

	Licht und Beleuchtung Beleuchtung von Arbeitsstätten Teil 2: Arbeitsplätze im Freien Deutsche Fassung prEN 12464-2:2003	DIN EN 12464-2
ICS 91.160.20	Entwurf Light and lighting — Lighting of work places — Part 2: Outdoor work places; German version prEN 12464-2:2003 Lumière et éclairage — Eclairage des lieux de travail — Partie 2: Lieux de travail extérieurs; Version allemande prEN 12464-2:2003 Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten — vorzugsweise als Datei per E-Mail an fnl@din.de in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter http://www.din.de/stellungnahme abgerufen werden; — oder in Papierform an den Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin). Nationales Vorwort Die Europäische Norm EN 12464-2 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 11/FGSV 3.9 „Außenbeleuchtung“ im Normenausschuss Lichttechnik (FNL) verantwortlich. Änderungen Gegenüber DIN 5035-2:1990-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen: — Die Festlegungen in DIN 5035-2:1990-09 bezüglich der Beleuchtung von Arbeitsstätten im Freien wurden vollständig überarbeitet und in einer separaten Norm zusammengefasst. Dabei werden alle in diesem Norm-Entwurf festgelegten Beleuchtungsstärken als Wartungswerte angegeben, d.h. als Grenzwerte, nach deren Unterschreitung die Anlage gewartet werden muss. Diese ersetzen die in DIN 5035-2:1990-09 genannten Nennwerte, die örtliche und zeitliche Mittelwerte darstellen, welche nicht unterschritten werden dürfen. Fortsetzung 31 Seiten prEN Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.	Einsprüche bis 2003-05-31 Mit DIN EN 12464-1:2003-03 vorgesehen als Ersatz für DIN 5035-2:1990-09

— *Entwurf* —

– Leerseite –

Licht und Beleuchtung — Beleuchtung von Arbeitsstätten — Teil 2: Arbeitsplätze im Freien

Lumière et éclairage — Eclairage des lieux de travail — Partie 2 : Lieux de travail extérieurs

Light and lighting — Lighting of work places — Part 2: Outdoor work places

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

Inhalt

Seite

Vorwort	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Begriffe	4
4 Kriterien der Beleuchtungsplanung	4
4.1 Lichtklima.....	4
4.2 Leuchtdichtevertelung.....	5
4.3 Beleuchtungsstärke	5
4.3.1 Empfohlene Beleuchtungsstärken im Bereich der Sehaufgabe	5
4.3.2 Beleuchtungsstärken der Umgebung	6
4.3.3 Beleuchtungsstärke-Raster	7
4.3.4 Gleichmäßigkeit	7
4.4 Blendung	7
4.4.1 Blendungswert	8
4.4.2 Schleierreflexionen und Reflexblendung	8
4.5 Störwirkung	8
4.6 Lichtrichtung	9
4.6.1 Modellng.....	9
4.6.2 Gerichtete Beleuchtung von Sehaufgaben	9
4.7 Farbaspekte	10
4.7.1 Lichtfarbe	10
4.7.2 Farbwiedergabe.....	10
4.8 Flimmern und stroboskopische Effekte	10
4.9 Wartungsfaktor.....	11
4.10 Energiebetrachtungen	11
4.11 Nachhaltigkeit.....	11
4.12 Notbeleuchtung.....	11
5 Verzeichnis der Beleuchtungsanforderungen	11
5.1 Aufbau der Tabellen.....	11
5.2 Verzeichnis der Bereiche, Aufgaben und Tätigkeiten	12
5.3 Beleuchtungsanforderungen für Bereiche, Aufgaben und Tätigkeiten	13
6 Überprüfungen	18
6.1 Beleuchtungsstärke	18
6.2 Blendungswert	19
6.3 Farbwiedergabe-Index	19
6.4 Störwirkung	19
Anhang A (informativ) Beleuchtungsanforderungen hinsichtlich Betriebssicherheit und Anlagenschutz	20
Literaturhinweise	21
Index der Bereiche, Aufgaben oder Tätigkeiten	22

Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12464-2:2003) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Einleitung

Um es Menschen zu ermöglichen, Sehaufgaben effektiv und genau insbesondere während der Nacht durchzuführen, muss eine geeignete und angemessene Beleuchtung vorgesehen werden.

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

Für die meisten Arbeitsplätze im Freien 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 und Anhang A) 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 im Freien im Hinblick auf Komfort und Sehleistung fest. Alle üblichen Sehaufgaben sind berücksichtigt.

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

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 Angabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

EN 1838, *Angewandte Lichttechnik — Notbeleuchtung*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Definitionen der EN 12665 sowie die folgenden Definitionen:

ANMERKUNG Dieser Abschnitt definiert Begriffe und Größen, die für das Verständnis dieser Norm wichtig sein können und die eventuell nicht in IEC 60050-845/CIE 17.4 festgelegt sind.

3.1

Geltungszeitpunkt

Zeitpunkt ab dem strengere Anforderungen (an die Begrenzung der Störwirkung) gestellt werden; wird häufig als Nutzungsbedingung der Beleuchtung von Behörden vorgegeben, vornehmlich von örtlichen Verwaltungen

3.2

Blendungswert (GR_L)

Grenzwert der Blendung nach dem CIE Blendbewertungsverfahren

3.3

Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke (U)

Verhältnis der kleinsten Beleuchtungsstärke zur mittleren Beleuchtungsstärke auf einer Fläche

ANMERKUNG Siehe auch IEC 60050-845/CIE 17.4;845-09-58 Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke

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, bei dem eine Wartung durchzuführen ist.

3.5

Umgebungsbereich

Die den Bereich der Sehaufgabe umgebende, sich im Gesichtsfeld befindende Fläche

3.6

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

3.7

Oberer Lichtanteil (ULR)

Anteil des Lichtstroms einer Leuchte oder einer Anlage, welcher ab und oberhalb der Horizontalen abgestrahlt wird, wenn die Leuchte(n) sich in ihrer anlagenspezifischen Position befindet (befinden)

3.8

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.

4 Kriterien der Beleuchtungsplanung

4.1 Lichtklima

Für die Umsetzung einer guten Beleuchtung sind zusätzlich zur erforderlichen Beleuchtungsstärke weitere quantitative und qualitative Güteigenschaften 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:

- Leuchtdichteverteilung,
- Beleuchtungsstärke,
- Blendung,
- Lichtrichtung,
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe,
- Flimmern.

Werte der Beleuchtungsstärke, der Blendungsbewertung und der Farbwiedergabe sind in Abschnitt 5 festgelegt.

4.2 Leuchtdichteverteilung

Die Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld bestimmt den Adaptationszustand, der die Sichtbarkeit der Sehaufgabe 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 Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld beeinflusst auch den Sehkomfort. Plötzliche Änderungen der Leuchtdichte sollten vermieden werden.

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, dem Sehkomfort und der Sicherheit.

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.

ANMERKUNG 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 darf 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 für eine gerade wahrnehmbare Beleuchtungsstärkeänderung dar. Die empfohlene Beleuchtungsstärke-Skala (in lx) ist:

5 – 10 – 15 – 20 – 30 – 50 – 75 – 100 – 150 – 200 – 300 – 500 – 750 – 1000 – 1500 – 2000

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 50 lx betragen.

4.3.2 Beleuchtungsstärken der Umgebung

Die Beleuchtungsstärke der Umgebungsbereiche 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 Bereiches der Sehaufgabe können zu visueller Überlastung und Unbehagen führen.

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

Tabelle 1 —Zusammenhang zwischen der Beleuchtungsstärke der Umgebungsbereich und der Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe

Beleuchtungsstärke des Bereiches der Sehaufgabe lx	Beleuchtungsstärke der Umgebungsbereiche lx
≥ 500	100
300	75
200	50
150	30
$50 \leq E_{\text{Aufgabe}} \leq 100$	20

ANMERKUNG Für Beleuchtungsstärken im Bereich der Sehaufgabe kleiner als 50 lx wird keine Beleuchtungsstärke für die Umgebung festgelegt.

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

4.3.3 Beleuchtungsstärke-Raster

Für den Bereich der Sehaufgabe und die Umgebungsbereiche muss ein Raster-System erstellt werden, um die Punkte festzulegen, in welchen die Beleuchtungsstärkewerte berechnet und überprüft werden können.

Die Rasterabmessungen sollten näherungsweise quadratisch sein. Das Längen-zu-Breiten-Verhältnis des Rasters muss zwischen 0.5 und 2 liegen [siehe DIN EN 12193]. Die maximale Rastergröße muss

$$p = 0,25^{\log_{10} d}$$

$$p \leq 10$$

betragen. Dabei ist:

d die längere Abmessung der Fläche (in m) und

p die maximale Raster-Zellen-Größe (in m).

4.3.4 Gleichmäßigkeit

Der Bereich der Sehaufgabe muss so gleichmäßig wie möglich beleuchtet werden. Die Gleichmäßigkeit im Bereich der Sehaufgabe darf nicht geringer sein als die Werte in Abschnitt 5. Die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke in der Umgebung darf nicht geringer sein als 0,10.

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.

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

4.4.1 Blendungswert

Blendung, die direkt durch Leuchten einer Beleuchtungsanlage im Freien erzeugt wird, ist nach der CIE Blendungswert (GR)-Methode zu bestimmen. Sie basiert auf der Formel:

$$GR = 27 + 24 \log_{10} \left(\frac{L_{vl}}{L_{ve} \cdot 0,9} \right)$$

Dabei ist:

L_{vl} die gesamte Schleierleuchtdichte in cd/m^2 , welche von der Beleuchtungsanlage verursacht wird. Sie entspricht der Summe der Schleierleuchtdichten der einzelnen Leuchten. ($L_{vl} = L_{v1} + L_{v2} + \dots L_{vn}$). Die Schleierleuchtdichte der einzelnen Leuchte wird berechnet als $L_v = 10(E_{eye} \cdot \theta^2)$. Dabei ist E_{eye} die Beleuchtungsstärke am Auge des Beobachters auf einer Ebene senkrecht zur Blickrichtung (2° unter horizontal) und θ der Winkel zwischen der Blickrichtung des Beobachters und der (Licht-)Ausstrahlrichtung jeder einzelnen Leuchte.,

L_{ve} die äquivalente Schleierleuchtdichte des Umfeldes in cd/m^2 . Ausgehend von der Annahme, dass das Reflexionsverhalten des Umfeldes vollkommen diffus ist, kann die äquivalente Schleierleuchtdichte berechnet werden als $L_{ve} = 0,035 \cdot \rho \cdot E_{hav} \cdot \pi^{-1}$. Dabei ist ρ der mittlere Reflexionsgrad und E_{hav} die mittlere Beleuchtungsstärke des Bereichs.

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

4.4.2 Schleierreflexionen und Reflexblendung

Reflexionen hoher Leuchtdichte 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,

4.5 Störwirkung

Um das nächtliche Umfeld sicherer und übersichtlicher zu gestalten ist es notwendig, die Störwirkung (auch Lichtverschmutzung genannt) zu begrenzen. Die Störwirkung kann ernsthafte physiologische und ökologische Probleme für Personen und Umwelt verursachen.

In Tabelle 2 werden Grenzwerte der Störwirkung für Beleuchtungsanlagen im Freien angegeben.