

	Licht und Beleuchtung Beleuchtung von Arbeitsstätten Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen Deutsche Fassung EN 12464-1:2002	DIN EN 12464-1
ICS 91.160.10 Light and lighting — Lighting of work places — Part 1: Indoor work places; German version EN 12464-1:2002 Lumière et éclairage — Éclairage des lieux de travail — Partie 1: Lieux de travail intérieur; Version allemande EN 12464-1:2002	Mit DIN EN 12665:2002-09 teilweiser Ersatz für die 2002-09 zurückgezogene Norm DIN 5035-1:1990-06; teilweiser Ersatz für DIN 5035-2:1990-09, DIN 5035-3:1988-09, DIN 5035-4:1983-02, DIN 5035-7:1988-09 DIN 67505:1986-09 und DIN 67528:1993-12 Die Europäische Norm EN 12464-1:2002 hat den Status einer Deutschen Norm. Nationales Vorwort Die Europäische Norm EN 12464-1 ist in der Arbeitsgruppe 2 „Beleuchtung von Arbeitsstätten“ des CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ ausgearbeitet worden. Für die deutsche Mitarbeit war der Arbeitsausschuss FNL 4 „Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht“ im Normenausschuss Lichttechnik (FNL) verantwortlich. Die Beleuchtung von Arbeitsstätten ist in Deutschland bisher in den Normen der Reihe DIN 5035 behandelt, wobei die zurückgezogene Norm DIN 5035-1:1990-06 die Begriffe und allgemeinen Anforderungen festlegte und die Normen DIN 5035-2:1990-09, DIN 5035-3:1988-09, DIN 5035-4:1983-02 und DIN 5035-7:1988-09 die Richtwerte für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien, die Festlegungen zur Beleuchtung in Krankenhäusern, die speziellen Festlegungen für die Beleuchtung von Unterrichtsstätten und die Festlegungen zur Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen und mit Arbeitsplätzen mit Bildschirmunterstützung enthalten. Mit DIN EN 12665:2002-09 wurden die grundlegenden Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung erstmals auf europäischer Ebene festgelegt, wobei sich Änderungen gegenüber DIN 5035-1:1990-06 ergaben. Deshalb wurde DIN 5035-1:1990-06 mit Erscheinen von DIN EN 12665:2002-09 zurückgezogen. Es ist beabsichtigt, die in der vorliegenden Norm DIN EN 12464-1 und in DIN EN 12665:2002-09 nicht berücksichtigten Inhalte der zurückgezogenen Norm DIN 5035-1:1990-06 kurzfristig unter der bisherigen Norm-Nummer DIN 5035-1 neu zu veröffentlichen und diese anschließend im Hinblick auf den fortgeschrittenen Stand der Technik zu überarbeiten. Fortsetzung Seite 2 und 38 Seiten EN Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Normenausschuss Dental (NADENT) im DIN Normenausschuss Informationstechnik (NI) im DIN	

Die vorliegende Norm DIN EN 12464-1 ersetzt unter anderem teilweise DIN 5035-2:1990-09. Es ist beabsichtigt, die dort, nicht jedoch in der vorliegenden Norm DIN EN 12464-1 behandelte Beleuchtung von Arbeitsstätten im Freien zukünftig in einem bereits in Bearbeitung befindlichen weiteren Teil zu EN 12464 festzulegen und DIN 5035-2:1990-09 mit der Veröffentlichung der nationalen Übernahme dieser Norm zurückzuziehen.

Mit Blick auf den fortgeschrittenen Stand der Technik ist ferner beabsichtigt, die in der vorliegenden Norm DIN EN 12464-1 nicht berücksichtigten und deshalb weiter gültigen Inhalte der Normen DIN 5035-3:1988-09, DIN 5035-4:1983-02 und DIN 5035-7:1988-09 zu überarbeiten und unter der jeweiligen bisherigen Norm-Nummer neu zu veröffentlichen. Mit E DIN 5035-7:2001-10 liegt bereits ein erstes derartiges Arbeitsergebnis vor.

Änderungen

Gegenüber der 2002-09 zurückgezogenen Norm DIN 5035-1:1990-06 sowie DIN 5035-2:1990-09, DIN 5035-3:1988-09, DIN 5035-4:1983-02, DIN 5035-7:1988-09, DIN 67505:1986-09 und DIN 67528:1993-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung vollständig überarbeitet und in DIN EN 12665 zusammengefasst;
- b) Grundlegende Kriterien für die Beleuchtungsplanung und Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen unter Berücksichtigung der geänderten Begriffe und Kriterien neu festgelegt und in DIN EN 12464-1 zusammengefasst.

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, 1992-06, 1993-12

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 intérieur

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 16. Oktober 2002 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, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe.....	4
4 Kriterien der Beleuchtungsplanung	5
4.1 Lichtklima.....	5
4.2 Leuchtdichtevertelung.....	6
4.3 Beleuchtungsstärke	6
4.3.1 Empfohlene Beleuchtungsstärken im Bereich der Sehaufgabe	6
4.3.2 Beleuchtungsstärken des unmittelbaren Umgebungsbereiches.....	7
4.3.3 Gleichmäßigkeit.....	8
4.4 Blendung.....	8
4.4.1 Psychologische Blendung	8
4.4.2 Abschirmmaßnahmen gegen Blendung	9
4.4.3 Schleierreflexionen und Reflexblendung	9
4.5 Lichtrichtung	9
4.5.1 Modelling.....	9
4.5.2 Gerichtete Beleuchtung von Sehaufgaben	10
4.6 Farbaspekte	10
4.6.1 Lichtfarbe	10
4.6.2 Farbwiedergabe.....	10
4.7 Flimmern und Stroboskopische Effekte	11
4.8 Wartungsfaktor.....	11
4.9 Energiebetrachtungen	11
4.10 Tageslicht.....	11
4.11 Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen	12
4.11.1 Allgemeines	12
4.11.2 Leuchtdichtegrenzen für Leuchten mit nach unten gerichtetem Lichtstrom	12
5 Verzeichnis der Beleuchtungsanforderungen	12
5.1 Aufbau der Tabellen.....	12
5.2 Verzeichnis der Räume (Bereiche), Aufgaben und Tätigkeiten	13
5.3 Beleuchtungsanforderungen für Räume (Bereiche), Aufgaben und Tätigkeiten	15
6 Überprüfungen	29
6.1 Beleuchtungsstärke	29
6.2 UGR-Grenzwerte	30
6.3 Farbwiedergabe-Index	30
6.4 Leuchten-Leuchtdichte.....	30
Anhang A (informativ) A-Abweichung	31
Literaturhinweise.....	31
Stichwortverzeichnis der Räume (Bereiche), Aufgaben und Tätigkeiten	32

Vorwort

Dieses Dokument EN 12464-1:2002 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 Mai 2003, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2003 zurückgezogen werden.

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

Anhang A ist informativ.

Dieses Dokument enthält Literaturhinweise.

Einleitung

Um es Menschen zu ermöglichen, Sehaufgaben effektiv und genau durchzuführen, sollte eine geeignete und angemessene Beleuchtung vorgesehen werden. Diese Beleuchtung kann durch Tageslicht, künstliche Beleuchtung oder eine Kombination von beiden erzeugt werden.

Die Güte der Sehleistung und des Sehkomforts wird für sehr viele Arbeitsplätze durch die Art und Dauer der Tätigkeit bestimmt.

Für die meisten Arbeitsplätze in Innenräumen und deren zugehörigen Flächen legt diese Norm in Bezug auf Quantität und Qualität der Beleuchtung die Anforderungen an Beleuchtungssysteme fest. Zusätzlich werden Empfehlungen für die Umsetzung guter Beleuchtung gegeben.

Es ist wichtig, dass neben den spezifischen Anforderungen, die in der Tabelle der Beleuchtungsanforderungen (Abschnitt 5) aufgeführt sind, auch die Anforderungen der anderen Abschnitte dieser Norm erfüllt werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen im Hinblick auf Sehleistung und Komfort fest. Alle üblichen Sehaufgaben, einschließlich der am Bildschirm, sind berücksichtigt.

Diese Europäische Norm legt keine Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten im Hinblick auf den betrieblichen Arbeitsschutz fest und wurde nicht im Anwendungsbereich von Artikel 137 der Europäischen Verträge erarbeitet, obwohl die lichttechnischen Anforderungen, die in dieser Norm enthalten sind, üblicherweise auch die Anforderungen im Hinblick auf Sicherheit erfüllen. Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten im Hinblick auf den betrieblichen Arbeitsschutz können in nach Artikel 137 der Europäischen Verträge erlassenen Richtlinien enthalten sein, in der nationalen Rechtsetzung der Mitgliedstaaten in Umsetzung dieser Direktiven oder in anderer nationaler Rechtsetzung der Mitgliedstaaten.

Diese Norm legt weder spezielle Lösungen fest, noch schränkt sie die Freiheit der Planer ein, neue Techniken zu erkunden oder innovative Techniken einzusetzen.

Diese Norm ist nicht anzuwenden auf die Beleuchtung von Arbeitsplätzen im Freien und im Untertage-Bergbau.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 12193, *Licht und Beleuchtung — Sportstättenbeleuchtung*.

EN 12665:2002, *Licht und Beleuchtung — Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung*.

prEN 13032-1, *Angewandte Lichttechnik — Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten — Teil 1: Messung*.

CIE 117, *Psychologische Blendung in der Innenraumbeleuchtung*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die Begriffe in EN 12665:2002 sowie die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Dieser Abschnitt definiert Begriffe und Größen, die für das Verständnis dieser Norm wichtig sein können und die eventuell nicht in IEC 60050-845 festgelegt sind.

3.1

Sehaufgabe

Sehrelevante Elemente der auszuführenden Arbeit.

ANMERKUNG Hauptsächlich sehrelevant sind die Größe des zu erkennenden Objektes, dessen Leuchtdichte, dessen Kontrast gegenüber dem Hintergrund und dessen Darbietungsdauer.

3.2

Bereich der Sehaufgabe

Teilbereich des Arbeitsplatzes, in dem die Sehaufgabe ausgeführt wird. Ist die Größe und/oder die Lage des Bereiches der Sehaufgabe nicht bekannt, muss der Bereich als Bereich der Sehaufgabe angenommen werden, in dem die Sehaufgabe auftreten kann.

3.3

unmittelbarer Umgebungsbereich

den Bereich der Sehaufgabe umgebende, sich im Gesichtsfeld befindende Fläche von mindestens 0,5 m Breite

3.4**Wartungswert der Beleuchtungsstärke ($\bar{E}_m$)**

Wert, unter den die mittlere Beleuchtungsstärke auf einer bestimmten Fläche nicht sinken darf

ANMERKUNG Es handelt sich um die mittlere Beleuchtungsstärke zu dem Zeitpunkt, an dem eine Wartung durchzuführen ist.

3.5**Abschirmwinkel**

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

3.6**Bildschirm**

Schirm zur Darstellung alphanumerischer Zeichen oder zur Grafikdarstellung, ungeachtet des Darstellungsverfahrens [90/270/EEC]

3.7**Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke**

Verhältnis der kleinsten Beleuchtungsstärke zur mittleren Beleuchtungsstärke auf einer Fläche (siehe auch IEC 60050-845 / CIE 17.4: 845-09-58 Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke)

4 Kriterien der Beleuchtungsplanung**4.1 Lichtklima**

Für die Umsetzung einer guten Beleuchtung sind zusätzlich zur erforderlichen Beleuchtungsstärke weitere quantitative und qualitative Gütemerkmale der Beleuchtung zu berücksichtigen.

Die Anforderungen an die Beleuchtung werden bestimmt durch das Erfüllen folgender Bedürfnisse:

- Sehkomfort, er vermittelt den arbeitenden Menschen das Gefühl des Wohlbefindens und trägt so indirekt zu einer hohen Produktivität bei,
- Sehleistung, sie ermöglicht den arbeitenden Menschen, Sehaufgaben auch unter schwierigen Umständen und über längere Zeit auszuführen,
- Sicherheit.

Die Hauptmerkmale für die Bestimmung des Lichtklimas sind:

- Leuchtdichtevertelung,
- Beleuchtungsstärke,
- Blendung,
- Lichtrichtung,
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe,
- Flimmern,
- Tageslicht.

Grenzwerte der Beleuchtungsstärke, der psychologischen Blendung und der Farbwiedergabe sind in Abschnitt 5 festgelegt.

4.2 Leuchtdichtevertelung

Die Leuchtdichtevertelung im Gesichtsfeld bestimmt den Adaptationszustand, der die Sehleistung beeinflusst.

Eine ausgewogene Adaptationsleuchtdichte wird benötigt zur Erhöhung von:

- Sehschärfe,
- Kontrastempfindlichkeit (Differenzierung von kleinen Leuchtdichteunterschieden),
- Leistungsfähigkeit der Augenfunktionen (wie Akkommodation, Konvergenz, Pupillenveränderung, Augenbewegungen usw.).

Die Leuchtdichtevertelung im Gesichtsfeld beeinflusst auch den Sehkomfort. Aus den angegebenen Gründen sollte Folgendes vermieden werden:

- zu hohe Leuchtdichten, die Blendung verursachen können,
- zu hohe Leuchtdichteunterschiede, die durch ständige Umadaptation Ermüdung verursachen können,
- zu niedrige Leuchtdichten und zu niedrige Leuchtdichteunterschiede, die eine unattraktive und wenig anregende Arbeitsumgebung schaffen.

Die Leuchtdichten aller Oberflächen sind wichtig. Sie hängen vom Reflexionsgrad der Oberflächen und der Beleuchtungsstärke auf den Oberflächen ab.

Für die Hauptflächen eines Raumes werden folgende Reflexionsgrade empfohlen:

- Decken: 0,6 bis 0,9
- Wände: 0,3 bis 0,8
- Arbeitsflächen: 0,2 bis 0,6
- Boden: 0,1 bis 0,5

4.3 Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke 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 Norm festgelegten Beleuchtungsstärkewerte sind Wartungswerte der Beleuchtungsstärke und dienen der Sehleistung und dem Sehkomfort.

4.3.1 Empfohlene Beleuchtungsstärken im Bereich der Sehaufgabe

Die im Abschnitt 5 angegebenen Werte sind Wartungswerte der Beleuchtungsstärke auf der Bewertungsfläche des Bereiches der Sehaufgabe, 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 folgende Faktoren:

- Psychologische und physiologische Aspekte wie Sehkomfort und Wohlbefinden,
- Anforderungen der Sehaufgabe,
- visuelle Ergonomie,
- praktische Erfahrung,
- Sicherheit,
- Wirtschaftlichkeit.

Der Wert der Beleuchtungsstärke kann um wenigstens eine Stufe der Beleuchtungsstärken-Skala (siehe unten) angepasst werden, wenn die Sehbedingungen von den üblichen Annahmen abweichen.

Ein Faktor von ungefähr 1,5 stellt den kleinsten signifikanten Unterschied dar für eine gerade wahrnehmbare Beleuchtungsstärkeänderung. Unter üblichen Beleuchtungsbedingungen sind ungefähr 20 lx notwendig, um ansatzweise Gesichtszüge erkennen zu können. Dies ist daher der niedrigste Wert der Beleuchtungsstärken-Skala. Die empfohlene Beleuchtungsstärken-Skala (in lx) ist:

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

Der geforderte Wartungswert der Beleuchtungsstärke sollte erhöht werden, wenn:

- die Sehaufgabe für den Arbeitsablauf kritisch ist,
- die Behebung von Fehlern zu erhöhten Kosten führen,
- Genauigkeit oder höhere Produktivität von großer Bedeutung sind,
- das Sehvermögen der arbeitenden Person unter dem Durchschnitt liegt,
- die Sehaufgabe besonders kleine Details oder besonders niedrige Kontraste aufweist,
- die Sehaufgabe für eine besonders lange Zeit ausgeführt werden muss.

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

- die Sehaufgabe besonders große Details oder besonders hohe Kontraste aufweist,
- die Sehaufgabe nur besonders kurzzeitig ausgeführt wird.

An ständig besetzten Arbeitsplätzen darf der Wartungswert der Beleuchtungsstärke nicht weniger als 200 lx betragen.

4.3.2 Beleuchtungsstärken des unmittelbaren Umgebungsbereiches

Die Beleuchtungsstärke des unmittelbaren Umgebungsbereiches hängt von der Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe ab und sollte eine ausgewogene Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld schaffen.

Starke örtliche Wechsel der Beleuchtungsstärke in der Umgebung des Arbeitsbereiches können zu visueller Überlastung und Unbehagen führen.

Die Beleuchtungsstärke des unmittelbaren Umgebungsbereiches kann niedriger sein als die Beleuchtungsstärke des Bereiches der Sehaufgabe, darf aber die in Tabelle 1 angegebenen Werte nicht unterschreiten.

Tabelle 1 — Gleichmäßigkeiten und Zusammenhang zwischen der Beleuchtungsstärke des unmittelbaren Umgebungsbereiches und der Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe

Beleuchtungsstärke des Bereiches der Sehaufgabe	Beleuchtungsstärke des unmittelbaren Umgebungsbereiches
lx	lx
≥ 750	500
500	300
300	200
≤ 200	E_{Aufgabe}
Gleichmäßigkeit: $\geq 0,7$	Gleichmäßigkeit: $\geq 0,5$

Zusätzlich zur Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe muss die Beleuchtung auch eine angemessene Adaptations-Leuchtdichteverteilung entsprechend 4.2 erzeugen.

4.3.3 Gleichmäßigkeit

Der Arbeitsbereich muss so gleichmäßig wie möglich beleuchtet werden. Die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke im Arbeitsbereich und der unmittelbaren Umgebung darf nicht geringer sein, als in Tabelle 1 angegeben.

4.4 Blendung

Blendung wird durch helle Flächen im Gesichtsfeld hervorgerufen und kann entweder als psychologische Blendung oder als physiologische Blendung erfahren werden. Die durch Reflexe auf spiegelnden Oberflächen verursachte Blendung ist allgemein bekannt als Schleierreflexion oder Reflexblendung.

Um Fehler, Ermüdung und Unfälle zu vermeiden, ist es wichtig, Blendung zu begrenzen.

Bei Arbeitsplätzen im Innenraum kann psychologische Blendung unmittelbar von hellen Leuchten oder Fenstern herrühren. Wenn die Grenzen der psychologischen Blendung eingehalten werden, tritt in der Regel auch keine nennenswerte physiologische Blendung auf.

ANMERKUNG Für Blickwinkel oberhalb der Horizontalen ist hinsichtlich der Vermeidung von Blendung besondere Sorgfalt geboten.

4.4.1 Psychologische Blendung

Der Grad der Direktblendung durch Leuchten einer Beleuchtungsanlage im Innenraum ist nach der Tabellenmethode des CIE Unified Glare Rating-Verfahrens (UGR) zu bestimmen. Es basiert auf der Formel:

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

Dabei ist:

- L_b die Hintergrundleuchtdichte in $\text{cd} \times \text{m}^{-2}$, berechnet als $E_{\text{ind}} \times \pi^{-1}$ mit E_{ind} als vertikale Indirektbeleuchtungsstärke am Beobachterauge,
- L die mittlere Leuchtdichte in $\text{cd} \times \text{m}^{-2}$ der Lichtaustrittsfläche jeder Leuchte in Richtung des Beobachterauges,
- ω der Raumwinkel in Steradian (sr) der Lichtaustrittsfläche jeder Leuchte, bezogen auf das Beobachterauge,
- p Positionsindex nach Guth für jede einzelne Leuchte, abhängig von deren räumliche Abweichung von der Hauptblickrichtung.

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 UGR-Grenzwert nicht überschreiten.

ANMERKUNG 1 Die Änderung des UGR-Wertes für unterschiedliche Beobachterpositionen in einem Raum kann mit Hilfe der Formel (oder der erweiterten UGR-Tabelle) ermittelt werden. Grenzwerte für diesen Fall stehen noch nicht zur Verfügung.

ANMERKUNG 2 Wenn der größte UGR-Wert in einem Raum den UGR-Grenzwert gemäß Abschnitt 5 überschreitet, sollten Angaben über die geeignete Anordnung der Arbeitsplätze gemacht werden.

ANMERKUNG 3 Psychologische Blendung durch Fenster ist noch nicht abschließend untersucht. Hierfür steht zurzeit kein geeignetes Blendungsbewertungsverfahren zur Verfügung.

4.4.2 Abschirmmaßnahmen gegen Blendung

Helle Lichtquellen können eine Blendung hervorrufen und eine Herabsetzung der Sehleistung verursachen. Dies ist z. B. dadurch zu vermeiden, indem Lampen in geeigneter Weise abgeschirmt oder Fenster durch Jalousien abgedunkelt werden.

Für die in Tabelle 2 angegebenen Lampen-Leuchtdichten muss der zugehörige Mindestabschirmwinkel eingehalten werden.

ANMERKUNG Die Werte in Tabelle 2 gelten nicht für „Uplighter“ (Leuchten mit ausschließlichen Lichtaustritt in den oberen Halbraum) oder für unter Augenhöhe montierte Leuchten.

Tabelle 2 — Mindestabschirmwinkel bei festgelegten Lampen-Leuchtdichten

Lampen-Leuchtdichte $\text{kcd} \times \text{m}^{-2}$	Mindestabschirmwinkel
20 bis < 50	15°
50 bis < 500	20°
≥ 500	30°

4.4.3 Schleierreflexionen und Reflexblendung

Reflexionen hoher Leuchtdichten auf der Sehaufgabe können die Erkennbarkeit der Sehaufgabe verändern. Schleierreflexionen und Reflexblendung können verhindert oder reduziert werden durch:

- geeignete Anordnung der Leuchten und Arbeitsplätze,
- Oberflächengestaltung (matte Oberflächen),
- Leuchtdichtebegrenzung der Leuchten,
- Vergrößerung der leuchtenden Fläche der Leuchten,
- helle Decken und helle Wände.

4.5 Lichtrichtung

Gerichtetes Licht kann eingesetzt werden, um Objekte hervorzuheben, Oberflächenstrukturen hervortreten zu lassen sowie das Aussehen der Menschen im Raum zu verbessern. Dies wird mit dem Begriff „Modelling“ beschrieben. Die Beleuchtung einer Sehaufgabe mit gerichtetem Licht kann auch Auswirkungen auf die Erkennbarkeit haben.

4.5.1 Modelling

Modelling bezeichnet die Ausgewogenheit zwischen diffuser und gerichteter Beleuchtung und ist ein wesentliches Merkmal der Beleuchtungsqualität für praktisch alle Innenräume. Das allgemeine Erscheinungsbild eines Innenraumes verbessert sich, wenn die baulichen Merkmale, die Menschen sowie die Gegenstände darin so beleuchtet werden, dass Form und Oberflächenstrukturen deutlich und auf angenehme Weise erkennbar sind. Dies wird erreicht, wenn das Licht merkbar eine Vorzugsrichtung besitzt; es entstehen so die für ein gutes Modelling wichtigen eindeutigen Schatten.

Die Beleuchtung sollte nicht zu stark gerichtet sein, weil sich sonst zu harte Schatten bilden. Sie sollte auch nicht zu diffus sein, da sonst der Modellingeffekt verloren geht und sich ein unattraktives Lichtklima ergibt.

4.5.2 Gerichtete Beleuchtung von Sehaufgaben

Die Beleuchtung aus einer bestimmten Richtung kann Feinheiten einer Sehaufgabe herausheben, ihre Sichtbarkeit verbessern und die Durchführung der Aufgabe erleichtern. Schleierreflexionen und Reflexblendung sollten vermieden werden, siehe 4.4.3.

4.6 Farbaspekte

Die Farbqualität einer Lampe mit annähernd weißem Licht wird durch zwei Eigenschaften gekennzeichnet:

- der Lichtfarbe der Lampe,
- die Farbwiedergabe, welche das farbige Aussehen von Gegenständen und Personen beeinflusst, die von dieser Lampe beleuchtet werden.

Diese beiden Eigenschaften sind voneinander getrennt zu betrachten.

4.6.1 Lichtfarbe

Die „Lichtfarbe“ einer Lampe bezieht sich auf die wahrgenommene Farbe des (von ihr abgestrahlten) Lichtes. Sie wird durch ihre ähnlichste Farbtemperatur (T_{CP}) beschrieben.

Die Lichtfarbe kann gemäß Tabelle 3 auch verbal beschrieben werden.

Die Auswahl der Lichtfarbe ist eine Frage der Psychologie, der Ästhetik und dessen, was als natürlich angesehen wird. Die Wahl hängt von dem Beleuchtungsstärkeniveau, den Farben des Raums und der Möbel, vom Klima der Umgebung und dem Anwendungsfall ab. In warmen Klimazonen wird allgemein eine höhere Farbtemperatur bevorzugt, in kaltem Klima eher eine niedrigere.

Tabelle 3 — Lichtfarben von Lampen

Lichtfarbe	Ähnlichste Farbtemperatur T_{CP}
Warmweiß	unter 3 300 K
Neutralweiß	von 3 300 K bis 5 300 K
Tageslichtweiß	über 5 300 K

4.6.2 Farbwiedergabe

Für die Sehleistung, die Behaglichkeit und das Wohlbefinden ist es wichtig, dass die Farben der Umgebung, der Objekte und der menschlichen Haut natürlich und wirklichkeitsgetreu wiedergegeben werden, dies lässt Menschen attraktiv und gesund aussehen.

Sicherheitsfarben müssen immer als solche erkennbar sein (siehe auch ISO 3864).

Zur objektiven Kennzeichnung der Farbwiedergabe-Eigenschaften einer Lichtquelle wurde der Allgemeine Farbwiedergabe-Index R_a eingeführt. Der höchstmögliche R_a Wert ist 100. Dieser Wert nimmt bei abnehmender Farbwiedergabequalität ab.

Lampen mit einem Farbwiedergabe-Index kleiner als 80 sollten in Innenräumen, in denen Menschen für längere Zeit arbeiten oder sich aufhalten, nicht verwendet werden. Ausnahmen davon sind möglich bei bestimmten örtlichen Gegebenheiten und/oder Tätigkeiten (z. B. in hohen Hallen), jedoch sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen, damit an festen ständig besetzten Arbeitsplätzen und dort, wo Sicherheitsfarben fehlerfrei erkannt werden müssen, eine höhere Farbwiedergabe sichergestellt ist.

Die Mindestwerte des Farbwiedergabe-Indexes für verschiedene Innenräume (Bereiche), Aufgaben oder Tätigkeiten sind in Abschnitt 5 angegeben.