

DIN EN 12464-2

ICS 91.160.20

Einsprüche bis 2023-11-22
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12464-2:2014-05

Entwurf

**Licht und Beleuchtung –
Beleuchtung von Arbeitsstätten –
Teil 2: Arbeitsplätze im Freien;
Deutsche und Englische Fassung prEN 12464-2:2023**

Light and lighting –
Lighting of work places –
Part 2: Outdoor work places;
German and English version prEN 12464-2:2023

Lumière et éclairage –
Éclairage des lieux de travail –
Partie 2: Lieux de travail extérieurs;
Version allemande et anglaise prEN 12464-2:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-09-22 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fnl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 118 Seiten

DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12464-2:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitskreis NA 058-00-11-14 AK „Arbeitsstätten im Freien“ im DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 3864-1 siehe DIN ISO 3864-1

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 12464-2:2014-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einführung eines neuen Abschnittes 4, der die „Symbole und Abkürzungen“ zusammenfasst;
- b) leichte Überarbeitung der Empfehlungen in den Tabellen in Abschnitt 6, neue Anwendungen hinzugefügt, wo dies sinnvoll war, welche die die Bedürfnisse der Nutzer stärker berücksichtigen als bisher. So sind die Anforderungen an die erforderliche Beleuchtungsstärke nach Abschnitt 6 differenzierter, einschließlich der Bedeutung von Kontextmodifikatoren;
- c) der Variabilität des Lichts wird mehr Beachtung geschenkt (5.1);
- d) ein Höchstwert für die Größe des Zellenrasters angegeben (5.3.5);
- e) aufdringliches Licht an die neue Ausgabe von CIE 150:2017 angepasst und die Umgebungszone E0 eingeführt (5.5);
- f) Flimmern und stroboskopischer Effekt aktualisiert (5.8);
- g) Nachhaltigkeit aktualisiert (5.10);
- h) neuer informativer Anhang A, der die „Reflexionsgrade einiger Materialien für den Außenbereich“ enthält;
- i) neuer informativer Anhang B, der zusätzliche Informationen zu den in Tabelle 23 aufgeführten spezifischen Anforderungen für Bahnanlagen enthält.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 3864-1, *Graphische Symbole — Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen — Teil 1: Gestaltungsgrundlagen für Sicherheitszeichen und Sicherheitsmarkierungen*

– *Entwurf* –

E DIN EN 12464-2:2023-10

– Leerseite –

September 2023

prEN 12464-2

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

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

Lumière et éclairage – Éclairage des lieux de travail – Partie 2: Lieux de travail extérieurs

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole und Abkürzungen	7
5 Auslegungskriterien der Lichtplanung	8
5.1 Lichtumgebung	8
5.2 Leuchtdichte Verteilung	9
5.2.1 Allgemeines	9
5.2.2 Reflexionsgrad von Oberflächen	9
5.2.3 Beleuchtungsstärke auf Oberflächen	10
5.3 Beleuchtungsstärke	10
5.3.1 Allgemeines	10
5.3.2 Skala der Beleuchtungsstärke	10
5.3.3 Beleuchtungsstärke im Bereich der Tätigkeit bzw. der Sehaufgabe	10
5.3.4 Beleuchtungsstärke der Umgebung	11
5.3.5 Raster für die Beleuchtungsstärke	12
5.3.6 Gleichmäßigkeit und Ungleichmäßigkeit	13
5.4 Blendung	14
5.4.1 Allgemeines	14
5.4.2 Blendungswert	14
5.4.3 Schleierreflexionen und Reflexblendung	15
5.5 Störlicht	15
5.6 Beleuchtung des Außenbereichs	17
5.6.1 Allgemeines	17
5.6.2 Modellierung	18
5.6.3 Gerichtete Beleuchtung der Sehaufgaben	18
5.7 Farbaspekte	18
5.7.1 Allgemein	18
5.7.2 Farbart der Lichts	18
5.7.3 Farbwiedergabe	19
5.8 Flimmern und stroboskopische Effekte	19
5.8.1 Allgemeines	19
5.8.2 Flimmern	19
5.8.3 Stroboskopischer Effekt	20
5.9 Wartungsfaktor	20
5.10 Nachhaltigkeit	21
5.10.1 Allgemein	21
5.10.2 Lebenszyklus	21
5.10.3 Energieverbrauch	21
5.10.4 Ökologische Auswirkungen	21
5.11 Adaptive Beleuchtung	22
6 Verzeichnis der Beleuchtungsanforderungen	22
6.1 Allgemein	22
6.2 Aufbau der folgenden Tabelle 8 bis Tabelle 26	22
6.3 Verzeichnis der Bereiche, Sehaufgaben und Tätigkeiten	23
6.4 Beleuchtungsanforderungen für Bereiche, Sehaufgaben und Tätigkeiten	24
7 Überprüfungen	44
7.1 Allgemein	44
7.2 Beleuchtungsstärke	44

7.3	Blendungswert	44
7.4	Farbwiedergabeindex und Lichtfarbe	44
7.5	Störlicht	44
7.6	Wartungsplan	44
Anhang A (informativ) Reflexionsgrade einiger Baustoffe im Außenbereich		45
Anhang B (informativ) Transportbereiche — Bahnanlagen		46
B.1	Kante der Laderampe/des Bahnsteigs	46
B.2	Begrenzung der Blendung von Triebfahrzeugführern	46
B.3	Wartungshallen	46
B.4	Verkehrsbereiche	46
Anhang C (informativ) A-Abweichungen		47
Literaturhinweise		48
Stichwortverzeichnis		49

Bilder

Bild 1	— Rasterfeldgröße in Abhängigkeit der Abmessung der Berechnungsfläche	13
Bild 2	— Der Winkel zwischen der Fixierlinie des Beobachters und der Richtung des Lichteinfalls von der einzelnen Leuchte	14

Tabellen

Tabelle 1	— Kontextmodifikatoren für die Erhöhung des Wartungswerts der Beleuchtungsstärke	10
Tabelle 2	— Kontextmodifikatoren für die Verringerung des erforderlichen Wartungswerts der Beleuchtungsstärke	11
Tabelle 3	— Beziehung zwischen Beleuchtungsstärken der unmittelbaren Umgebungsbereiche und dem Bereich der Sehaufgabe	12
Tabelle 4	— Maximal zulässiges Störlicht von Außenbeleuchtungsanlagen	15
Tabelle 5	— Höchstwerte für die Lichtstärke von Leuchten in bestimmten Richtungen	17
Tabelle 6	— Höchstwerte der Schwellenwerterhöhung für Anlagen, die nicht der Straßenbeleuchtung dienen	17
Tabelle 7	— Farbartgruppen von Lichtquellen	18
Tabelle 8	— Allgemeine Anforderungen an Bereiche und an die Reinigung von Arbeitsstätten/Arbeitsplätzen im Freien	24
Tabelle 9	— Parkplätze	25
Tabelle 10	— Verkehrsbereiche und Außenbereiche von Wohngebieten	26
Tabelle 11	— Außenbereiche von Bildungseinrichtungen und Kindergärten	27
Tabelle 12	— Außenbereiche von Pflegeheimen, somatischen und psychiatrischen Kliniken	27
Tabelle 13	— Flugplätze	29
Tabelle 14	— Baustellen	30
Tabelle 15	— Kanäle, Schleusen und Hafenanlagen	30
Tabelle 16	— Landwirtschaftliche Betriebe	32
Tabelle 17	— Tankstellen	32
Tabelle 18	— Industrieanlagen	33
Tabelle 19	— Lagerbereiche und Verteilzentren im Außenbereich	34
Tabelle 20	— Offshore-Gas- und Ölförderanlagen	35
Tabelle 21	— Anlagen in der Ölindustrie und anderen chemischen Industriebetrieben	36
Tabelle 22	— Stromerzeugung, Gas- und Heizkraftwerke	38
Tabelle 23	— Bahnanlagen	38
Tabelle 24	— Sägewerke	41
Tabelle 25	— Schiffswerften und Docks	42
Tabelle 26	— Wasser- und Abwasseranlagen	43
Tabelle A.1	— Reflexionsgrade einiger Baustoffe auf der Grundlage von CIE 150:2017	45

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12464-2:2023) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 12464-2:2014 ersetzen.

Die ursprüngliche Norm EN 12464-2:2007 wurde bereits in ihrer ersten Überarbeitung EN 12464-2:2014 weiterentwickelt. Sie legt die Anforderungen an gute Beleuchtungslösungen fest und gibt keine Gestaltungsrichtlinien vor. Die Erfahrungen aus der Anwendung der Norm bildeten die Grundlage für die nächsten Schritte zur Entwicklung dieser neuen Ausgabe, in der menschliche und anwenderspezifische Bedürfnisse stärker berücksichtigt werden. Aus technologischer Sicht hat die LED frühere Technologien abgelöst und ist zur Hauptlichtquelle geworden. Die Überarbeitung der Norm ist auf die Parallelnorm für Arbeitsplätze in Innenräumen, EN 12464-1:2021, abgestimmt.

EN 12464-2:2023 umfasst gegenüber EN 12464-2:2014 folgende bedeutende technische Änderungen:

- Ein neuer Abschnitt 4 wurde aufgenommen, um die „Symbole und Abkürzungen“ zusammenzufassen.
- Die Empfehlungen in den Tabellen in Abschnitt 6 wurden geringfügig überarbeitet, es wurden neue Anwendungen hinzugefügt, wo dies angebracht war, und die Bedürfnisse der Anwender wurden stärker als bisher berücksichtigt. So wurden die Anforderungen an die erforderliche Beleuchtungsstärke nach Abschnitt 6 stärker differenziert und berücksichtigen auch die Bedeutung von Kontextmodifikatoren.
- Die Variabilität des Lichts wird stärker berücksichtigt (5.1).
- Ein Höchstwert für die Rasterfeldgröße wird angegeben (5.3.5).
- Die Angaben zu Störlicht wurden an die neue Ausgabe von CIE 150:2017 angepasst und die Umweltzone E0 wurde aufgenommen (5.5).
- Die Angaben zu Flimmern und zum stroboskopischen Effekt wurden aktualisiert (5.8).
- Die Angaben zur Nachhaltigkeit wurden aktualisiert (5.10).
- Ein neuer informativer Anhang A wurde aufgenommen, der die „Reflexionsgrade einiger Baustoffe im Freien“ behandelt.
- Ein neuer informativer Anhang B mit zusätzlichen Angaben zu den in Tabelle 23 aufgeführten spezifischen Anforderungen für Bahnanlagen wurde aufgenommen.

EN 12464 *Licht und Beleuchtung* — *Beleuchtung von Arbeitsstätten* besteht aus folgenden Teilen:

- *Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen*
- *Teil 2: Arbeitsplätze im Freien*

Einleitung

Um Sehaufgaben im Freien effektiv und genau, insbesondere während der Nacht ausführen zu können, sollte eine geeignete und angemessene Beleuchtung vorgesehen werden.

Der Grad an Punktsehschärfe und Sehkomfort, der für eine breite Palette von Arbeitsstätten/Arbeitsplätze im Freien jeweils erforderlich ist, wird durch die Art und Dauer der Tätigkeit bestimmt.

Diese Norm legt Anforderungen fest für die Beleuchtung von Sehaufgaben an den meisten Arbeitsstätten/Arbeitsplätzen im Freien und in deren zugeordneten Bereichen im Hinblick auf die Quantität und Qualität der Beleuchtung. Zudem werden Empfehlungen für eine gute Beleuchtungspraktik gegeben.

Es ist wichtig, dass neben allen spezifischen Anforderungen, die in der Tabelle der Beleuchtungsanforderungen (siehe Abschnitt 6) aufgeführt sind, auch die Angaben der anderen Abschnitte dieses Dokuments befolgt werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Beleuchtungsanforderungen für Arbeitsstätten/Arbeitsplätze im Freien fest, die den menschlichen Bedürfnissen in Hinblick auf Sehkomfort und Sehleistung entsprechen, wenn die Beschäftigten über ein übliches oder entsprechend korrigiertes ophthalmologisches Leistungsvermögen (Sehvermögen) verfügen. Gewöhnliche Sehaufgaben und die Vermeidung von Störlicht werden berücksichtigt.

Dieses Dokument legt Anforderungen an Beleuchtungslösungen in Hinblick auf die Quantität und Qualität der Beleuchtung fest, die für die meisten Arbeitsstätten/Arbeitsplätze im Freien und deren zugeordnete Bereiche gelten. Zudem werden Empfehlungen für eine gute Beleuchtungspraktik gegeben. Dieses Dokument legt keine Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten im Hinblick auf den betrieblichen Arbeits- und Gesundheitsschutz der Beschäftigten fest und wurde nicht im Anwendungsbereich von Artikel 153 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union erarbeitet, obwohl die in diesem Dokument angegebenen lichttechnischen Anforderungen üblicherweise auch den Erfordernissen des Arbeitsschutzes gerecht werden.

ANMERKUNG Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten im Hinblick auf den betrieblichen Arbeits- und Gesundheitsschutz können in nach Artikel 153 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union erlassenen Richtlinien, in der nationalen Gesetzgebung der Mitgliedstaaten in Umsetzung dieser Richtlinien oder in anderen nationalen gesetzlichen Regelungen der Mitgliedstaaten enthalten sein.

Dieses Dokument legt weder spezifische Lösungen fest, noch schränkt es die Freiheit der Planer ein, neue Techniken zu erkunden oder innovative Gerätschaften einzusetzen. Die Beleuchtung kann durch Tageslicht, elektrische Beleuchtung oder eine Kombination aus beidem erreicht werden.

Dieses Dokument gilt nicht für die Beleuchtung von Arbeitsplätzen in Innenräumen und im Untertagebau oder für die Notbeleuchtung. Für Arbeitsplätze in Innenräumen siehe EN 12464-1 und für Notbeleuchtung: siehe EN 1838 und EN 13032-3.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 12665, *Licht und Beleuchtung — Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung*

EN 17037, *Tageslicht in Gebäuden*

ISO 3864-1, *Graphical symbols — Safety colours and safety signs — Part 1: Design principles for safety signs and safety markings*

ISO/CIE TS 22012, *Light and lighting — Maintenance factor determination — Way of working*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 12665, EN 17037 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

Bereich der Tätigkeit

Bereich, der eine oder mehrere Sehaufgaben enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Sehaufgaben können sich in Typ und/oder Position unterscheiden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein großer Bereich kann einen oder mehrere Bereiche für Tätigkeiten enthalten.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die räumliche Orientierung muss vom Planer festgelegt werden.

Anmerkung 4 zum Begriff: Ein Bereich der Tätigkeit ist nicht als Ansammlung einer Reihe von einzelnen Aufgabenbereichen über einen größeren Bereich zu betrachten.

[QUELLE: EN 12464-1:2021, 3.1]

3.2

Modelling

Wirkung von gerichteter Beleuchtung, um die Tiefe, Form und Oberflächenbeschaffenheit eines Objekts oder einer Person sichtbar zu machen

[QUELLE: CIE S 017:2020, 17-29-170]

4 Symbole und Abkürzungen

U_o	Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke	5.3.6
U_d	Ungleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke	5.3.6
$\bar{E}_m$	Wartungswert der Beleuchtungsstärke ¹	5.3.3
R_G	CIE-Blendungswert	5.4.2
R_{GL}	R_G -Grenzwert	5.4.2
T_{cp}	ähnlichste Farbtemperatur	5.7.2
R_a	allgemeiner Farbwiedergabeindex	5.7.3
R_i	spezifischer Farbwiedergabeindex	5.7.3
TLA	temporale Lichtartefakte	5.8.1
P_{st}^{LM}	IEC-Kurzeitlichtmodulation/Flimmerindikator	5.8.2
SVM	Stroboskopisches Sichtbarkeitsmaß (en: Stroboscopic Visibility Measure)	5.8.3
$\bar{E}$	mittlere Beleuchtungsstärke	5.8.3
DSE	Bildschirmgerät(e) (en: Display Screen Equipment)	5.9
L	Leuchtdichte	5.9.2
f_m	Wartungsfaktor	5.9
$\bar{E}_i$	Neuwert der Beleuchtungsstärke	5.9

1 Nach EN 12655 ist $\bar{E}_m$ der Wert, den die mittlere Beleuchtungsstärke auf einer festgelegten Fläche nicht unterschreiten darf.

5 Auslegungskriterien der Lichtplanung

5.1 Lichtumgebung

Für eine gute Beleuchtungspraktik ist es wesentlich, dass sowohl die geforderte Beleuchtungsstärke als auch zusätzliche qualitative und quantitative Erfordernisse erfüllt werden.

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

- Sehkomfort, durch den die Beschäftigten ein Gefühl des Wohlbefindens haben; trägt indirekt auch zu einer höheren Produktivität und einer höheren Arbeitsqualität bei;
- Sehleistung, mit der die Beschäftigten in der Lage sind, ihre Sehaufgaben auszuführen, auch unter schwierigen Umständen und über längere Zeitspannen;
- Sicherheit.

Die wichtigsten Kenngrößen für die Bestimmung der Lichtumgebung in Bezug auf elektrische Beleuchtung und Tageslicht sind:

- Leuchtdichteverteilung;
- Beleuchtungsstärke;
- Blendung;
- Lichtrichtung;
- Farbwiedergabe und Farbart des Lichts;
- Flimmern;
- Variabilität des Lichts (Niveau und Farbe des Lichts).

Diese Kriterien werden in Abschnitt 5 näher beschrieben, Anforderungen und Empfehlungen sind in Abschnitt 6 angegeben.

ANMERKUNG Eine bewusst gestaltete und anspruchsvollere Lichtumgebung, blendungsfreie Beleuchtung, gute Farbwiedergabe, kontrastreiche Kennzeichnungen und optische wie taktile Führungssysteme können die Punktsehschärfe und den Orts- und Orientierungssinn verbessern (siehe CIE 196:2011).

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

- die spezifischen Merkmale der Sehaufgabe (Größe, Form, Position, Farbe und Reflexionsgrad des Details und des Hintergrunds);
- Sehvermögen der Person (Sehschärfe, Tiefenwahrnehmung, Farbwahrnehmung) (siehe CIE 227);
- für sehbehinderte Menschen, z. B. mit Blendungsempfindlichkeit, Gesichtsfelddefekten, Adaptation und vermindertem Kontrast- und Farbsehvermögen ist Dimmen, Blendschutz und Farbwiedergabe besonders zu beachten (siehe CIE 227).

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

5.2 Leuchtdichteverteilung

5.2.1 Allgemeines

Die Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld bestimmt den Adaptationsgrad der Augen, der die Punktsehschärfe bei der Sehaufgabe beeinflusst.

Eine ausgewogene Leuchtdichteverteilung ist erforderlich zur Erhöhung von:

- Sehschärfe;
- Kontrastempfindlichkeit (Unterscheidung von kleinen relativen Leuchtdichteunterschieden);
- Effizienz der Augenfunktionen (wie z. B. Akkommodation, Konvergenz, Pupillenkontraktion, Augenbewegungen).

In einer Arbeitsumgebung im Freien können sich die Lichtverhältnisse während der Arbeitszeiten im Hellen und im Dunklen unterscheiden.

Die Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld beeinflusst auch den Sehkomfort. Folgendes sollte aus den angegebenen Gründen sowohl während der Tag- als auch der Nacht-Arbeitszeiten vermieden werden:

- plötzliche Änderungen der Leuchtdichte. Eine zu langsame Adaption an dunklere Bereiche kann zu einer verminderten Punktsehschärfe führen. Insbesondere bei Tageslichtbedingungen kann der Leuchtdichtekontrast beim Wechsel von schattigen zu schattenlosen Bereichen sehr hoch werden;
- zu hohe Leuchtdichten und Leuchtdichtekontraste, die zu Blendung führen können;
- harte Schatten durch Tageslicht und elektrisches Licht von engstrahlenden Lichtquellen müssen vermieden werden. Harte Schatten durch Sonnenlicht können Objekte beschatten und schlechte Arbeitsbedingungen durch schlechte Sicht und große Unterschiede in der Lichtverteilung schaffen.

Die wahrgenommene Lichtverteilung und Adaptionsleuchtdichte hängt hauptsächlich vom Reflexionsgrad der Oberflächen im Außenbereich, der Lichtstärkeverteilung der Leuchte sowie der Anzahl und dem Standort der im Außenraum montierten Leuchten ab.

Obwohl Anforderungen an die Leuchtdichte eine repräsentative Möglichkeit zur Beschreibung der visuellen Umgebung wären, werden in diesem Dokument Anforderungen an die Beleuchtungsstärke aufgeführt, da die Anforderungen an die Leuchtdichte aufgrund ihrer Abhängigkeit von den genauen Baustoffeigenschaften und den Betrachtungspunkten komplexer sind.

Der Lichtplaner muss die geeigneten Anforderungen an Reflexionsgrad (5.2.2) und Beleuchtungsstärke für die Oberflächen im Außenbereich (5.2.3) auf der Grundlage der folgenden Anleitung berücksichtigen und auswählen.

ANMERKUNG Witterungsbedingungen, z. B. Schnee, Nebel und Regen, haben einen erheblichen Einfluss auf die Leuchtdichteverteilung.

5.2.2 Reflexionsgrad von Oberflächen

In Planungs- und Auslegungsberechnungen sollten die festgelegten Reflexionsgrade der Oberflächen den tatsächlichen so nah wie möglich kommen, wobei die Abweichungen des Reflexionsgrades innerhalb der Oberfläche berücksichtigt werden sollten. Typische Reflexionsgrade der wichtigsten glänzenden und matten Oberflächen, die üblicherweise im Außenbereich verwendet werden, sind in Anhang A aufgeführt. Staub und Feuchtigkeit können jedoch die Reflexionsgrade von Oberflächen mit der Zeit verändern.

ANMERKUNG Fassadenelemente aus klarem oder verspiegeltem Glas weisen oft nur einen geringen diffusen Reflexionsgrad von weniger als 0,1 auf. Je nach Blickrichtung kann jedoch die Leuchtdichte von Leuchten in der Nähe oder die

Sonne reflektiert werden. Diese Reflexionen können zu starker Blendung sowie zu Lichtverschmutzung (Störlicht) führen und werden durch Versetzen der Leuchte oder durch Beschattung der Fensterfläche verringert.

5.2.3 Beleuchtungsstärke auf Oberflächen

Die Beleuchtungsstärke auf Oberflächen trägt zusammen mit den Oberflächenreflexionsgraden (siehe 5.2.2) zur Leuchtdichte bei.

5.3 Beleuchtungsstärke

5.3.1 Allgemeines

Die Beleuchtungsstärke und ihre Verteilung im Bereich der Sehaufgabe und dem unmittelbaren 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 sorgen für Sehkomfort, Sehleistung und Erfordernisse der Sicherheit.

Alle Mittel- und Gleichmäßigkeitswerte der Beleuchtungsstärke hängen vom festgelegten Beleuchtungsstärkeraster ab (siehe 5.3.5).

5.3.2 Skala der Beleuchtungsstärke

Für dauerhafte Unterschiede wird eine Abstufung der Beleuchtungsstärke (in lx) nach EN 12665 empfohlen:

5-7,5-10-15-20-30-50-75-100-150-200-300-500-750-1 000-1 500-2 000

5.3.3 Beleuchtungsstärke im Bereich der Tätigkeit bzw. der Sehaufgabe

Die im Abschnitt 6 angegebenen Werte sind Wartungswerte der Beleuchtungsstärke für den Bereich der Sehaufgabe auf der Bezugsfläche, die horizontal, vertikal oder geneigt sein darf. Unabhängig vom Alter und Zustand der Beleuchtungsanlage darf die mittlere Beleuchtungsstärke für die jeweilige Sehaufgabe nicht unter den in Abschnitt 6 angegebenen Wert fallen.

Die Werte gelten für übliche Sehbedingungen und berücksichtigen folgende Faktoren:

- Psycho-physiologische Aspekte wie Sehkomfort und Wohlbefinden;
- Anforderungen an Sehaufgaben;
- visuelle Ergonomie;
- praktische Erfahrung;
- Sicherheit;
- Wirtschaftlichkeit.

So wird beispielsweise eine Erhöhung um eine Stufe empfohlen, wenn eine oder zwei der in Tabelle 1 aufgeführten Bedingungen erfüllt ist/sind, und eine Erhöhung um zwei Stufen, wenn mehr als zwei dieser Bedingungen erfüllt sind. Störlicht muss berücksichtigt werden.

Tabelle 1 — Kontextmodifikatoren für die Erhöhung des Wartungswerts der Beleuchtungsstärke

Die Seharbeit ist kritisch.
Die Sehaufgabe oder der Beschäftigte bewegt sich.

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Die Behebung von Fehlern ist kostspielig.
Genauigkeit, höhere Produktivität oder erhöhte Konzentration ist von großer Bedeutung.
Das Sehvermögen des Beschäftigten ist unterdurchschnittlich.
Die Einzelheiten der Sehaufgabe sind besonders klein oder kontrastarm.
Die Aufgabe wird über einen ungewöhnlich langen Zeitraum ausgeführt.

ANMERKUNG 1 Die Beleuchtungsstärke der Netzhaut nimmt mit zunehmendem Alter ab, da sich die Pupillengröße verringert und die spektrale Absorption der Linse zunimmt. In der Praxis ist es sinnvoll, die Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe zu erhöhen, um älteren Menschen zu helfen, den altersbedingten Verlust der Beleuchtungsstärke der Netzhaut auszugleichen. Weitere Informationen können CIE 227:2017 entnommen werden.

Der in Abschnitt 6 angegebene erforderliche Wert für $\bar{E}_m$ ist ein Mindestwert für übliche Arbeitsbedingungen.

Eine Verringerung der Beleuchtungsstärke um eine Stufe darf in Betracht gezogen werden, wenn die Bedingungen aus Tabelle 2 erfüllt sind. Der verringerte Wert von $\bar{E}_m$ darf 5 lx nicht unterschreiten.

Tabelle 2 — Kontextmodifikatoren für die Verringerung des erforderlichen Wartungswerts der Beleuchtungsstärke

Einzelheiten der Sehaufgabe sind ungewöhnlich groß oder weisen einen ungewöhnlich hohen Kontrast auf.
Die Aufgabe wird über einen ungewöhnlich kurzen Zeitraum ausgeführt.

Durch Dimmen werden mögliche zukünftige Änderungen der Arbeitsbedingungen berücksichtigt.

ANMERKUNG 2 Für sehbehinderte Menschen kann die Berücksichtigung besonderer Anforderungen an Beleuchtungsstärken und Kontraste erforderlich sein.

Die Größe und Position der Sehaufgabe oder des Bereichs der Tätigkeit müssen angegeben und dokumentiert werden.

Wenn die Art der Sehaufgabe nicht bekannt ist, muss der Lichtplaner Annahmen hinsichtlich der wahrscheinlichen Sehaufgabe(n) treffen und die betreffenden Anforderungen angeben.

Wenn der gesamte Bereich mit einer bestimmten Beleuchtungsstärke beleuchtet wird, ist eine Beleuchtungssteuerung in definierten geeigneten Zonen empfehlenswert.

Wenn mehrere Sehaufgaben im Bereich durchgeführt werden, müssen die Anforderungen für alle diese Aufgaben erfüllt werden.

Dies gilt auch für einen Bereich der Tätigkeit.

5.3.4 Beleuchtungsstärke der Umgebung

Die Beleuchtungsstärke von unmittelbaren Umgebungsbereichen muss zur Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe in Beziehung stehen und sollte eine ausgewogene Leuchtdichteverteilung im Gesichtsfeld schaffen.

Starke örtliche Schwankungen der Beleuchtungsstärke um den Bereich der Sehaufgabe herum können zu visueller Belastung und Unbehagen führen.

Die Beleuchtungsstärke der unmittelbaren Umgebungsbereiche darf niedriger sein als die Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe, darf aber die in Tabelle 3 angegebenen Werte nicht unterschreiten.

Der unmittelbare Umgebungsbereich sollte als Streifen mit einer Breite von mindestens 2 m den Bereich der Sehaufgabe innerhalb des Gesichtsfelds umgeben.

Tabelle 3 — Beziehung zwischen Beleuchtungsstärken der unmittelbaren Umgebungsbereiche und dem Bereich der Sehaufgabe

Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe lx	Beleuchtungsstärke in unmittelbaren Umgebungsbereichen lx
≥ 500	100
300	75
200	50
150	30
$50 \leq \bar{E}_m \leq 100$	20
< 50	keine Angabe

Zusätzlich zur Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe muss die Beleuchtung auch eine angemessene Adaptationsleuchtdichte nach 5.2 erzeugen.

5.3.5 Raster für die Beleuchtungsstärke

Es müssen Rastersysteme erstellt werden, um die Punkte anzugeben, an denen die Werte der Beleuchtungsstärke für den (die) Bereich(e) der Sehaufgabe oder Tätigkeit und den (die) unmittelbaren Umgebungsbereich(e) berechnet und überprüft werden.

Rasterfelder, die näherungsweise quadratisch sind, werden bevorzugt. Das Längen-zu-Breiten-Verhältnis eines Rasterfelds muss zwischen 0,5 und 2 liegen (siehe auch EN 12193 und EN 12464-1). Die maximale Rasterfeldgröße muss wie folgt sein:

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

Dabei ist:

d die längere Abmessung der Fläche (m), wenn allerdings das Seitenverhältnis der längeren zur kürzeren Seite 2 oder mehr beträgt, wird d zur kürzeren Abmessung der Fläche; und

p die maximale Rasterfeldgröße (m).

Die Anzahl der Punkte in der maßgeblichen Abmessung wird durch den nächstliegenden ganzzahligen Wert von d/p angegeben.

Der sich daraus ergebende Abstand zwischen den Rasterpunkten wird zur Berechnung der nächstliegenden ganzen Zahl von Rasterpunkten für die andere Abmessung verwendet. Daraus ergibt sich ein Verhältnis von Länge zu Breite des Rasterfelds, das nahe bei 1 liegt.

Die Beleuchtungsstärkewerte werden im Mittelpunkt der Rasterrechtecke berechnet und überprüft.

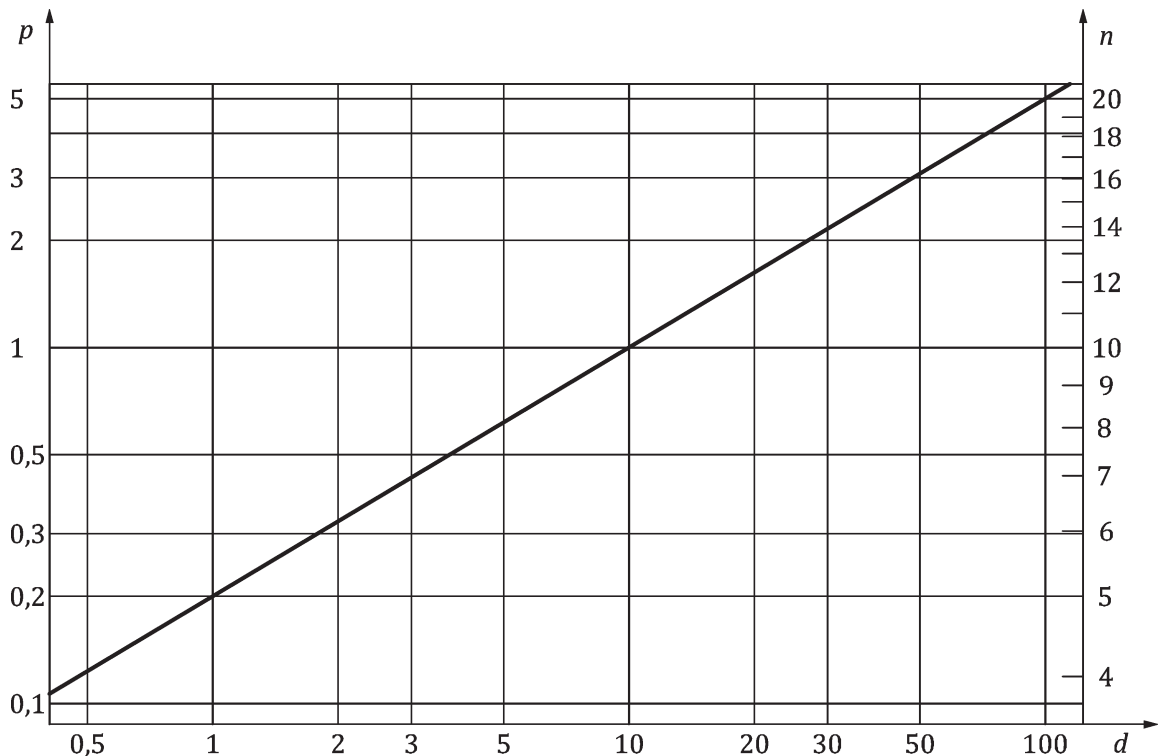
Die Rasterpunktabstände sollten nicht mit den Leuchtenabständen übereinstimmen.

Die maximale Feldgröße sollte 5 m nicht überschreiten.

ANMERKUNG 1 Gleichung (1) (aus CIE x005:1992) wurde unter der Annahme abgeleitet, dass p proportional zu $\log_{10} d$ ist; dabei ist:

- $p = 0,2$ m, wenn $d = 1$ m;
- $p = 1$ m, wenn $d = 10$ m;
- $p = 5$ m, wenn $d = 100$ m.

ANMERKUNG 2 Sehr große Bereiche könnten in kleinere Referenzflächen unterteilt werden, um einen angemessenen Rasterfeldabstand einzuhalten.



Legende

d die längere Abmessung der Berechnungsfläche (m), wenn allerdings das Seitenverhältnis der längeren zur kürzeren Seite 2 oder mehr beträgt, wird d zur kürzeren Abmessung der Fläche

p die maximale Rasterfeldgröße (m)

n die Anzahl der Rasterpunkte in der jeweiligen Abmessung

Bild 1 — Rasterfeldgröße in Abhängigkeit der Abmessung der Berechnungsfläche

5.3.6 Gleichmäßigkeit und Ungleichmäßigkeit

Der Bereich der Sehaufgabe sollte so gleichmäßig wie möglich beleuchtet werden. Die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe darf die in Abschnitt 6 angegebenen Werte nicht unterschreiten. In der unmittelbaren Umgebung darf die Gleichmäßigkeit nicht geringer sein als 0,10.

In einigen Fällen, wie z. B. in Bahnanlagen, ist auch die Ungleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke ein wichtiges Qualitätsmerkmal.

5.4 Blendung

5.4.1 Allgemeines

Blendung ist eine Empfindung, die durch helle Flächen im Sichtfeld hervorgerufen wird und entweder als psychologische Blendung oder als physiologische Blendung empfunden werden kann. Blendung, die durch Reflexionen auf spiegelnden Oberflächen verursacht wird, ist allgemein bekannt als Schleierreflexion oder Reflexblendung.

Es ist wichtig, die Blendung von Nutzern zu begrenzen, um Fehler, Ermüdung und Unfälle zu vermeiden.

ANMERKUNG Besondere Sorgfalt ist geboten, um Blendung zu vermeiden, wenn die Blickrichtung oberhalb der Horizontalen verläuft.

5.4.2 Blendungswert

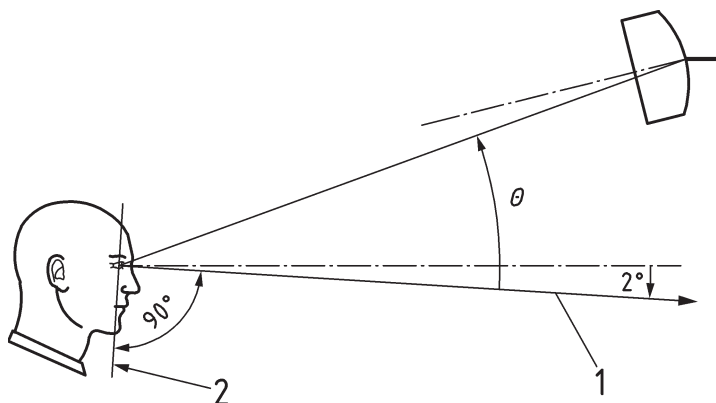
Die Blendung, die unmittelbar durch Leuchten einer Beleuchtungsanlage im Freien erzeugt wird, muss nach dem Verfahren des CIE-Blendungswerts (R_G) bestimmt werden, auf Grundlage der Gleichung:

$$R_G = 27 + 24 \log_{10} \left(\frac{L_{vl}}{L_{ve}^{0,9}} \right) \quad (2)$$

Dabei ist:

L_{vl} die gesamte Schleierleuchtdichte in $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$, welche von der Beleuchtungsanlage verursacht wird. Sie ist die Summe der Schleierleuchtdichten, die von den einzelnen Leuchten verursacht werden ($L_{vl} = L_{v1} + L_{v2} + \dots + L_{vn}$). Die Schleierleuchtdichte der einzelnen Leuchten wird berechnet als $L_v = 10 \cdot (E_{eye} \cdot \theta^{-2})$, wobei E_{eye} die Beleuchtungsstärke im Auge des Beobachters auf einer Ebene senkrecht zur Fixierlinie ist (2° unter horizontal, siehe Bild 2) und θ der Winkel zwischen der Fixierlinie des Beobachters und der Lichteinfallrichtung der einzelnen Leuchte ist;

L_{ve} die äquivalente Schleierleuchtdichte des Umfeldes in $\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}$. Ausgehend von der Annahme, dass die Reflexion des Umfeldes vollkommen diffus erfolgt, darf die äquivalente Schleierreflexion aus der Umgebung 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 horizontale Beleuchtungsstärke des Bereichs. Sofern der Wert für den Reflexionsgrad nicht bekannt ist, sollte ρ mit 0,15 angesetzt werden.



Legende

1 Fixierlinie

2 Ebene von E_{eye}

Bild 2 — Der Winkel zwischen der Fixierlinie des Beobachters und der Richtung des Lichteinfalls von der einzelnen Leuchte

R_G sollte berechnet werden in den Rasterpositionen nach 5.3.5, in 45°-Intervallen radial um die Rasterpunkte mit 0°-Richtung parallel zur längeren Seite des Bereichs der Sehaufgabe.

Alle bei der Bestimmung von R_G getroffenen Annahmen müssen in der Dokumentation der Planung aufgeführt werden. Der R_G -Wert der Beleuchtungsanlage darf die in Abschnitt 6 angegebenen R_{GL} -Werte nicht überschreiten.

5.4.3 Schleierreflexionen und Reflexblendung

Reflexionen mit starker Helligkeit bei der Sehaufgabe können die Punktsehschärfe bei der Sehaufgabe, in der Regel nachteilig, beeinflussen. Schleierreflexionen und Reflexblendung können durch folgende Maßnahmen verhindert bzw. verringert werden:

- geeignete Anordnung der Leuchten und Arbeitsstätten/Arbeitsplätze;
- Beschaffenheit der Oberfläche (z. B. matte Oberflächen);
- Begrenzung der Leuchtdichte von Leuchten;
- Vergrößerung der leuchtenden Fläche der Leuchte.

5.5 Störlicht

Um bei Nacht die Seh Umgebung zu schützen und zu verbessern, ist es notwendig, Störlicht (auch als Lichtverschmutzung bekannt) zu begrenzen, da es ernsthafte negative physiologische und ökologische Auswirkungen auf den Menschen und die Umwelt haben kann.

Die Grenzwerte für Störlicht von Außenbeleuchtungsanlagen zur Minimierung der negativen Auswirkungen auf den Menschen sowie auf Flora und Fauna sind in Tabelle 4 und auf Teilnehmende am Straßenverkehr in Tabelle 5 angegeben.

Tabelle 4 — Maximal zulässiges Störlicht von Außenbeleuchtungsanlagen

Umweltzone	Mittlere Beleuchtungsstärke am Immissionsort E_v lx		Indirekter Lichtstrom-Wert %			Störwirkung in Form der Himmelaufhellung R_{UL} %	Leuchtdichte	
							L_b cd·m ⁻²	L_s cd·m ⁻²
	vor der Geltungszeit ^a	nach der Geltungszeit	Straße	Freizeitgelände	Sportgelände	vor der Geltungszeit	nach der Geltungszeit	Straße
E0	n. zutr.	n. zutr.	n. zutr.	n. zutr.	n. zutr.	< 0,1	< 0,1	n. zutr.
E1	2	< 0,1	2	n. zutr.	n. zutr.	< 0,1	50	2
E2	5	1	5	6	2	5	400	5
E3	10	2	8	12	6	10	800	10

Tabelle 4 (fortgesetzt)

Umwelt- zone	Mittlere Beleuchtungsstärke am Immissionsort		Indirekter Lichtstrom-Wert			Störwir- kung in Form der Himmels- aufhellung R_{UL} %	Leuchtdichte	
	E_v lx		%				L_b $cd \cdot m^{-2}$	L_s $cd \cdot m^{-2}$
	vor der Gel- tungszeit ^a	nach der Gel- tungs- zeit	Straße	Freizeit- gelände	Sport- gelände		vor der Gel- tungs- zeit	nach der Gel- tungs- zeit
E4	25	5	12	35	15	25	1 000	25
Dabei ist								
E0 grundsätzlich dunkle Gebiete, wie z. B. UNESCO-Sternenlichtreservate, IDA-Sternenparks und große Observatorien								
E1 grundsätzlich dunkle Gebiete, wie z. B. Nationalparks oder Schutzgebiete;								
E2 Gebiete mit geringer Gebietshelligkeit, wie z. B. Industriegebiete oder Wohngebiete in ländlicher Umgebung;								
E3 Gebiete mit mittlerer Gebietshelligkeit, wie z. B. Industriegebiete oder Wohngebiete in Vororten;								
E4 Gebiete hoher Gebietshelligkeit, wie z. B. Stadtzentren und Geschäftszentren;								
E_v der Höchstwert der vertikalen mittleren Beleuchtungsstärke am Immissionsort in lx;								
R_{UL} der Anteil des Lichtstroms der Leuchte(n), der oberhalb der Horizontalen abgestrahlt wird, wenn sich die Leuchte(n) in der eingebauten Position und Lage befindet/befinden, in %;								
L_b die höchste mittlere Leuchtdichte der Fassade eines Gebäudes in $cd \cdot m^{-2}$;								
L_s die höchste mittlere Leuchtdichte von Schildern und Zeichen in $cd \cdot m^{-2}$.								
^a Falls keine Geltungszeit angegeben ist, dürfen die höheren Werte nicht überschritten werden und die niedrigeren Werte sollten als bevorzugte Grenzwerte verwendet werden.								

Für Nutzer von Transportsystemen darf für die maßgeblichen Betrachtungspositionen in Bewegungsrichtung eine Schwellenwerterhöhung von 15 % basierend auf dem gegebenen Adaptationsniveau nicht überschritten werden. Ist das Adaptationsniveau unbekannt und keine Straßenbeleuchtung vorgesehen, muss eine Adaptationsleuchtdichte von $0,1 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$ angenommen werden.

Tabelle 5 — Höchstwerte für die Lichtstärke von Leuchten in bestimmten Richtungen

Licht-technische Parameter	Anwendungsbedingungen		Leuchtengruppe (Projektionsfläche A_p in m^2)				
			$0 < A_p \leq 0,002$	$0,002 < A_p \leq 0,01$	$0,01 < A_p \leq 0,03$	$0,03 < A_p \leq 0,13$	$0,13 < A_p \leq 0,50$
Maximale Lichtstärke einer Leuchte (I in cd)	vor der Geltungszeit	Umweltzone E0	0	0	0	0	0
		Umweltzone E1	$0,29 \cdot d$	$0,63 \cdot d$	$1,3 \cdot d$	$2,5 \cdot d$	$5,1 \cdot d$
		Umweltzone E2	$0,57 \cdot d$	$1,3 \cdot d$	$2,5 \cdot d$	$5,0 \cdot d$	$10,0 \cdot d$
		Umweltzone E3	$0,86 \cdot d$	$1,9 \cdot d$	$3,8 \cdot d$	$7,5 \cdot d$	$15,0 \cdot d$
		Umweltzone E4	$1,4 \cdot d$	$3,1 \cdot d$	$6,3 \cdot d$	$13,0 \cdot d$	$26,0 \cdot d$
	nach Geltungszeit	Umweltzone E0, E1	0	0	0	0	0
		Umweltzone E2, E3, E4	$0,29 \cdot d$	$0,63 \cdot d$	$1,3 \cdot d$	$2,5 \cdot d$	$5,1 \cdot d$
ANMERKUNG 1 d ist der Abstand zwischen dem Betrachter und der Blendungsquelle in Meter.							
ANMERKUNG 2 Eine Lichtstärke von 0 cd kann nur mit einer Leuchte erreicht werden, die in den vorgesehenen Richtungen vollständig abgeschirmt ist.							

Tabelle 6 — Höchstwerte der Schwellenwerterhöhung für Anlagen, die nicht der Straßenbeleuchtung dienen

Lichttechnische Parameter	Straßenbeleuchtungsklassen ^{a b}			
	Keine Straßenbeleuchtung	M5	M4/M3	M2/M1 ^f
Schwellenwerterhöhung (T) ^{c d e}	15 % auf der Basis einer Adaptationsleuchtdichte von $0,1 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$	15 % auf der Basis einer Adaptationsleuchtdichte von $1 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$	15 % auf der Basis einer Adaptationsleuchtdichte von $2 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$	15 % auf der Basis einer Adaptationsleuchtdichte von $5 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$
^a Straßenbeleuchtungsklassifizierung wie in EN 13201-2 angegeben. ^b Ist eine C-Beleuchtungsklasse oder eine P-Beleuchtungsklasse anzuwenden, sollte ein Wert der Adaptationsleuchtdichte nach CEN/TR 13201-1:2014, Tabelle 3 oder gleichwertigen nationalen Normen verwendet werden. ^c TI-Berechnung wie in EN 13201-3 angegeben. ^d Grenzen gelten da, wo bei Nutzern von Transportsystemen die Fähigkeit abnimmt, wichtige Informationen zu sehen. Die angeführten Werte gelten für maßgebliche Positionen und für Blickrichtungen in Bewegungsrichtung. ^e Tabelle 4 in CIE 150:2017 enthält entsprechende Werte für die Schleierleuchtdichte L_v . ^f Die Adaptationsleuchtdichtewerte werden CIE 150:2017, Tabelle 4 entnommen.				

5.6 Beleuchtung des Außenbereichs

5.6.1 Allgemeines

Zusätzlich zur Beleuchtung der Bereiche der Schaufgabe und der Tätigkeit sollte der gesamte von Personen genutzte Bereich beleuchtet werden. Dieses Licht ist erforderlich, um Objekte hervorzuheben, Oberflächen-

strukturen sichtbar zu machen und die Erkennbarkeit von Personen in diesem Bereich zu erhöhen. Die Begriffe „Modelling“ und „gerichtete Beleuchtung“ beschreiben die Beleuchtungsbedingungen.

5.6.2 Modelling

Das allgemeine Aussehen eines Bereichs wird aufgewertet, wenn seine strukturellen Merkmale, die Personen und Gegenstände so beleuchtet werden, dass Form und Oberflächenstruktur deutlich und auf angenehme Weise erkennbar sind.

Die Beleuchtung sollte nicht zu stark gerichtet sein, da sich sonst harte Schatten bilden.

Mehrfachschatten, die durch zahlreiche benachbarte Lichtquellen mit gerichteter Beleuchtung verursacht werden, können visuelle Konfusion hervorrufen.

Modelling bezeichnet die Ausgewogenheit zwischen diffusem und gerichtetem Licht und sollte berücksichtigt werden.

5.6.3 Gerichtete Beleuchtung der Sehaufgaben

Beleuchtung aus einer bestimmten Richtung kann Einzelheiten innerhalb einer Sehaufgabe zum Vorschein bringen, deren Sichtbarkeit erhöhen und die Durchführung der Aufgabe erleichtern. Schleierreflexionen und Reflexblendung sollten vermieden werden, siehe 5.4.3.

Harte Schatten, die die Sehaufgabe beeinträchtigen, sollten vermieden werden. Einige Schatten helfen jedoch die Punktsehschärfe bei der Sehaufgabe zu erhöhen.

5.7 Farbaspekte

5.7.1 Allgemein

Die Farbqualitäten einer nahezu weißen Lichtquelle werden durch zwei Merkmale charakterisiert:

- die Farbart des Lichts;
- das Farbwiedergabevermögen.

Diese beiden Merkmale müssen getrennt betrachtet werden.

5.7.2 Farbart des Lichts

Die Farbart einer Lichtquelle bezieht sich auf die wahrnehmbare Farbe (Chromatizität) des abgestrahlten Lichts. Sie wird durch ihre ähnlichste Farbtemperatur (T_{cp}) quantifiziert.

Die Farbart darf auch wie in Tabelle 7 beschrieben werden.

Tabelle 7 — Farbartgruppen von Lichtquellen

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

Die Auswahl der Farbart des Lichts ist eine Frage der Psychologie, der Ästhetik und der Vorliebe der Nutzer.

5.7.3 Farbwiedergabe

Für Sehleistung, Behaglichkeit und Wohlbefinden müssen die Farben der Umgebung und der Objekte mit ausreichender Genauigkeit entsprechend den Anforderungen der Sehaufgabe nach Abschnitt 6 wiedergegeben werden. Die Farbe der menschlichen Haut muss natürlich wiedergegeben werden, wenn dies mit vertretbarem Aufwand möglich ist. Dafür können einige Kompromisse an Arbeitsplätzen im Freien erforderlich sein.

Zur objektiven Kennzeichnung der Farbwiedergabeeigenschaften einer Lichtquelle wird der allgemeine Farbwiedergabeindex R_a verwendet. Der Höchstwert von R_a beträgt 100.

Die Mindestwerte des Farbwiedergabeindex für bestimmte Arten von Bereichen der Sehaufgabe und der Tätigkeit sind in Abschnitt 6 angegeben.

Sicherheitsfarben nach ISO 3864-1 müssen immer als solche erkennbar sein.

Die Farbwiedergabeeigenschaften des Lichtes einer Leuchte kann durch optische Effekte, Verglasungen und farbige Oberflächen beeinflusst werden.

Für die genaue Wiedergabe der Farben von Objekten und der menschlichen Haut sollte der geeignete spezifische Farbwiedergabeindex (R_i) beachtet werden.

Für Arbeitsplätze im Freien, die an ökologisch empfindliche Gebiete oder Gebiete mit geschützten Arten angrenzen oder Teil solcher Gebiete sind, dürfen die in den Tabellen in Abschnitt 6 angegebenen Farbwiedergabewerte außer Acht gelassen werden, wenn dies aus Gründen des Naturschutzes erforderlich ist; dies gilt nicht für sicherheitsbezogene Sehaufgaben, bei denen die Farben erkannt werden müssen.

Wenn die Unterscheidung geringer Farbunterschiede für die Sehaufgabe wichtig ist, ist photopisches Sehen erforderlich. Aus diesem Grund darf die Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe 30 lx nicht unterschreiten.

5.8 Flimmern und stroboskopische Effekte

5.8.1 Allgemeines

Flimmern und stroboskopische Effekte (auch als temporale Lichtartefakte, TLA, [en: temporal lighting artefacts] bezeichnet) können zu unerwünschten Effekten, z. B. zu vermindertem Sehkomfort, verminderter Arbeitsleistung und zu physiologischen Effekten wie Müdigkeit oder Kopfschmerzen führen.

Stroboskopische Effekte können auch zu Gefährdungssituationen führen, wenn die Wahrnehmung von drehenden oder sich hin- und herbewegenden Maschinenteilen verfälscht wird. Dies liegt jedoch außerhalb des Anwendungsbereichs dieses Dokuments.

Beleuchtungssysteme sollten so ausgelegt werden, dass negative Auswirkungen von Flimmern und stroboskopischen Effekten im gesamten Dimmbereich vermieden werden (dies schließt Lichtquellen und Steuergeräte ein). Hintergrundinformationen und Verfahren zur objektiven Quantifizierung dieser Effekte können CIE TN 006:2016 entnommen werden.

5.8.2 Flimmern

Flimmern wird durch die Verwendung des IEC-Kurzzeitflimmerindikators P_{st}^{LM} und des Prüfverfahrens ermittelt, das in IEC/TR 61547-1:2020 beschrieben ist.

ANMERKUNG Die produktbezogene EU-Verordnung 2019/2020 und ihre Änderungen zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Lichtquellen und separate Steuergeräte enthält Anforderungen an P_{st}^{LM} für einige spezifische Beleuchtungsprodukte. Einzelheiten und Definitionen sind in der Ökodesign-Richtlinie enthalten.

5.8.3 Stroboskopischer Effekt

Stroboskopische Effekte können mit dem SVM-Messverfahren (en: Stroboscopic Visibility Measure) objektiv quantifiziert werden. Das SVM kann verwendet werden, um die Sichtbarkeit dieses Effekts für Anwendungen zu quantifizieren, bei denen die menschliche Bewegung dominiert und $\bar{E} > 100 \text{ lx}$ ist. Die Grenzwerte für dieses Maß sind abhängig von der Anwendung und werden derzeit geprüft. Das Prüfverfahren ist in IEC/TR 63158:2018 beschrieben.

ANMERKUNG 1 SVM ist nicht dazu geeignet, die Auswirkungen der Beleuchtung auf die Gesundheit und auf sich drehende oder sich hin- und herbewegende Maschinenteile zu quantifizieren, wie in 5.8.1 beschrieben.

ANMERKUNG 2 Die produktbezogene EU-Verordnung 2019/2020 und ihre Änderungen zur Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Lichtquellen und separate Steuergeräte enthält Anforderungen an SVM für bestimmte Beleuchtungsprodukte. Einzelheiten und Definitionen sind in der Ökodesign-Richtlinie enthalten.

5.9 Wartungsfaktor

Die Beleuchtungsanlage muss unter Berücksichtigung eines Gesamtwartungsfaktors (f_m) ausgelegt werden, der für die vorgesehene Beleuchtungseinrichtung, die räumliche Umgebung und den festgelegten Wartungsplan für den Bereich der Sehaufgabe oder Tätigkeit nach ISO/CIE TS 22012 berechnet wurde.

Die in Abschnitt 6 angegebenen Anforderungen an die Beleuchtungsstärke für jede Sehaufgabe sind als Wartungswerte der Beleuchtungsstärke ($\bar{E}_m$) angegeben. Der Neuwert der Beleuchtungsstärke $\bar{E}_i$ kann aus $\bar{E}_m$ wie folgt errechnet werden:

$$\bar{E}_i = \bar{E}_m / f_m \quad (3)$$

Dabei ist:

$\bar{E}_m$ der Wartungswert der Beleuchtungsstärke;

$\bar{E}_i$ der Neuwert der Beleuchtungsstärke;

f_m der Wartungsfaktor.

Der Lichtplaner muss:

- f_m und alle Annahmen für die Ableitung des Wertes angeben;
- die Beleuchtungseinrichtung entsprechend der Anwendungsumgebung festlegen; und
- einen Wartungsplan erstellen, der z. B. die Häufigkeit des Lichtquellenwechsels und das Intervall für die Reinigung der Leuchten und Oberflächen enthält.

Der Wartungsfaktor f_m hat großen Einfluss auf die Energieeffizienz. Die für die Ableitung von f_m getroffenen Annahmen müssen sowohl realistisch erreichbar als auch so optimiert sein, dass sie zu einem hohen Wert führen.

ANMERKUNG Ein Leitfaden zur Bestimmung des Wartungsfaktors kann ISO/CIE TS 22012 entnommen werden und weitere Angaben zur Ableitung von f_m für elektrische Außenbeleuchtungssysteme sind in CIE 154 enthalten.

5.10 Nachhaltigkeit

5.10.1 Allgemein

Nachhaltigkeit ist der Zustand des globalen Systems, in dem die Bedürfnisse der heutigen Generation befriedigt werden, ohne die Fähigkeit künftiger Generationen zu gefährden, ihre eigenen Bedürfnisse zu befriedigen. Eine nachhaltige Beleuchtungsanlage berücksichtigt:

- die Auswirkung von Produkten über ihren gesamten Lebenszyklus;
- den Energieverbrauch;
- die ökologischen Auswirkungen.

ANMERKUNG Weitere Informationen sind in ISO Guide 82 enthalten.

5.10.2 Lebenszyklus

Beim Lebenszykluskonzept werden alle Phasen der Lebensdauer einer bestimmten Tätigkeit oder eines Produkts untersucht, um ein möglichst breites Spektrum an maßgeblichen Nachhaltigkeitsaspekten zu ermitteln. Bei der Auslegung sollte ein angemessenes Gleichgewicht der verschiedenen Umweltaspekte angestrebt werden, mit dem Ziel, die Umweltauswirkungen der Produkte während ihrer gesamten Lebensdauer zu verringern, einschließlich der Gewinnung von Rohstoffen, der Herstellung, des Transports, der Installation, der Wartung, der Möglichkeiten zur Wiederverwendung, des Recyclings und der Rückgewinnung von Baustoffen. Eine Umweltdeklaration ist bei der Bewertung der Umweltauswirkungen eines Produkts hilfreich.

5.10.3 Energieverbrauch

Die Beleuchtungslösung sollte die Beleuchtungsanforderungen einer bestimmten Aufgabe oder eines bestimmten Bereiches auf energieeffiziente Art erfüllen. Es ist auch wichtig, die visuelle Effektivität einer Beleuchtungsanlage nicht zu gefährden, nur um auf einfache Art den Energieverbrauch zu senken. Die in dieser Europäischen Norm empfohlenen Beleuchtungsbedingungen und Beleuchtungsniveaus müssen während der Arbeitszeiten aufrecht erhalten werden. Außerhalb der Arbeitszeiten können die Beleuchtungsanforderungen so nach unten angepasst werden, dass sie für Personen, die sich möglicherweise in dem Bereich bewegen, oder für Sicherheitszwecke geeignet sind. Sind keine Personen anwesend, darf die Beleuchtung ausgeschaltet werden, wenn dies vertretbar ist. Energieeinsparungen können durch die Nutzung von Tageslicht, falls verfügbar, die Steuerung/Regelung der elektrischen Beleuchtung in Abhängigkeit von der Anwesenheit der Beschäftigten und die Verbesserung der Wartungseigenschaften der Beleuchtungsanlage erreicht werden. Hierzu ist die Berücksichtigung und Integration geeigneter Steuerungen/Regelungen in die Beleuchtungsanlage erforderlich.

5.10.4 Ökologische Auswirkungen

Die Auswirkungen des Lichts auf Flora und Fauna müssen berücksichtigt werden und für bestimmte möglicherweise betroffene Arten müssen bei der Auslegung Vorkehrungen getroffen werden. Diese Arten dürfen nicht isoliert betrachtet werden und die ökologische Kette sollte so ganzheitlich wie möglich in Betracht gezogen werden. Beeinträchtigungen können sich beispielsweise aus der Menge, der Intensität, der Richtung, dem Spektrum und der Entfernung des Lichts von kritischen Bereichen ergeben. Elektrisches Licht kann auch die Nahrungsgewohnheiten von Tieren stören und gefährdete Arten sollten im Rahmen des Auslegungsprozesses ermittelt werden.

Da sich die Auswirkungen des Lichts über ein großes Gebiet erstrecken können, sollte die Betrachtung über die unmittelbare Umgebung hinausgehen. Durch den Einsatz von Beleuchtungssteuerungen/-regelungen kann die Lichtbelastung während der Zeiten, in denen die Beschäftigten abwesend sind, verringert werden. Dabei darf die Helligkeit und/oder die Auswahl des Spektrums sowie die Größe des beleuchteten Bereichs der Tätigkeit angepasst werden.

In bestimmten Fällen dürfen spektrale Anpassungen, die zu einer geringeren Farbwiedergabe (siehe 5.7.3) als in der Tabelle angegeben führen, vorgenommen werden.

5.11 Adaptive Beleuchtung

Es wird eine Beleuchtungssteuerung/-regelung eingesetzt, die angemessene Flexibilität in Hinblick auf die Vielfalt der zu erledigenden Sehaufgaben bietet.

Für die sichere Durchführung von Tätigkeiten in Arbeitsbereichen oder für bestimmte Sehaufgaben müssen die in den Tabellen in Abschnitt 6 aufgeführten Qualitätsmerkmale angewendet werden. Es kann jedoch Zeiträume geben, in denen sich die Tätigkeiten in den Bereichen ändern, z. B. in Ladezonen, wenn kein Entladen stattfindet und der Bereich ausschließlich als Fußgängerzone genutzt wird. Während dieser Zeiträume darf das Beleuchtungsniveau an die Anforderungen der neuen Sehaufgabe angepasst werden. Bei der Änderung des Beleuchtungsniveaus muss sichergestellt werden, dass die Unterschiede zu den angrenzenden Bereichen erhalten bleiben.

6 Verzeichnis der Beleuchtungsanforderungen

6.1 Allgemein

Die Beleuchtungsanforderungen für verschiedene Bereiche, Sehaufgaben und Tätigkeiten sind in den Tabellen in 6.4 (siehe auch EN 12193 für Beleuchtungsanforderungen an Sportanlagen) angegeben.

Geeignete Beleuchtungsbedingungen müssen für alle Arbeitsplätze, die regelmäßig gereinigt werden, während der Durchführung der Reinigungsarbeiten vorgesehen werden. Der gesamte Raum muss als Bereich der Sehaufgabe des Reinigungsdienstes angesehen werden, die maßgeblichen Anforderungen sind in Tabelle 8 angegeben.

In Hinblick auf die Vielfalt der durchzuführenden Sehaufgaben sollte adaptive Beleuchtung nach 5.11 eingesetzt werden.

6.2 Aufbau der folgenden Tabelle 8 bis Tabelle 26

- **Spalte 1** führt die **Referenznummer** für jeden Bereich, jede Sehaufgabe oder Tätigkeit auf.
- **Spalte 2** führt die **Bereiche der Sehaufgabe oder Tätigkeit** auf, für die spezifische Anforderungen angegeben sind. Wenn eine bestimmte Sehaufgabe oder Tätigkeit nicht aufgeführt ist, sollten die Werte einer ähnlichen, vergleichbaren Situation angewendet werden.
- **Spalte 3** gibt den **erforderlichen Wartungswert der Beleuchtungsstärke** $\bar{E}_m$ auf der Bewertungsfläche (siehe 5.3) für den in Spalte 2 genannten Bereich bzw. die genannte Sehaufgabe oder Tätigkeit an.
- **Spalte 4** gibt den **modifizierten Wartungswert der Beleuchtungsstärke** $\bar{E}_m$ unter Berücksichtigung der üblichen Kontextmodifikatoren an, wenn die Sehbedingungen von den üblichen Annahmen (siehe 5.3.3) auf der Bewertungsfläche (siehe 5.3) für den Außenbereich abweichen, in dem die Sehaufgabe oder Tätigkeit aus Spalte 2 ausgeführt wird.
- **Spalte 5** gibt den **Mindestwert der Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke** U_0 auf der Bewertungsfläche (siehe 5.3.6) für den in Spalte 2 genannten Bereich bzw. die genannte Sehaufgabe oder Tätigkeit an.
- **Spalte 6** gibt den **Grenzwert der Blendung** (R_{GL}) an, da wo dieser für die in Spalte 2 aufgeführten Situationen anwendbar ist (siehe 5.4).
- **Spalte 7** gibt den **Mindest-Farbwiedergabe-Index** (R_a) (siehe 5.7.3) für die in Spalte 2 angegebene Situation an.
- **Spalte 8** gibt **spezielle Anforderungen** an die in Spalte 2 aufgeführten Situationen an.

6.3 Verzeichnis der Bereiche, Sehaufgaben und Tätigkeiten

Tabelle 8 — Allgemeine Anforderungen an Bereiche und an die Reinigung von Arbeitsstätten/Arbeitsplätzen im Freien

Tabelle 9 — Parkplätze

Tabelle 10 — Verkehrsbereiche und Außenbereiche von Wohngebieten

Tabelle 11 — Außenbereiche von Bildungseinrichtungen und Kindergärten

Tabelle 12 — Außenbereiche von Pflegeheimen, somatischen und psychiatrischen Kliniken

Tabelle 13 — Flugplätze

Tabelle 14 — Baustellen

Tabelle 15 — Kanäle, Schleusen und Hafenanlagen

Tabelle 16 — Landwirtschaftliche Betriebe

Tabelle 17 — Tankstellen

Tabelle 18 — Industrieanlagen

Tabelle 19 — Lagerbereiche und Verteilzentren im Außenbereich

Tabelle 20 — Offshore-Gas- und -Ölförderanlagen

Tabelle 21 — Anlagen in der Ölindustrie und anderen chemischen Industriebetrieben

Tabelle 22 — Stromerzeugung, Gas- und Heizkraftwerke

Tabelle 23 — Bahnanlagen

Tabelle 24 — Sägewerke

Tabelle 25 — Schiffswerften und Docks

Tabelle 26 — Wasser- und Abwasseranlagen

- Entwurf -

24 6.4 Beleuchtungsanforderungen für Bereiche, Schaufgaben und Tätigkeiten

Tabelle 8 — Allgemeine Anforderungen an Bereiche und an die Reinigung von Arbeitsstätten/Arbeitsplätzen im Freien

Ref.-Nr.	Art des Bereiches, der Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_{GL}	R_a	Spezifische Anforderungen
		erforderlich ^a	modifiziert ^b				
8.1	Gehwege, ausschließlich für Fußgänger	5	7,5	0,20	50	70	
8.2	Verkehrsflächen für langsam fahrende Fahrzeuge (max. 10 km·h ⁻¹), z. B. Fahrräder, Lastwagen und Bagger	10	15	0,40	50	70	
8.3	regelmäßiger Fahrzeugverkehr (max. 40 km h ⁻¹)	20	—	0,40	45	70	In Werften und Docks darf R_{GL} 50 betragen.
8.4	Mischverkehrsflächen, Wendebereiche für Fahrzeuge, Be- und Entladestellen	50	—	0,40	50	70	Wenn der Bereich nicht genutzt wird, darf der erforderliche $\bar{E}_m$ -Wert auf 5 lx abgesenkt werden. Die Beleuchtungsstärke in den umgebenden bzw. angrenzenden Bereichen berücksichtigen.
8.5	Reinigung und Wartung	50	—	0,25	50	70	alle maßgeblichen Oberflächen
8.6	Wertstoffsammelstellen – Bereiche mit Abfallbehältern und -sortierung	30	—	0,25	50	70	
^a erforderlich: Mindestwert ^b modifiziert: übliche Kontextmodifikatoren aus 5.3.3 sind berücksichtigt							

Tabelle 9 — Parkplätze

Ref.-Nr.	Art des Bereiches, der Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_{GL}	R_a	Spezifische Anforderungen
		erforderlich ^a	modifiziert ^b				
9.1	geringes Verkehrsaufkommen, z. B. Parkplätze von Geschäften, Reihenhäusern und Wohnblöcken, Abstellbereiche für Fahrräder	5	—	0,25	55	70	
9.2	mittleres Verkehrsaufkommen, z. B. Parkplätze von Warenhäusern, Bürogebäuden, Fabriken, Sportanlagen und Mehrzweckhallen	10	—	0,25	50	70	
9.3	Ladestationen für E-Fahrzeuge in beleuchteten Bereichen	20	—	0,25	50	70	Im maßgeblichen Bereich bis etwa 3 m vom Ladepunkt. Wenn die Anzeige selbst nicht beleuchtet ist, sollte für die Zeit der Ablesung eine vertikale Beleuchtungsstärke von $\bar{E}_m = 50$ lx an den Ladesäulen vorgesehen werden. Die vertikale Beleuchtung des Fahrzeuges sollte berücksichtigt werden.
9.4	Ladestationen für E-Fahrzeuge in unbeleuchteten Bereichen	10	—	0,25	50	70	Wenn die Anzeige selbst nicht beleuchtet ist, sollte für die Zeit der Ablesung eine vertikale Beleuchtungsstärke von $\bar{E}_m = 50$ lx an den Ladesäulen vorgesehen werden.
9.5	hohes Verkehrsaufkommen, z. B. Parkplätze von großen Einkaufszentren, großen Sportanlagen und Mehrzweckhallen	20	—	0,25	50	70	
^a erforderlich: Mindestwert ^b modifiziert: übliche Kontextmodifikatoren aus 5.3.3 sind berücksichtigt							

- Entwurf -

Tabelle 10 — Verkehrsbereiche und Außenbereiche von Wohngebieten

Ref.-Nr.	Art des Bereiches, der Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_{GL}	R_a	Spezifische Anforderungen
		erforderlich ^a	modifiziert ^b				
10.1	Bereiche für Personal auf dem Gelände in Gebäudenähe (Höfe, Terrassen, Innenhöfe)	20	30	0,25	50	80	
10.2	Gebäudeeingang mit Vordach	30	75	0,25	—	80	besonderes Augenmerk auf Türen und Gemeinschaftsein- und -ausgänge legen
10.3	Gebäudeeingang ohne Vordach	20	30	0,25	—	80	besonderes Augenmerk auf Türen und Gemeinschaftsein- und -ausgänge legen
10.4	Wartebereich für Taxis und Busse auf privatem Gelände	20	30	0,40	—	70	Die Lichtanforderungen sollten ähnlich wie in angrenzenden Bereichen der Klassen C und P sein. Siehe EN 13201-2.
10.5	Treppen und Rampen im Außenbereich (überdacht und nicht überdacht)	20	50	0,40	—	70	Wenn der Bereich nicht genutzt wird, darf der erforderliche $\bar{E}_m$ -Wert auf 5 lx abgesenkt werden.
10.6	Unterstände für Fahrräder, Einkaufswagen, Abfallsammel- und -trennstationen	30	50	0,40	—	70	Wenn der Bereich nicht genutzt wird, darf der erforderliche $\bar{E}_m$ -Wert auf 5 lx abgesenkt werden.
10.7	nicht überdachte Fahrzeugrampen	20	50	0,40	—	70	
^a erforderlich: Mindestwert							
^b modifiziert: übliche Kontextmodifikatoren aus 5.3.3 sind berücksichtigt							

Tabelle 11 — Außenbereiche von Bildungseinrichtungen und Kindergärten

Ref.-Nr.	Art des Bereiches, der Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$ Ix		U_o	R_{GL}	R_a	Spezifische Anforderungen
		erforderlich ^a	modifiziert ^b				
11.1	Gemeinschaftsspielplätze	7,5	10	0,20	50	70	Die Beleuchtungsstärke in den Umgebungsbereichen (5.3.4) berücksichtigen.
11.2	Spielplätze mit Spielgeräten, für die Beleuchtung aus Sicherheitsgründen erforderlich ist	10	15	0,25	50	80	Die Beleuchtungsstärke in den Umgebungsbereichen (5.3.4) berücksichtigen.
11.3	Schulhöfe mit Bedarf an Schulhofwächtern während Zeiten ohne Tageslicht	30	—	0,25	50	80	Die Beleuchtungsstärke in den Umgebungsbereichen (5.3.4) berücksichtigen.
11.4	Spielplätze für Ball- und andere Spiele während Zeiten ohne Tageslicht.	10	15	0,40	50	70	Die Beleuchtungsstärke in den Umgebungsbereichen (5.3.4) berücksichtigen.
^a erforderlich: Mindestwert ^b modifiziert: übliche Kontextmodifikatoren aus 5.3.3 sind berücksichtigt							

Tabelle 12 — Außenbereiche von Pflegeheimen, somatischen und psychiatrischen Kliniken

Ref.-Nr.	Art des Bereiches, der Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$ Ix		U_o	R_{GL}	R_a	Spezifische Anforderungen
		erforderlich ^a	modifiziert ^b				
12.1	Außenbereiche mit Ausstattung, für die Beleuchtung aus Sicherheitsgründen erforderlich ist	30	50	0,25	50	80	
12.2	Eingänge von Notaufnahmen und Intensivstationen, Entladebereiche für Krankenwagen	200	300	0,40	50	80	

- Entwurf -

Tabelle 12 (fortgesetzt)

Ref.-Nr.	Art des Bereiches, der Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_{GL}	R_a	Spezifische Anforderungen
		erforderlich ^a	modifiziert ^b				
12.3	Balkone für Patienten und Personal	20	30	0,25	—	80	Regelung über Bewegungsmelder wird wegen Energieeinsparungen bevorzugt.
12.4	Höfe oder Bereiche (z. B.: Raucherbereiche, Versammlungsbereiche usw.) während der Zeit ohne Tageslicht	30	50	0,25	50	80	
12.5	Spielplätze für Ball- und andere Spiele während Zeiten ohne Tageslicht	15	20	0,40	50	70	Die Beleuchtungsstärke in den Umgebungsbereichen (4.3.3) berücksichtigen.
12.6	Parkplätze						siehe Tabelle 9
12.7	Verteilung						siehe Tabelle 19
^a erforderlich: Mindestwert ^b modifiziert: übliche Kontextmodifikatoren aus 5.3.3 sind berücksichtigt							

Tabelle 13 — Flugplätze

Ref.-Nr.	Art des Bereiches, der Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$ Ix		U_o	R_{GL}	R_a	Spezifische Anforderungen
		erforderlich ^a	modifiziert ^b				
Allgemein							Direktes Licht in Richtung des Flugsicherungsturms und landender Luftfahrzeuge muss vermieden werden. Direktes Licht, das von Flutlichtanlagen oberhalb der Horizontalen ausgestrahlt wird, sollte auf ein Mindestmaß begrenzt werden.
13.1	Flugzeughallen-Vorfeld	20	—	0,10	55	70	
13.2	Flugplatzgebäude-Vorfeld	20	—	0,25	50	70	Zu Zeiten mit Tageslicht kann unter Umständen ein höheres Beleuchtungsniveau erforderlich sein.
13.3	Ladebereiche	20	30	0,25	50	70	Arbeitsplatzorientierte Allgemeinbeleuchtung mit $\bar{E}_m = 50$ lx kann für das Lesen von Beschriftungen eingesetzt werden.
13.4	Tanklager	50	—	0,25	50	70	
13.5	Flugzeugwartungsbereiche	200	300	0,50	45	70	
ANMERKUNG Für Flugzeugwartungsbereiche siehe EASA Kapitel CS ADR-DSN.M.750 Apron floodlighting oder ICAO, Anhang 14.							
^a erforderlich: Mindestwert							
^b modifiziert: übliche Kontextmodifikatoren aus 5.3.3 sind berücksichtigt							

- Entwurf -

Tabelle 14 — Baustellen

Ref.-Nr.	Art des Bereiches, der Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_{GL}	R_a	Spezifische Anforderungen
		erforderlich ^a	modifiziert ^b				
14.1	Aufräumarbeiten, Ausschachtungen und Beladen	20	30	0,25	55	70	
14.2	Baubereiche, Verlegen von Entwässerungsrohren, Transport, Hilfs- und Lagerarbeiten	50	75	0,40	50	70	
14.3	Montage von Tragwerkelementen, einfache Bewehrungsarbeiten, Schalungsarbeiten und Tragwerksmontage, Verlegen von elektrischen Leitungen und Kabeln	100	150	0,40	45	70	
14.4	Verbinden von Tragwerkelementen, anspruchsvolle Montage von elektrischen Leitungen, Maschinen und Versorgungsleitungen	200	300	0,50	45	70	können mit mobiler Platzbeleuchtung erfüllt werden
^a erforderlich: Mindestwert ^b modifiziert: übliche Kontextmodifikatoren aus 5.3.3 sind berücksichtigt							

Tabelle 15 — Kanäle, Schleusen und Hafenanlagen

Ref.-Nr.	Art des Bereiches, der Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_{GL}	R_a	Spezifische Anforderungen
		erforderlich ^a	modifiziert ^b				
15.1	Kaianlagen und Liegeplätze an Kanälen und Schleusen	10	—	0,25	50	70	Wenn der Bereich nicht genutzt wird, darf der erforderliche $\bar{E}_m$ -Wert auf 5 lx abgesenkt werden.
15.2	Landungsbrücken und Übergänge ausschließlich für Fußgänger	10	—	0,20	50	70	Wenn der Bereich nicht genutzt wird, darf der erforderliche $\bar{E}_m$ -Wert auf 5 lx abgesenkt werden.

Tabelle 15 (fortgesetzt)

Ref.-Nr.	Art des Bereiches, der Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$ lx		U_o	R_{GL}	R_a	Spezifische Anforderungen
		erforderlich ^a	modifiziert ^b				
15.3	Schleusenbedien- und Überwachungsbereiche	20	30	0,25	55	70	
15.4	Frachtabfertigung, Be- und Entladung	30	50	0,25	55	70	Wenn der Bereich nicht genutzt wird, darf der erforderliche $\bar{E}_m$ -Wert auf 5 lx abgesenkt werden. Arbeitsplatzorientierte Allgemeinbeleuchtung mit $\bar{E}_m = 50$ lx kann für das Lesen von Beschriftungen eingesetzt werden.
15.5	Fahrgastbereiche in Passagierhäfen	50	—	0,40	50	70	
15.6	Verbinden von Schläuchen, Rohren und Seilen	50	75	0,40	50	70	
15.7	Gefahrenstellen an Geh- und Fahrwegen	50	—	0,40	45	70	
^a erforderlich: Mindestwert ^b modifiziert: übliche Kontextmodifikatoren aus 5.3.3 sind berücksichtigt							

- Entwurf -

Tabelle 16 — Landwirtschaftliche Betriebe

Ref.-Nr.	Art des Bereiches, der Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$ Ix		U_o	R_{GL}	R_a	Spezifische Anforderungen
		erforderlich ^a	modifiziert ^b				
16.1	Höfe von landwirtschaftlichen Betrieben	20	—	0,10	55	70	
16.2	(offene) Geräteschuppen	50	75	0,20	55	70	
16.3	Sortierpferche für Tiere	50	75	0,20	50	70	
^a erforderlich: Mindestwert							
^b modifiziert: übliche Kontextmodifikatoren aus 5.3.3 sind berücksichtigt							

Tabelle 17 — Tankstellen

Ref.-Nr.	Art des Bereiches, der Aufgabe oder Tätigkeit	$\bar{E}_m$ Ix		U_o	R_{GL}	R_a	Spezifische Anforderungen
		erforderlich ^a	modifiziert ^b				
17.1	Park- und Abstellplätze für Fahrzeuge	5	—	0,25	50	70	
17.2	Ein- und Ausfahrten: dunkle Umgebung	20	—	0,40	45	70	
17.3	Ein- und Ausfahrten: helle Umgebung	50	—	0,40	45	70	
17.4	Luftdruck- und Wasserprüfstellen und andere Servicebereiche	150	—	0,40	45	70	
17.5	Durchflussmesser-Ablesebereiche	150	—	0,40	45	70	
^a erforderlich: Mindestwert							
^b modifiziert: übliche Kontextmodifikatoren aus 5.3.3 sind berücksichtigt							