1962-07
DIN 67505-2: 1962-06
DIN 67528: 1976-05, 1993-12
DIN EN 12464-1: 2003-03

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Licht und Beleuchtung —
Beleuchtung von Arbeitsstätten —
Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen

Light and lighting —
Lighting of work places —
Part 1: Indoor work places

Lumière et éclairage —
Éclairage des lieux de travail —
Partie 1: Lieux de travail intérieurs

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 14. April 2011 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 des CEN-CENELEC 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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Kriterien der Beleuchtungsplanung.....	8
4.1 Licht-Umgebung	8
4.2 Leuchtdichtevertelung	9
4.2.1 Allgemeines.....	9
4.2.2 Reflexionsgrade der Oberflächen	9
4.2.3 Beleuchtungsstärke auf den Oberflächen	9
4.3 Beleuchtungsstärke	10
4.3.1 Allgemeines.....	10
4.3.2 Beleuchtungsstärke-Skala.....	10
4.3.3 Beleuchtungsstärken auf dem Bereich der Sehaufgabe.....	10
4.3.4 Beleuchtungsstärke des unmittelbaren Umgebungsbereichs	12
4.3.5 Beleuchtungsstärke im Hintergrundbereich.....	12
4.3.6 Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke	13
4.4 Beleuchtungsstärke-Raster	13
4.5 Blendung	14
4.5.1 Allgemeines.....	14
4.5.2 Psychologische Blendung.....	14
4.5.3 Abschirmung gegen Blendung	15
4.5.4 Schleierreflexionen und Reflexblendung.....	15
4.6 Räumliche Beleuchtung.....	15
4.6.1 Allgemeines.....	15
4.6.2 Mittlere zylindrische Beleuchtungsstärke im Tätigkeitsbereich.....	16
4.6.3 Modellling	16
4.6.4 Gerichtete Beleuchtung von Sehaufgaben	16
4.7 Farbaspekte.....	16
4.7.1 Allgemeines.....	16
4.7.2 Lichtfarbe.....	17
4.7.3 Farbwiedergabe	17
4.8 Flimmern und stroboskopische Effekte	17
4.9 Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen.....	18
4.9.1 Allgemeines.....	18
4.9.2 Leuchtdichtegrenzen für Leuchten mit nach unten gerichtetem Lichtstrom.....	18
4.10 Wartungsfaktor	19
4.11 Energieeffizienzanforderungen	19
4.12 Zusätzliche Vorzüge des Tageslichts	20
4.13 Veränderlichkeit von Licht.....	20
5 Verzeichnis der Beleuchtungsanforderungen	20
5.1 Aufbau der Tabellen	20
5.2 Das Verzeichnis von Innenraumbereichen, Bereichen der Sehaufgabe oder Bereichen der Tätigkeit	21
5.3 Beleuchtungsanforderungen für Innenraumbereiche, Bereiche der Sehaufgaben und Bereiche der Tätigkeiten	22
6 Prüfverfahren	45
6.1 Allgemeines.....	45
6.2 Beleuchtungsstärken	46

6.3 *UGR*-Werte 46

6.4 Farbwiedergabe und Lichtfarbe 46

6.5 Leuchten-Leuchtdichte 46

6.6 Wartungsplan.....46

Anhang A (informativ) Typische Werte für Rasterpunktabstände 47

Anhang B (informativ) A-Abweichung 48

Literaturhinweise 49

Index der Innenraum(bereiche), der Bereiche der Sehaufgabe und der Bereiche der Tätigkeiten 50

Vorwort

Dieses Dokument (EN 12464-1:2011) 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 Dezember 2011, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2011 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt EN 12464-1:2002.

Die wesentlichen technischen Änderungen in dieser Überarbeitung sind:

- die Wichtigkeit des Tageslichts wurde berücksichtigt: Die Beleuchtungsanforderungen sind anwendbar, unabhängig davon, ob künstliches Licht, Tageslicht oder eine Kombination davon verwendet wird;
- Anforderungen für minimale Beleuchtungsstärken an Wänden und Decken;
- Anforderungen an zylindrische Beleuchtungsstärken und ausführliche Angaben bezüglich Modelling;
- die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke wird den Sehaufgaben und Tätigkeiten einzeln zugewiesen;
- Definition eines „Hintergrundbereichs“ mit Beleuchtungsanforderungen für diesen Bereich;
- Definition eines Beleuchtungsstärke-Rasters in Übereinstimmung mit EN 12464-2;
- neue Leuchtdichtegrenzwerte für Leuchten, die sich in Flachbildschirmen (nach ISO 9241-307) spiegeln können.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Texte dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

Einleitung

Eine geeignete und angemessene Beleuchtung ermöglicht es Menschen, Sehaufgaben effektiv und genau durchzuführen. Die bei einem Großteil der Arbeitsstätten geforderte Güte der Sehverhältnisse und des Sehkomforts wird bestimmt durch die Art und die Dauer der Tätigkeit.

Zwar sind die spezifischen Anforderungen in der Tabelle mit den Beleuchtungsanforderungen aufgelistet (siehe Abschnitt 5), es ist aber wichtig, dass allen Abschnitten dieser Europäischen Norm gefolgt wird.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen fest, die den Erfordernissen für Sehkomfort und Sehleistung für Menschen mit normalem Sehvermögen gerecht werden. Alle üblichen Sehaufgaben, einschließlich derjenigen am Bildschirm, werden berücksichtigt.

Diese Europäische Norm legt für die meisten Arbeitsstätten in Innenräumen und deren zugehörigen Flächen die Anforderungen an Beleuchtungslösungen hinsichtlich Quantität und Qualität der Beleuchtung fest. Zusätzlich werden Empfehlungen für die Umsetzung guter Beleuchtung gegeben.

Diese Europäische Norm legt keine Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten fest im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten bei der Arbeit und wurde nicht im Anwendungsbereich von Artikel 153 der Europäischen Verträge erarbeitet, obwohl die lichttechnischen Anforderungen, die in dieser Europäischen Norm festgelegt sind, üblicherweise auch Anforderungen im Hinblick auf Sicherheit erfüllen. Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten bei der Arbeit können in Richtlinien enthalten sein, die auf Artikel 153 der Europäischen Verträge basieren, in der nationalen Rechtsetzung der Mitgliedstaaten in Umsetzung dieser Direktiven oder in anderer nationaler Rechtsetzung der Mitgliedstaaten.

Diese Europäische Norm legt weder bestimmte Lösungen fest, noch schränkt sie die Freiheit der Planer ein, neue Techniken zu erkunden, und schränkt auch nicht den Gebrauch innovativer Beleuchtungsanlagen ein. Die Beleuchtung kann durch Tageslicht, künstliches Licht oder eine Kombination von beiden erfolgen.

Diese Europäische Norm ist nicht anwendbar für die Beleuchtung von Arbeitsstätten im Freien und im Untertage-Bergbau oder für Notbeleuchtung. Für Arbeitsstätten im Außenbereich siehe EN 12464-2 und für Notbeleuchtung siehe EN 1838 und EN 13032-3.

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).

EN 12193, *Licht und Beleuchtung — Sportstättenbeleuchtung*

EN 12464-2, *Licht und Beleuchtung — Beleuchtung von Arbeitsstätten — Teil 2: Arbeitsplätze im Freien*

EN 12665, *Licht und Beleuchtung — Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung*

EN 13032-1, *Licht und Beleuchtung — Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten — Teil 1: Messung und Datenformat*

EN 13032-2, *Licht und Beleuchtung — Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten — Teil 2: Darstellung der Daten für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien*

EN 15193, *Energetische Bewertung von Gebäuden — Energetische Anforderungen an die Beleuchtung*

EN ISO 9241-307, *Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 307: Analyse- und Konformitätsverfahren für elektronische optische Anzeigen (ISO 9241-307:2008)*

EN ISO 9680:2007, *Zahnheilkunde — Behandlungsleuchten (ISO 9680:2007)*

ISO 3864-1, *Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 1: Design principles for safety signs in workplaces and public areas*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 12665 sowie die folgenden Begriffe.

3.1

Tätigkeitsbereich

Bereich, innerhalb dessen eine bestimmte Tätigkeit ausgeführt wird

3.2

Hintergrundbereich

Bereich, der an den unmittelbaren Umgebungsbereich anschließt

3.3

Bildschirm

Schirm zur Darstellung alphanumerischer Zeichen oder zur Grafikdarstellung, ungeachtet des Darstellungsverfahrens

ANMERKUNG In Anlehnung an 90/270/EWG.

3.4

unmittelbarer Umgebungsbereich

Streifen, der den Bereich der Sehaufgabe innerhalb des Gesichtsfelds umgibt

3.5

Dachoberlicht

Tageslichtöffnung im Dach oder in einer horizontalen Oberfläche eines Gebäudes

3.6

Abschirmwinkel

Winkel zwischen der horizontalen Ebene und der Blickrichtung, unter der die leuchtenden Teile der Lampe in der Leuchte gerade direkt sichtbar sind

3.7

Bereich der Sehaufgabe

Bereich, in dem die Sehaufgabe ausgeführt wird

3.8

Sehaufgabe

sehrelevante Elemente der auszuführenden Aktivitäten

ANMERKUNG Die wesentlichen sehrelevanten Elemente sind die Größe des Objekts, seine Leuchtdichte, sein Kontrast gegenüber dem Hintergrund und seine Darbietungsdauer.

3.9

Fenster

Tageslichtöffnung in einer vertikalen oder nahezu vertikalen Raumbegrenzungsfläche

3.10

Arbeitsstätte

Ort in den Gebäuden des Unternehmens und/oder Betriebs, die zur Nutzung für Arbeitsplätze vorgesehen sind, einschließlich jedes Orts auf dem Gelände des Unternehmens und/oder Betriebs, zu dem Arbeitspersonen im Rahmen ihrer Arbeit Zugang haben

ANMERKUNG In Anlehnung an 89/654/EWG.

3.11

Arbeitsplatz

Kombination und räumliche Anordnung der Arbeitsmittel innerhalb der Arbeitsumgebung unter den durch die Arbeitsaufgaben erforderlichen Bedingungen

ANMERKUNG In Anlehnung an ISO 6385:2004.

4 Kriterien der Beleuchtungsplanung

4.1 Licht-Umgebung

Gute Beleuchtung bedingt, dass zusätzlich zu den geforderten Beleuchtungsstärken quantitative und qualitative Anforderungen erfüllt werden.

Die Anforderungen an die Beleuchtung werden bestimmt durch die Zufriedenstellung von drei grundsätzlichen Bedürfnissen des Menschen:

- Sehkomfort, bei dem die Arbeitspersonen ein Gefühl des Wohlbefindens haben; dies trägt auf indirekte Art auch zu einer höheren Produktivität und einer höheren Arbeitsqualität bei;
- Sehleistung, mit der die Arbeitspersonen in der Lage sind, ihre Sehaufgaben auszuführen, selbst unter schwierigen Umständen und über längere Zeiträume;
- Sicherheit.

Hauptsächliche Einflussgrößen, welche die Licht-Umgebung unter Berücksichtigung von künstlicher Beleuchtung und Tageslicht festlegen, sind:

- Leuchtdichtevertelung;
- Beleuchtungsstärke;
- Lichtrichtung, räumliche Beleuchtung;
- Variabilität des Lichts (Niveau und Farbe des Lichts);
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe des Lichts
- Blendung;
- Flimmern.

Werte für Beleuchtungsstärke und ihre Gleichmäßigkeit, psychologische Blendung und den Farbwiedergabe-Index sind in Abschnitt 5 festgelegt, andere Parameter werden in Abschnitt 4 beschrieben.

ANMERKUNG Neben der Beleuchtung gibt es visuelle ergonomische Einflussgrößen, die die Sehleistung beeinflussen, wie z. B.

- die spezifischen Merkmale der Sehaufgabe (Größe, Form, Anordnung, Farbe und Reflexionsgrad des Details und des Hintergrunds),
- Sehvermögen der Person (Sehschärfe, Tiefenwahrnehmung, Farbwahrnehmung),
- eine bewusst verbesserte und entsprechend geplante Licht-Umgebung, blendungsfreie Beleuchtung, gute Farbwiedergabe, kontrastreiche Kennzeichnungen und optische wie taktile Führungssysteme können die Sehverhältnisse und den Orts- und Orientierungssinn verbessern. Siehe *CIE Guidelines for Accessibility: Visibility and Lighting Guidelines for Older Persons and Persons with Disabilities*.

Das Beachten dieser Faktoren kann die Sehleistung erhöhen, ohne dass höhere Beleuchtungsstärken erforderlich sind.

4.2 Leuchtdichte Verteilung

4.2.1 Allgemeines

Die Leuchtdichte Verteilung im Gesichtsfeld regelt den Adaptationszustand der Augen, der sich auf die Sichtbarkeit der Aufgabe auswirkt.

Eine ausgewogene Adaptationsleuchtdichte wird benötigt zur Erhöhung von:

- Sehschärfe;
- Kontrastempfindlichkeit (Unterscheidung kleiner relativer Leuchtdichteunterschiede);
- Leistungsfähigkeit der Augenfunktionen (wie Akkommodation, Konvergenz, Pupillenverengung, Augenbewegungen usw.).

Die Leuchtdichte Verteilung im Gesichtsfeld beeinflusst auch den Sehkomfort. Folgendes sollte aus den angegebenen Gründen vermieden werden:

- zu hohe Leuchtdichten, die Blendung verursachen können;
- zu hohe Leuchtdichtekontraste, die durch ständige Umadaptation der Augen Ermüdung verursachen;
- zu geringe Leuchtdichten und zu geringe Leuchtdichtekontraste, die eine unattraktive und wenig anregende Arbeitsumgebung zur Folge haben.

Um eine ausgewogene Leuchtdichte Verteilung zu schaffen, müssen die Leuchtdichten aller Oberflächen beachtet werden. Sie werden vom Reflexionsgrad der Oberflächen und der Beleuchtungsstärke auf den Oberflächen bestimmt. Um den Eindruck von Düsternis zu vermeiden und sowohl das Adaptationsniveau als auch den Sehkomfort anzuheben, sind – insbesondere an Wänden und Decken – helle Raumbooberflächen, anzustreben.

Entsprechend der nachfolgenden Anleitung sind für die Raumbooberflächen die angemessenen Reflexionsgrade und Beleuchtungsstärken vom Planer zu berücksichtigen und auszuwählen.

4.2.2 Reflexionsgrade der Oberflächen

Empfohlene Reflexionsgrade für die wichtigsten diffus reflektierenden Raumbooberflächen sind:

- Decke: 0,7 bis 0,9;
- Wände: 0,5 bis 0,8;
- Boden: 0,2 bis 0,4.

ANMERKUNG Der Reflexionsgrad von Oberflächen von großen Objekten (wie Möbeln, Maschinen usw.) sollte im Bereich von 0,2 bis 0,7 liegen.

4.2.3 Beleuchtungsstärke auf den Oberflächen

In allen umschlossenen Bereichen müssen die Wartungswerte der Beleuchtungsstärke auf den Hauptoberflächen folgende Werte aufweisen:

- $\bar{E}_m > 50 \text{ lx}$ mit $U_0 \geq 0,10$ auf den Wänden und
- $\bar{E}_m > 30 \text{ lx}$ mit $U_0 \geq 0,10$ auf der Decke

ANMERKUNG 1 In einigen Bereichen wie Lagerräumen (mit Regalen), Stahlwerken, Bahnhöfen usw. können mit vertretbaren Mitteln die angestrebten Licht-Niveaus auf diesen Oberflächen aufgrund der Raumgröße, der Komplexität und der Arbeitsbedingungen nicht erreicht werden. Hier ist eine Reduzierung der empfohlenen Werte zulässig.

ANMERKUNG 2 Einige Bereiche wie Büros, Unterrichtsräume und Krankenhäuser sowie Eingangsbereiche, Flure und Treppen usw. benötigen hellere Wände und Decken. In diesen Bereichen werden als Wartungswert der Beleuchtungsstärke auf den Hauptflächen empfohlen: $E_m > 75 \text{ lx}$ mit $U_0 \geq 0,10$ auf den Wänden und $E_m > 50 \text{ lx}$ mit $U_0 \geq 0,10$ auf der Decke.

4.3 Beleuchtungsstärke

4.3.1 Allgemeines

Die Beleuchtungsstärken und ihre Verteilung im Bereich der Sehaufgabe und im Umgebungsbereich haben großen Einfluss darauf, wie schnell, wie sicher und wie leicht eine Person die Sehaufgabe erfasst und ausführt.

Alle in dieser Europäischen Norm festgelegten Werte der Beleuchtungsstärke sind Wartungswerte der Beleuchtungsstärke und berücksichtigen Sehkomfort und Leistungserfordernisse.

Alle Wartungswerte der Beleuchtungsstärke und alle Gleichmäßigkeiten hängen vom festgelegten Beleuchtungsstärke-Raster ab (siehe 4.4).

4.3.2 Beleuchtungsstärke-Skala

Um wahrnehmbare Unterschiede zu erhalten, werden nach EN 12665 als Stufen der Beleuchtungsstärke (in lx) empfohlen:

20 – 30 – 50 – 75 – 100 – 150 – 200 – 300 – 500 – 750 – 1 000 – 1 500 – 2 000 – 3 000 – 5 000

4.3.3 Beleuchtungsstärken auf dem Bereich der Sehaufgabe

Die im Abschnitt 5 angegebenen Werte sind Wartungswerte der Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe auf der Bewertungsfläche, die horizontal, vertikal oder geneigt sein kann. Unabhängig vom Alter und Zustand der Beleuchtungsanlage darf die mittlere Beleuchtungsstärke für die jeweilige Aufgabe nicht unter den im Abschnitt 5 angegebenen Wert fallen. Die Werte gelten für übliche Sehbedingungen und berücksichtigen die folgenden Faktoren:

- psycho-physiologische Aspekte wie Sehkomfort und Wohlbefinden;
- Anforderungen für Sehaufgaben;
- visuelle Ergonomie;
- praktische Erfahrung;
- Betriebssicherheit;
- Wirtschaftlichkeit.

Der Wert der Beleuchtungsstärke darf um mindestens eine Stufe auf der Beleuchtungsstärke-Skala (siehe 4.3.2) angepasst werden, wenn die Sehbedingungen von den üblichen Annahmen abweichen.

Der geforderte Wartungswert der Beleuchtungsstärke sollte erhöht werden, wenn:

- die Sehaufgabe für den Arbeitsablauf kritisch ist;
- die Behebung von Fehlern kostenintensiv ist;
- Genauigkeit, höhere Produktivität oder erhöhte Konzentration von großer Bedeutung sind;
- Aufgabendetails ungewöhnlich klein sind oder ungewöhnlich geringen Kontrast aufweisen;

- die Aufgabe für eine ungewöhnlich lange Zeit ausgeführt werden muss;
- das Sehvermögen der Arbeitsperson unter dem üblichen Sehvermögen liegt.

Der geforderte Wartungswert der Beleuchtungsstärke darf niedriger gewählt werden, wenn:

- Aufgabendetails ungewöhnlich groß sind oder einen ungewöhnlich hohen Kontrast aufweisen;
- die Aufgabe für eine ungewöhnlich kurze Zeit ausgeführt wird.

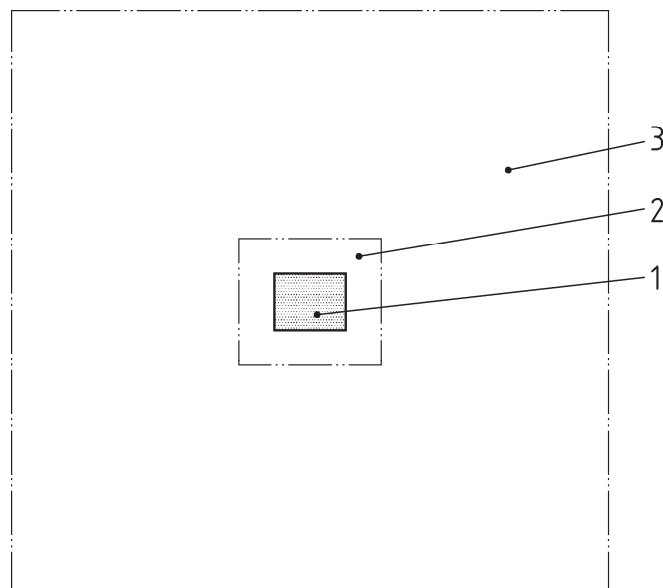
ANMERKUNG Für sehbeeinträchtigte Menschen können im Hinblick auf Beleuchtungsstärken und Kontraste besondere Anforderungen erforderlich sein.

Die Größe und Lage des Bereichs der Sehaufgabe sollte festgelegt und dokumentiert werden.

Bei Arbeitsplätzen, bei denen die Größe und/oder Lage des Bereichs der Sehaufgabe bzw. der Bereiche der Sehaufgabe nicht bekannt ist/sind, muss entweder

- der gesamte Bereich als Bereich der Sehaufgabe behandelt werden oder
- der gesamte Bereich mit einem vom Planer festgelegten Beleuchtungsstärkeniveau gleichmäßig beleuchtet werden ($U_0 \geq 0,4$). Wenn dann der Bereich der Sehaufgabe bekannt wird, muss die Beleuchtungsanlage abgeändert werden, um die geforderten Beleuchtungsstärken zu erzeugen.

Wenn die Art der Aufgabe unbekannt ist, hat der Planer Annahmen über die voraussichtliche Aufgabe zu treffen und deren Anforderungen festzustellen.



Legende

- 1 Bereich der Sehaufgabe
- 2 unmittelbarer Umgebungsbereich (Streifen mit einer Breite von mindestens 0,5 m, der innerhalb des Gesichtsfelds den Bereich der Sehaufgabe umgibt)
- 3 Hintergrundbereich (mindestens 3 m breit, innerhalb der Raumbegrenzungen, an den unmittelbaren Umgebungsbereich angrenzend)

Bild 1 — Minimale Abmessungen des unmittelbaren Umgebungsbereichs und des Hintergrundbereichs in Bezug zum Bereich der Sehaufgabe

4.3.4 Beleuchtungsstärke des unmittelbaren Umgebungsbereichs

Starke örtliche Wechsel der Beleuchtungsstärke um den Bereich der Sehaufgabe herum können zu visueller Überlastung und Beeinträchtigung führen.

Die Beleuchtungsstärke des unmittelbaren Umgebungsbereichs muss auf die Beleuchtungsstärke des Bereichs der Sehaufgabe bezogen werden und sollte im Gesichtsfeld eine ausgewogene Leuchtdichteverteilung schaffen. Der unmittelbare Umgebungsbereich sollte als Streifen mit einer Breite von mindestens 0,5 m den Bereich der Sehaufgabe innerhalb des Gesichtsfelds umgeben.

Die Beleuchtungsstärke des unmittelbaren Umgebungsbereichs darf niedriger sein als die Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe, darf aber die in Tabelle 1 angegebenen Werte nicht unterschreiten.

Zusätzlich zur Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe muss die Beleuchtung auch eine angemessene Adaptations-Leuchtdichte in Übereinstimmung mit 4.2 erzeugen.

Die Größe und Lage des unmittelbaren Umgebungsbereichs sollte festgelegt und dokumentiert werden.

Tabelle 1 — Zusammenhang zwischen den Beleuchtungsstärken des unmittelbaren Umgebungsbereichs zur Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe

Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe E_{Aufgabe} lx	Beleuchtungsstärke im unmittelbaren Umgebungsbereich lx
≥ 750	500
500	300
300	200
200	150
150	E_{Aufgabe}
100	E_{Aufgabe}
≤ 50	E_{Aufgabe}

Bild 1 veranschaulicht die minimalen Abmessungen des unmittelbaren Umgebungsbereichs in Bezug zum Bereich der Sehaufgabe.

4.3.5 Beleuchtungsstärke im Hintergrundbereich

Bei Arbeitsstätten in Innenräumen, insbesondere bei solchen mit fehlender Tageslichtversorgung, wird auf einem großen Teil der Fläche, welche die Bereiche mit Sehaufgaben aktiver, besetzter Arbeitsplätze umgibt, eine Beleuchtung benötigt. Diese Fläche wird „Hintergrundbereich“ genannt und sollte innerhalb der Grenzen des Raumes den angrenzenden unmittelbaren Umgebungsbereich mit einer Breite von mindestens 3 m umgeben. Sie muss mit einem Wartungswert der Beleuchtungsstärke von 1/3 des Wertes für den unmittelbaren Umgebungsbereich beleuchtet sein.

Die Größe und Lage des Hintergrundbereiches sollten festgelegt und dokumentiert werden.

Bild 1 veranschaulicht die minimalen Abmessungen des Hintergrundbereichs in Bezug zum Bereich der Sehaufgabe.

4.3.6 Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke

Die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke (U_0) im Bereich der Sehaufgabe darf die Mindestwerte der Gleichmäßigkeit, die in den Tabellen von Abschnitt 5 festgelegt sind, nicht unterschreiten.

Bei der Beleuchtung durch künstliche Beleuchtung oder Dachoberlichter muss die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke

- im unmittelbaren Umgebungsbereich $U_0 \geq 0,40$ sein;
- im Hintergrundbereich $U_0 \geq 0,10$ sein.

Bei der Beleuchtung durch Fenster:

- auf großen Flächen, Tätigkeitsbereichen und Hintergrundbereichen fällt das verfügbare Tageslicht mit zunehmendem Abstand vom Fenster rasch ab. Dieser Mangel an Gleichmäßigkeit kann durch die zusätzlichen Vorzüge von Tageslicht (siehe 4.12) kompensiert werden.

4.4 Beleuchtungsstärke-Raster

Es müssen Rastersysteme festgelegt werden, um die Punkte anzugeben, bei denen die Werte der Beleuchtungsstärke für den/die Bereich(e) der Sehaufgabe, unmittelbare(n) Umgebungsbereich(e) und Hintergrundbereich(e) berechnet und überprüft werden.

Raster mit möglichst quadratischer Aufteilung werden bevorzugt; das Verhältnis von Länge zu Breite eines Rasterfeldes muss zwischen 0,5 und 2 liegen (siehe auch EN 12193 und EN 12464-2). Die maximale Rasterfeldgröße muss wie folgt sein:

$$p = 0,2 \times 5^{\log_{10}(d)} \quad (1)$$

Dabei ist

$$p \leq 10 \text{ m}$$

d die längere Ausdehnung der Berechnungsfläche in Metern (m), wobei für den Fall, dass das Seitenverhältnis der längeren zur kürzeren Seite zwei oder mehr beträgt, d die kürzere Ausdehnung der Fläche in Metern (m) ist, und

p die maximale Rasterfeldgröße in Metern (m).

Die Anzahl der Punkte der relevanten Ausdehnung ist durch den gerundeten ganzzahligen Wert des Verhältnisses d/p gegeben.

Der resultierende Abstand zwischen den Rasterpunkten wird für die Berechnung des gerundeten ganzzahligen Wertes der Anzahl Rasterpunkte in der anderen Ausdehnung verwendet. Für das Verhältnis der Länge zur Breite einer Rasterzelle ergibt sich ein Wert nahe 1.

Ein Streifen von 0,5 m Breite von den Wänden wird von der Berechnungsfläche ausgeschlossen, es sei denn die Bereiche der Sehaufgabe liegen innerhalb dieses Streifens oder ragen in ihn hinein.

In gleicher Weise muss ein geeignetes Rastermaß und ein Streifen von 0,5 m Breite bei Wänden und Decken zugrunde gelegt werden.

ANMERKUNG 1 Der Rasterpunktabstand sollte nicht mit dem Leuchtenabstand übereinstimmen.

ANMERKUNG 2 Die Gleichung (1) (übernommen aus CIE x005-1992) ist unter der Annahme abgeleitet worden, dass p proportional zu $\log(d)$ ist, wobei

$$p = 0,2 \text{ m} \quad \text{für } d = 1 \text{ m,}$$

$$p = 1 \text{ m} \quad \text{für } d = 10 \text{ m,}$$

$$p = 5 \text{ m} \quad \text{für } d = 100 \text{ m.}$$

ANMERKUNG 3 Typische Werte für Rasterpunktabstände werden in Tabelle A.1 gezeigt.

4.5 Blendung

4.5.1 Allgemeines

Blendung ist eine Empfindung, die durch helle Flächen im Gesichtsfeld, wie beleuchtete Oberflächen, Teile von Leuchten, Fenster und/oder Dachoberlichter, hervorgerufen wird. Um Fehler, Ermüdung und Unfälle zu vermeiden, muss Blendung begrenzt werden. Blendung kann entweder als psychologische Blendung oder als physiologische Blendung erfahren werden. Bei Arbeitsstätten im Innenraum ist physiologische Blendung in der Regel kein wesentliches Problem, wenn die Grenzen für psychologische Blendung eingehalten werden.

Die durch Reflexionen auf spiegelnden Oberflächen verursachte Blendung ist allgemein als Schleierreflexion oder Reflexblendung bekannt.

ANMERKUNG Besondere Sorgfalt zur Vermeidung von Blendung ist geboten, wenn die Blickrichtung über der Horizontalen liegt.

4.5.2 Psychologische Blendung

Für die psychologische Blendung durch Fenster steht zurzeit kein genormtes Blendungsbewertungsverfahren zur Verfügung.

Die Einstufung der Direktblendung durch Leuchten einer Beleuchtungsanlage im Innenraum ist nach der Tabellenmethode des CIE Unified Glare Rating-Verfahrens (UGR) vorzunehmen, basierend auf der Gleichung:

$$UGR = 8 \log_{10} \left(\frac{0,25}{L_B} \sum \frac{L^2 \omega}{p^2} \right) \quad (2)$$

Dabei ist

- L_B die Hintergrundleuchtdichte, berechnet als $E_{\text{ind}} \cdot \pi^{-1}$ mit E_{ind} als vertikale Indirektbeleuchtungsstärke am Beobachterauge in $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$,
- L die Leuchtdichte der leuchtenden Teile jeder Leuchte in Richtung des Beobachterauges in $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$,
- ω der Raumwinkel in sr der leuchtenden Teile jeder Leuchte, bezogen auf das Beobachterauge,
- p Guth-Positionsindex für jede einzelne Leuchte, der abhängig ist von der Position dieser Leuchte bezüglich der Blickrichtung.

Alle bei der Ermittlung des UGR-Wertes getroffenen Annahmen müssen in der Planungsdocumentation aufgeführt werden. Der UGR-Wert der Beleuchtungsanlage darf den in Abschnitt 5 angegebenen Wert nicht überschreiten.

Die empfohlenen UGR-Grenzwerte bilden eine Reihe, deren Stufen eine merkliche Änderung der Blendung darstellen.

Die Folge der UGR-Werte ist: 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28.

ANMERKUNG 1 Die Streuung des UGR-Wertes im Raum kann mit Hilfe der erweiterten UGR-Tabelle für unterschiedliche Beobachterpositionen ermittelt werden (Details siehe CIE 117-1995).

ANMERKUNG 2 Wenn der größte UGR-Wert in einem Raum den UGR-Grenzwert entsprechend Abschnitt 5 überschreitet, sollten Angaben über geeignete Anordnungen von Arbeitsplätzen im Raum getroffen werden.

ANMERKUNG 3 Wenn die Tabellen-Methode nicht angewendet werden kann und die Beobachter-Position und -Blickrichtung bekannt sind, kann der UGR-Wert mit der Gleichung ermittelt werden. Es liegen allerdings zu wenige