

DIN EN 12464-2

DIN

ICS 91.160.20

Mit DIN EN 12464-1:2003-03
Ersatz für
DIN 5035-2:1990-09

**Licht und Beleuchtung –
Beleuchtung von Arbeitsstätten –
Teil 2: Arbeitsplätze im Freien;
Deutsche Fassung EN 12464-2:2007**

Light and lighting –
Lighting of work places –
Part 2: Outdoor work places;
German version EN 12464-2:2007

Lumière et éclairage –
Éclairage des lieux de travail –
Partie 2: Lieux de travail extérieurs;
Version allemande EN 12464-2:2007

Gesamtumfang 32 Seiten

Normenausschuss Lichttechnik (FNL) im DIN

Nationales Vorwort

Die Beleuchtung von Arbeitsstätten wurde in Deutschland seit 1935 in der Norm DIN 5035 behandelt, die 1972 im Zuge einer Überarbeitung in mehrere Teile aufgeteilt wurde.

Mit dem Übergang der nationalen auf die europäische Normung wurde CEN/TC 169/WG 2 beauftragt, die unterschiedlichen Regeln in den Mitgliedsstaaten von CEN in eine einheitliche Europäische Norm zu überführen. Angesichts sehr unterschiedlicher nationaler Auffassungen erwies sich dies als schwierige Aufgabe, und es wurde beschlossen, zunächst nur die Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen zu behandeln. Hier führten die langjährigen, sehr engagiert geführten Beratungen schließlich zur Verabschiedung und Veröffentlichung der EN 12464-1. Bei der Internationalen Beleuchtungskommission (CIE) parallel geführte Arbeiten mündeten fast zeitgleich in der Veröffentlichung der gegenüber EN 12464-1 sehr ähnlichen Internationalen Norm CIE S 008, die von der ISO übernommen und als Folgeausgabe zu ISO 8995 veröffentlicht wurden.

Die von CEN/TC 169/WG 2 anschließend erarbeiteten Festlegungen zur Beleuchtung von Arbeitsstätten im Freien wurden wenig später als Entwurf prEN 12464-2 veröffentlicht, wobei weitgehend zeitgleich auch hier bei der CIE ähnliche Normungsarbeiten im Technischen Komitee CIE/TC 5-13 durchgeführt wurden. Angesichts einer zwischenzeitlich zwischen CIE und CEN geschlossenen Vereinbarung über eine gegenseitige Zusammenarbeit war dann aber nicht mehr einzusehen, weshalb es im Hinblick auf eine Norm über die Beleuchtung von Arbeitsstätten im Freien erneut zur Veröffentlichung abweichender Regelungen bei CIE/ISO und CEN kommen sollte. Statt dessen einigten sich die zuständigen Gremien darauf, zwar noch getrennte — inhaltlich aber bereits gleiche — Entwürfe bei CIE und CEN zur öffentlichen Umfrage zu bringen, anschließend aber alle Kommentare gemeinsam zu verhandeln, als Ergebnis bei der CIE eine inhaltlich gemeinsam getragene Norm zu veröffentlichen, diese als ISO- und als EN-ISO-Norm zu übernehmen. Gleichzeitig leitete die ISO ein Verfahren ein, die Nummer der bestehenden Norm ISO 8995 über die Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen in ISO 8995-1 abzuändern.

Diese Planung wurde erfolgreich umgesetzt und die CIE veröffentlichte die Internationale Norm CIE S 015, die anschließend sowohl der ISO als auch CEN zur Übernahme als gemeinsame Norm ISO 8995-2 bzw. EN ISO 8995-2 angeboten und von beiden Partnern übernommen werden sollte. Da bei der Abstimmung auf ISO-Ebene die notwendige Zustimmung nicht zustande kam, werden die Festlegungen als DIN EN 12464-2 veröffentlicht.

Die vorliegende Norm DIN EN 12464-2 beruht also auf den Arbeiten von CEN/TC 169/WG 2, in Deutschland im April 2003 veröffentlicht als E DIN EN 12464-2. Für die nationale Mitarbeit waren beim Normenausschuss Lichttechnik (FNL) die Arbeitsausschüsse FNL 11/FGSV 3.9 „Außenbeleuchtung“ und FNL 4 „Innenraumbeleuchtung mit künstlichem Licht“ zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN 5035-2:1990-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anpassung der Begriffe an DIN EN 12665 und DIN EN 12464-1;
- b) die Aufteilung der Arbeitsstätten im Freien erfolgt detaillierter, wodurch die Planung vereinfacht wird;
- c) Festlegung eines Beleuchtungsstärkerasters für die Berechnung und Überprüfung;
- d) vollständige Überarbeitung der Blendungsbewertung;
- e) Einführung von Kriterien zur Beurteilung der Störwirkung des Lichts.

Frühere Ausgaben

DIN 5035: 1935-11, 1953-07, 1963-08

DIN 5035-2: 1972-01, 1979-10, 1990-06, 1990-09

ICS 91.160.10; 13.180

Deutsche Fassung

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

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 16. Januar 2006 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Begriffe	6
4 Kriterien der Beleuchtungsplanung.....	7
4.1 Lichtumgebung	7
4.2 Leuchtdichteverteilung	8
4.3 Beleuchtungsstärke	8
4.3.1 Beleuchtungsstärke auf dem Bereich der Sehaufgabe	8
4.3.2 Beleuchtungsstärke der Umgebung	9
4.3.3 Beleuchtungsstärke-Raster	10
4.3.4 Gleichmäßigkeit und Ungleichmäßigkeit	10
4.4 Blendung	10
4.4.1 Blendungswert.....	10
4.4.2 Schleierreflexionen und Reflexblendung	11
4.5 Störwirkung	11
4.6 Gerichtete Beleuchtung	13
4.6.1 Modelling	13
4.6.2 Gerichtete Beleuchtung der Sehaufgaben	13
4.7 Farbaspekte.....	13
4.7.1 Lichtfarbe.....	14
4.7.2 Farbwiedergabe	14
4.8 Flimmern und stroboskopische Effekte	14
4.9 Wartungsfaktor	14
4.10 Energiebetrachtungen.....	15
4.11 Nachhaltigkeit	15
4.12 Notbeleuchtung.....	15
5 Verzeichnis der Beleuchtungsanforderungen.....	15
5.1 Aufbau der Tabellen 5.1 bis 5.15.....	15
5.2 Verzeichnis der Bereiche, Sehaufgaben und Tätigkeiten	16
5.3 Beleuchtungsanforderungen für Bereiche, Sehaufgaben und Tätigkeiten	17
6 Überprüfungen	23
6.1 Beleuchtungsstärke	23
6.2 Blendungswert.....	23
6.3 Farbwiedergabe-Index.....	23
6.4 Störlicht	23
Anhang A (informativ) Beleuchtungsanforderungen hinsichtlich Betriebssicherheit und Anlagenschutz	24
Literaturhinweise	25
Index der Bereiche, Sehaufgaben oder Tätigkeiten	26

Vorwort

Dieses Dokument (EN 12464-2:2007) 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 Januar 2008, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2008 zurückgezogen werden.

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

EN 12464 „*Licht und Beleuchtung — Beleuchtung von Arbeitsstätten*“ wird in 2 Teilen veröffentlicht:

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

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

Einleitung

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

Das Niveau von Sichtbarkeit und Sehkomfort, das in einem großen Teil der Arbeitsstätten/Arbeitsplätze im Freien 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 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 5) aufgeführt sind, auch die Anforderungen der anderen Abschnitte dieser Norm erfüllt werden.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt die Anforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten/Arbeitsplätzen im Freien fest, die den Erfordernissen im Hinblick auf Sehkomfort und Sehleistung entsprechen. Alle üblichen Sehaufgaben 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 des Planers ein, neue Techniken zu erkunden oder innovative Techniken einzusetzen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 1838, *Angewandte Lichttechnik – Notbeleuchtung*

EN 12193, *Licht und Beleuchtung — Sportstättenbeleuchtung*

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

EN 13032-2, *Licht und Beleuchtung — Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten — Teil 3: Darstellung von Daten für die Notbeleuchtung von Arbeitsstätten*

EN 13201 (alle Teile), *Straßenbeleuchtung*

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

CIE 150:2003, *Leitfaden zur Begrenzung der Störlichtwirkungen von Außen- Beleuchtungsanlagen*

CIE 154:2003, *Wartung von Außenbeleuchtungsanlagen*

3 Begriffe

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

ANMERKUNG Dieser Abschnitt legt Begriffe und Größen fest, die in dieser Norm genutzt werden und wichtig für diese Norm sind und die eventuell nicht in IEC 60050-845/CIE, 17.4 [3] festgelegt sind.

3.1 Geltungszeit
Zeitraum in 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 Ungleichmäßigkeit
 U_d
Verhältnis der kleinsten Beleuchtungsstärke (Leuchtdichte) zur größten Beleuchtungsstärke (Leuchtdichte) (auf) einer Fläche

3.3 Grenzwert der Blendungsbewertung
 GR_L
oberer Grenzwert der Blendung nach dem CIE Blendungsbewertungsverfahren

3.4 Wartungswert der Beleuchtungsstärke
 \bar{E}_m
Wert, unter den die mittlere Beleuchtungsstärke auf der bestimmten Fläche nicht sinken darf

ANMERKUNG Es handelt sich um die mittlere Beleuchtungsstärke zu dem Zeitpunkt, bei dem eine Wartung durchgeführt werden sollte.

3.5 Störwirkung
(Streu-) Licht, das aufgrund von Quantität, Richtung oder spektraler Eigenschaften in einem bestimmten Zusammenhang Belästigung, Beeinträchtigung oder Ablenkung verursacht oder die Möglichkeit verringert, wichtige Informationen zu sehen

3.6 Streulicht
Licht, das von einer Beleuchtungsanlage emittiert wird und das außerhalb der bestimmungsgemäßen Grenzen fällt, für die die Beleuchtungsanlage ausgelegt ist

3.7 Umgebungsbereich
Ein Streifen, der den Bereich der Sehaufgabe innerhalb des Gesichtsfelds umgibt

ANMERKUNG Dieser Streifen sollte mindestens eine Breite von 2 m haben.

3.8 Bereich der Sehaufgabe
Teilbereich der Arbeitstätten/Arbeitsplätze, in dem die Sehaufgabe ausgeführt wird. Für Arbeitstätten/Arbeitsplätze, wo die Größe und/oder die Lage des Bereichs der Sehaufgabe nicht bekannt sind, ist der Bereich der Bereich der Sehaufgabe, in dem die Sehaufgabe auftreten kann.

3.9 Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke
 U_o
Verhältnis der kleinsten Beleuchtungsstärke (Leuchtdichte) zur mittleren Beleuchtungsstärke (Leuchtdichte) (auf) einer Fläche

ANMERKUNG Siehe auch IEC 60050-845/CIE 17.4 [3];845-09-58 Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke

3.10**oberer Lichtanteil***ULR*

Anteil des Lichtstroms der Leuchte(n), der oberhalb der Horizontalen abgestrahlt wird, wenn die Leuchte(n) sich in ihrer installierten Position und Lage befindet/befinden

3.11**Sehaufgabe**

Sehrelevante Elemente der auszuführenden Arbeit

ANMERKUNG Die hauptsächlich sehrelevanten Elemente sind die Größe des zu erkennenden Objektes, dessen Leuchtdichte, dessen Kontrast gegenüber dem Hintergrund und dessen Darbietungsdauer.

3.12**Arbeitsstätte**

Ort in den Gebäuden des Unternehmens und/oder Betriebes, der zur Nutzung für Arbeitsplätze vorgesehen ist, einschließlich jedes Ortes auf dem Gelände des Unternehmens und/oder Betriebes, zu dem Arbeitnehmer im Rahmen ihrer Arbeit Zugang haben

3.13**Arbeitsplatz**

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

4 Kriterien der Beleuchtungsplanung**4.1 Lichtumgebung**

Für eine gute Beleuchtungspraktik ist es wesentlich, dass zusätzlich zur geforderten Beleuchtungsstärke andere quantitative und qualitative Erfordernisse erfüllt werden.

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

- Sehkomfort, bei dem die arbeitenden Menschen ein Gefühl des Wohlbefindens haben, indirekt auch zu einer hohen Produktivität beitragend,
- Sehleistung, bei der die arbeitenden Menschen in der Lage sind, Sehaufgaben auch unter schwierigen Umständen und über längere Zeit auszuführen,
- Sicherheit.

Hauptmerkmale für die Bestimmung der Lichtumgebung sind:

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

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

4.2 Leuchtdichtevertelung

Die Leuchtdichtevertelung im Blickfeld bestimmt den Adaptationszustand der Augen, der die Sichtbarkeit der Sehaufgabe beeinflusst.

Eine gut ausgewogene Leuchtdichtevertelung wird benötigt zur Erhöhung von:

- Sehschärfe (Schärfe des Sehens),
- Kontrastempfindlichkeit (Unterscheidung von kleinen relativen Leuchtdichteunterschieden),
- Leistungsfähigkeit der Augenfunktionen (wie z. B. Akkommodation, Konvergenz, Pupillenveränderung, Augenbewegungen).

Die Leuchtdichtevertelung im Blickfeld beeinflusst auch den Sehkomfort. Plötzliche Änderungen der Leuchtdichte sollten vermieden werden.

4.3 Beleuchtungsstärke

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

4.3.1 Beleuchtungsstärke auf dem Bereich der Sehaufgabe

Die im Abschnitt 5 angegebenen Werte sind Wertungswerte der Beleuchtungsstärke für den Bereich der Sehaufgabe auf der Bewertungsfläche, die horizontal, vertikal oder geneigt sein kann. Unabhängig vom Alter und Zustand der Beleuchtungsanlage darf die mittlere Beleuchtungsstärke für die jeweilige Sehaufgabe nicht unter den im Abschnitt 5 angegebenen Wert fallen.

ANMERKUNG Die Werte gelten für übliche Sehbedingungen und berücksichtigen folgende Faktoren:

- Psycho-physiologische Aspekte wie Sehkomfort und Wohlbefinden,
- Anforderungen für Sehaufgaben,
- 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 in der subjektiven Wirkung der Beleuchtungsstärke dar. Die empfohlene Beleuchtungsstärke-Skala (in lx) ist:

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

Der geforderte Wartungswert der Beleuchtungsstärke sollte erhöht werden, wenn:

- die visuelle Arbeit kritisch ist,
- sich die Sehaufgabe oder der arbeitende Mensch bewegen,
- Fehler kostspielig zu beheben sind,
- Genauigkeit oder höhere Produktivität von großer Bedeutung ist,
- das Sehvermögen der arbeitenden Person geringer ist als üblich,
- Details der Sehaufgabe besonders klein sind oder niedrige Kontraste aufweisen,
- die Sehaufgabe für eine ungewöhnlich lange Zeit ausgeführt werden muss.

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

- Details der Sehaufgabe besonders groß sind oder hohe Kontraste aufweisen,
- die Sehaufgabe für eine ungewöhnlich kurze Zeit oder bei nur seltenen Gelegenheiten ausgeführt wird.

4.3.2 Beleuchtungsstärke der Umgebung

Die Beleuchtungsstärke von Umgebungsbereichen muss in Beziehung stehen zu der Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe und sollte eine ausgewogene Leuchtdichteverteilung im Blickfeld schaffen.

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

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

Tabelle 1 — Zusammenhang von Wartungswerten der Beleuchtungsstärke des Umgebungsbereiches zum Bereich der Sehaufgabe

Beleuchtungsstärke im Bereich der Sehaufgabe lx	Beleuchtungsstärke im Umgebungsbereich 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 Adaptations-Leuchtdichte entsprechend 4.2 erzeugen.

4.3.3 Beleuchtungsstärke-Raster

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

Raster, die näherungsweise quadratisch sind, werden bevorzugt. Das Längen-zu-Breiten-Verhältnis einer Rasterzelle muss zwischen 0,5 und 2 liegen (siehe auch EN 12193). Die Rastergröße darf maximal

$$p = 0,2 \cdot 5^{\log d} \quad (1)$$

betragen.

Dabei ist

d die längere Seite der Fläche (m), wenn das Verhältnis der längeren zu der kürzeren Seite kleiner als 2 ist, andernfalls ist d die kürzere Seite der Fläche, und

p die maximale Rasterzellengröße (m).

Der Wert von p sollte stets kleiner oder gleich 10 m sein.

4.3.4 Gleichmäßigkeit und Ungleichmäßigkeit

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

In einigen Fällen wie z. B. bei Bahnbereichen ist auch die Ungleichmäßigkeit ein wichtiges Qualitätsmerkmal.

4.4 Blendung

Blendung ist eine Empfindung, die durch helle Flächen im Blickfeld hervorgerufen wird und entweder als psychologische Blendung oder als physiologische Blendung erfahren 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.

4.4.1 Blendungswert

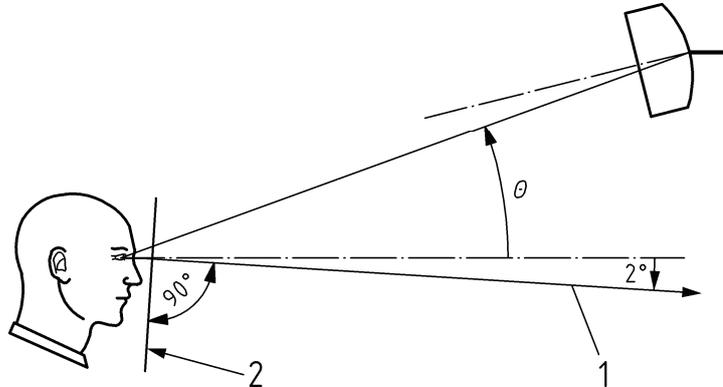
Die Blendung, die unmittelbar durch Leuchten einer Beleuchtungsanlage im Freien erzeugt wird, ist nach der CIE Blendungswert (GR)–Methode zu bestimmen, basierend auf der Formel:

$$GR = 27 + 24 \log_{10} \left(\frac{L_{v1}}{L_{ve} \cdot 0,9} \right) \quad (2)$$

Dabei ist

L_{v1} die gesamte Schleierleuchtdichte in cd/m^2 , welche von der Beleuchtungsanlage verursacht wird. Sie ist die Summe der Schleierleuchtdichten, die von den einzelnen Leuchten verursacht werden. ($L_{v1} = L_{v1} + L_{v2} + \dots + L_{vn}$). Die Schleierleuchtdichte der einzelnen Leuchten wird berechnet als $L_v = 10 \cdot (E_{eye} \cdot \theta^{-2})$, wobei E_{eye} die Beleuchtungsstärke am Auge des Beobachters auf einer Ebene senkrecht zur Blickrichtung ist (2° unter horizontal, siehe Bild 1) und θ der Winkel zwischen der Blicklinie des Beobachters und der (Licht-)Ausstrahlrichtung der einzelnen Leuchte ist.

L_{ve} die äquivalente Schleierleuchtdichte des Umfeldes in cd/m^2 . Ausgehend von der Annahme, dass die Reflexion des Umfeldes vollkommen diffus erfolgt, 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 horizontale Beleuchtungsstärke des Bereichs.



Legende

- 1 Blickrichtung
- 2 Ebene von E_{eye}

Bild 1 — Der Winkel zwischen der Blickrichtung des Beobachters und der Richtung des Lichteinfalls der einzelnen Leuchte

ANMERKUNG GR sollte berechnet werden in Rasterpositionen nach 4.3.3, in 45°-Intervallen radial um die Rasterpunkte wobei die 0°-Richtung parallel zu der längeren Seite des Bereichs der Sehaufgabe angenommen werden soll.

Alle bei der Bestimmung des GR -Wertes getroffenen Annahmen müssen in der Dokumentation der Planung 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 Helligkeit auf der Sehaufgabe können die Sichtbarkeit der Sehaufgabe verändern, in der Regel nachteilig. Schleierreflexionen und Reflexblendung können verhindert oder reduziert werden durch folgende Maßnahmen:

- geeignete Anordnung der Leuchten und Arbeitsstätten/Arbeitsplätze,
- Oberflächengestaltung (z. B. matte Oberflächen),
- Leuchtdichtebegrenzung der Leuchten,
- Vergrößerung der leuchtenden Fläche der Leuchte.

4.5 Störwirkung

Um die nächtliche Umgebung zu schützen und zu verbessern, ist es notwendig, Störwirkungen (auch als Lichtverschmutzung bekannt) zu begrenzen, welche ernsthafte physiologische und ökologische Probleme für Personen und Umwelt verursachen können.

Die Grenzwerte für die Störwirkung von Außenbeleuchtungsanlagen zur Minimierung von Problemen für Menschen, Flora und Fauna sind in Tabelle 2 angegeben, für Nutzer von Straßen in Tabelle 3.

Tabelle 2 — Maximal zulässige Störwirkungen von Außenbeleuchtungsanlagen

Umweltzone	Licht am Immissionsort		Lichtstärke der Leuchte		nach oben gerichtetes Licht	Leuchtdichte	
	E_v		I		ULR	L_b	L_s
	lx		cd		%	$cd \cdot m^{-2}$	$cd \cdot m^{-2}$
	Vor Geltungszeit ^a	nach Geltungszeit	Vor Geltungszeit	nach Geltungszeit		Gebäudefassade	Schilder
E1	2	0	2 500	0	0	0	50
E2	5	1	7 500	500	5	5	400
E3	10	2	10 000	1 000	15	10	800
E4	25	5	25 000	2 500	25	25	1 000

^a Im Fall, dass eine Geltungszeit nicht gegeben ist, dürfen die höheren Werte nicht überschritten werden und die niedrigeren Werte sollten vorzugsweise als Grenzwerte herangezogen werden.

Dabei ist

- E1 dunkle Bereiche, wie z. B. Nationalparks oder geschützte Stätten;
- E2 Bereiche mit geringer Gebietshelligkeit, wie z. B. Industriegebiete oder Wohngebiete in ländlicher Umgebung;
- E3 Bereiche mit mittlerer Gebietshelligkeit, wie z. B. Industriegebiete oder Wohngebiete in Vororten;
- E4 Bereiche hoher Gebietshelligkeit, wie z. B. Stadtzentren und Geschäftszentren

und

- E_v ist der Maximalwert der vertikalen Beleuchtungsstärke am Immissionsort in lx;
- I ist die Lichtstärke jeder einzelnen Lichtquelle in der potenziellen Störrichtung in cd;
- ULR ist der Anteil des Lichtstroms der Leuchte(n), der oberhalb der Horizontalen abgestrahlt wird, wenn die Leuchte(n) sich in ihrer installierten Position und Lage befindet/befinden in %;
- L_b ist die höchste mittlere Leuchtdichte einer Fassade eines Gebäudes in $cd \cdot m^{-2}$;
- L_s ist die höchste mittlere Leuchtdichte von Schildern in $cd \cdot m^{-2}$.

Tabelle 3 — Höchstwerte der Schwellwerterhöhung für Anlagen, die keine Straßenbeleuchtung darstellen

Licht-technische Parameter	Straßenklassifizierung ^a			
	Keine Straßenbeleuchtung	ME5	ME4/ME3	ME2/ME1
Schwellwerterhöhung (TI) ^{b, c, d}	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 $5 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2}$
<p>^a Straßenbeleuchtungsklassifizierung wie in EN 13201-2 angegeben</p> <p>^b TI-Berechnung wie in EN 13201-3 angegeben</p> <p>^c Grenzen gelten da, wo bei Verkehrsteilnehmern die Fähigkeit abnimmt, wichtige Informationen zu sehen. Die angeführten Werte gelten für relevante Positionen und für Blickrichtungen in Bewegungsrichtung.</p> <p>^d Tabelle 5.2 in CIE 150:2003 enthält entsprechende Werte für die Schleierleuchtdichte L_v.</p>				

4.6 Gerichtete Beleuchtung

Gerichtete Beleuchtung kann eingesetzt werden, um Objekte hervorzuheben, Oberflächenstrukturen hervortreten zu lassen sowie das äußere Erscheinungsbild von Menschen zu verbessern. Dies wird mit dem Begriff „Modelling“ beschrieben. Die gerichtete Beleuchtung einer Sehaufgabe kann auch Auswirkungen auf die Sichtbarkeit haben.

4.6.1 Modelling

Modelling bezeichnet die Ausgewogenheit zwischen diffusem und gerichtetem Licht. Es ist ein wesentliches Merkmal der Beleuchtungsqualität für praktisch alle Anwendungen. Die Menschen und Gegenstände sollten so beleuchtet werden, dass Form und Oberflächenstrukturen deutlich und angenehm dargestellt werden. Dies wird erreicht, wenn das Licht hauptsächlich aus einer Richtung kommt; dann bilden sich die eindeutigen Schatten, die für ein gutes Modelling so wichtig sind.

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

4.6.2 Gerichtete Beleuchtung der Sehaufgaben

Beleuchtung aus einer bestimmten Richtung kann Einzelheiten innerhalb einer Sehaufgabe zum Vorschein bringen, ihre Sichtbarkeit erhöhen und die Durchführung der Aufgabe erleichtern. Schleierreflexionen und Reflexblendung sollten vermieden werden, siehe 4.4.2.

4.7 Farbaspekte

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

- die Lichtfarbe der Lampe selber,
- 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.

4.7.1 Lichtfarbe

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

Die Lichtfarbe kann wie in Tabelle 4 auch beschrieben werden.

Tabelle 4 — Lichtfarben von Lampen

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

Die Auswahl der Lichtfarbe ist eine Frage der Psychologie, der Ästhetik und dessen, was als natürlich angesehen wird.

4.7.2 Farbwiedergabe

Für die Sehleistung, die Behaglichkeit und das Wohlbefinden ist es wichtig, dass Farben in der Umgebung, von Objekten und von menschlicher Haut natürlich wiedergegeben werden.

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

Sicherheitsfarben müssen immer als solche erkennbar sein und Lichtquellen müssen daher einen Farbwiedergabeindex ≥ 20 aufweisen (siehe auch ISO 3864-1).

Der Mindestwert des Farbwiedergabe-Indexes für bestimmte Bereiche, Aufgaben oder Tätigkeiten ist in Abschnitt 5 angegeben.

4.8 Flimmern und stroboskopische Effekte

Flimmern verursacht Störungen und kann physiologische Effekte wie Kopfschmerzen hervorrufen.

Stroboskopeffekte können zu gefährlichen Situationen führen, indem sie die wahrgenommene Bewegung rotierender oder sich hin- und herbewegender Maschinenteile ändern.

Beleuchtungssysteme sollten so ausgelegt werden, dass Flimmern und Stroboskopeffekte vermieden werden.

ANMERKUNG Dies kann im Allgemeinen erreicht werden durch technische Maßnahmen, die auf den gewählten Lampentyp abgestimmt sind (z. B. durch Betreiben von Entladungslampen mit hohen Frequenzen).

4.9 Wartungsfaktor

Die Beleuchtungsanlage sollte mit einem Wartungsfaktor geplant werden, der für die vorgesehene Beleuchtungseinrichtung, die räumliche Umgebung und den festgelegten Wartungsplan errechnet wurde, wie in CIE 154:2003 festgelegt ist.

Die empfohlene Beleuchtungsstärke für jede Sehaufgabe ist als Wertungswert der Beleuchtungsstärke angegeben. Der Wertungsfaktor hängt ab von den Wertungsmerkmalen der Lampe und des Vorschaltgerätes, der Leuchte, der Umgebung und vom Wertungsprogramm.

Der Planer muss:

- den Wertungsfaktor angeben und alle Annahmen aufzuführen, die bei der Bestimmung des Wertes gemacht wurden,
- die Beleuchtungseinrichtung entsprechend der Anwendungsumgebung festlegen,
- einen umfassenden Wertungsplan erstellen, der das Intervall für den Lampenwechsel, das Intervall für die Reinigung der Leuchten und die Reinigungsmethoden enthalten muss.

4.10 Energiebetrachtungen

Eine Beleuchtungsanlage sollte die Beleuchtungsanforderungen eines bestimmten Bereiches erfüllen, ohne Energie zu verschwenden. Es ist jedoch wichtig, hierbei nicht die visuellen Aspekte einer Beleuchtungsanlage zu vernachlässigen, nur um den Energieverbrauch zu senken. Dies erfordert den Einsatz von geeigneten Beleuchtungssystemen, Steuerungs- bzw. Regelungs-Einrichtungen.

4.11 Nachhaltigkeit

Es sollten Überlegungen zur Nachhaltigkeit einer Beleuchtungsanlage erfolgen. Die gewählte Beleuchtungsausstattung muss für den vorgesehenen Zweck geeignet sein.

4.12 Notbeleuchtung

Eine Notbeleuchtung sollte vorhanden sein, um beim Ausfall der Stromversorgung des normalen Beleuchtungssystems zu wirken (siehe EN 1838).

5 Verzeichnis der Beleuchtungsanforderungen

Die Beleuchtungsanforderungen für verschiedene Bereiche, Sehaufgaben und Tätigkeiten sind in den Tabellen von 5.3 angegeben (siehe auch EN 12193).

Beleuchtungsempfehlungen im Hinblick auf Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit sind im Anhang A angegeben.

5.1 Aufbau der Tabellen 5.1 bis 5.15

- Spalte 1 führt die Bezugsnummer für jeden Bereich, jede Sehaufgabe oder Tätigkeit auf.
- Spalte 2 führt die Bereiche, Sehaufgaben oder Tätigkeiten auf, für die spezifische Anforderungen angegeben sind. Wenn der besondere Bereich bzw. die besondere Sehaufgabe oder Tätigkeit nicht aufgeführt ist, sollten die Werte einer ähnlichen, vergleichbaren Situation angewendet werden.
- Spalte 3 gibt den Wertungswert der Beleuchtungsstärke \bar{E}_m auf der Bewertungsfläche (siehe 4.3) für Bereiche, Sehaufgaben oder Tätigkeiten an, die in Spalte 2 angegeben sind.

ANMERKUNG Im Hinblick auf die Vielfalt der zu erledigenden Sehaufgaben kann eine Lichtsteuerung/-regelung erforderlich sein, um die angemessene Flexibilität zu erzielen.

- Spalte 4 gibt den Mindestwert der Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke U_o auf der Bewertungsfläche (siehe 4.3) für Bereiche, Sehaufgaben oder Tätigkeiten an, die in Spalte 2 angegeben sind.

- Spalte 5 gibt den Grenzwert der Blendungsbewertung (GR_L) an, da wo diese für die in Spalte 2 angeführten Situationen anwendbar sind (siehe 4.4).
- Spalte 6 gibt die Farbwiedergabe-Indizes (R_a) (siehe 4.7.2) für die Situation an, die in Spalte 2 angeführt ist.
- Spalte 7 enthält Hinweise und Fußnoten für Ausnahmen und Besonderheiten für die Situationen, die in Spalte 2 aufgeführt sind.

5.2 Verzeichnis der Bereiche, Sehaufgaben und Tätigkeiten

Tabelle 5.1	Allgemeine Verkehrsbereiche bei Arbeitsstätten/Arbeitsplätze im Freien
Tabelle 5.2	Flughäfen
Tabelle 5.3	Baustellen
Tabelle 5.4	Kanäle, Schleusen und Hafenanlagen
Tabelle 5.5	Landwirtschaftliche Betriebe
Tabelle 5.6	Tankstellen
Tabelle 5.7	Industrieanlagen und Lagerbereiche
Tabelle 5.8	Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen
Tabelle 5.9	Parkplätze
Tabelle 5.10	Erdölchemische und andere risikoreiche Industrieanlagen
Tabelle 5.11	Energie-, Elektrizitäts-, Gas- und Heizkraftwerke
Tabelle 5.12	Bahnen und Straßenbahnen
Tabelle 5.13	Sägewerke
Tabelle 5.14	Schiffswerften und Docks
Tabelle 5.15	Wasser- und Abwasseranlagen

5.3 Beleuchtungsanforderungen für Bereiche, Sehaufgaben und Tätigkeiten

Tabelle 5.1 — Allgemeine Verkehrsbereiche bei Arbeitsstätten/Arbeitsplätzen im Freien

Ref. Nr.	Art des Bereiches, der Aufgabe oder Tätigkeit	\bar{E}_m lx	U_o —	GR_L —	R_a —	Bemerkungen
5.1.1	Gehwege, ausschließlich für Fußgänger	5	0,25	50	20	
5.1.2	Verkehrsflächen für sich langsam bewegende Fahrzeuge (max. 10 km/h), z. B. Fahrräder, Lastwagen, Bagger	10	0,40	50	20	
5.1.3	Regelmäßiger Fahrzeugverkehr (max. 40 km/h)	20	0,40	45	20	In Werften und Docks kann $GR_L = 50$ sein.
5.1.4	Fußgänger-Passagen, Fahrzeug-Wendepunkte, Be- und Entladestellen	50	0,40	50	20	

ANMERKUNG Für Verkehrswege sind die entsprechenden Empfehlungen zur Straßenbeleuchtung für Verkehrswege zu beachten, da es keine internationale Normen gibt.

Tabelle 5.2 — Flughäfen

Ref. Nr.	Art des Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit	\bar{E}_m lx	U_o —	GR_L —	R_a —	Bemerkungen
						<ol style="list-style-type: none"> Direktes Licht in Richtung des Kontrollturms und landender Flugzeuge muss vermieden werden. Direktes Licht, das von Flutlichtanlagen oberhalb der Horizontalen ausgestrahlt wird, sollte auf ein Minimum begrenzt werden.
5.2.1	Flugzeughallen-Vorfeld	20	0,10	55	20	
5.2.2	Flughafengebäude-Vorfeld	30	0,20	50	40	
5.2.3	Ladebereiche	50	0,20	50	40	
5.2.4	Tanklager	50	0,20	50	40	
5.2.5	Flugzeugwartungsbereiche	200	0,50	45	60	

Tabelle 5.3 — Baustellen

Ref. Nr.	Art des Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit	\bar{E}_m lx	U_o —	GR_L —	R_a —	Bemerkungen
5.3.1	Aufräumarbeiten, Ausschachtungen und Beladen	20	0,25	55	20	
5.3.2	Baubereiche, Verlegen von Entwässerungsrohren, Transport, Hilfs- und Lagerarbeiten	50	0,40	50	20	
5.3.3	Montage von Tragwerkelementen, einfache Bewehrungsarbeiten, Schalungsarbeiten und Fertigteilmontage, Verlegen von elektrischen Leitungen und Kabeln	100	0,40	45	40	
5.3.4	Verbinden von Tragwerkelementen, anspruchsvolle Montage von elektrischen Leitungen, Maschinen und Versorgungsleitungen	200	0,50	45	40	

Tabelle 5.4 — Kanäle, Schleusen und Hafenanlagen

Ref. Nr.	Art des Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit	\ddot{E}_m lx	U_o –	GR_L –	R_a –	Bemerkungen
5.4.1	Kaianlagen (Wartebereiche) an Kanälen und Schleusen	10	0,25	50	20	
5.4.2	Landungsbrücken und Übergänge ausschließlich für Fußgänger	10	0,25	50	20	
5.4.3	Schleusenbedien- und Überwachungsbereiche	20	0,25	55	20	
5.4.4	Frachtabfertigung, Be- und Entladung	30	0,25	55	20	Für das Lesen von Beschriftungen: $\ddot{E}_m = 50$ lx
5.4.5	Fahrgastbereiche in Passagierhäfen	50	0,40	50	20	
5.4.6	Verbinden von Schläuchen, Rohren und Seilen	50	0,40	50	20	
5.4.7	Gefahrenstellen an Geh- und Fahrwegen	50	0,40	45	20	

Tabelle 5.5 — Landwirtschaftliche Betriebe

Ref. Nr.	Art des Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit	\ddot{E}_m lx	U_o –	GR_L –	R_a –	Bemerkungen
5.5.1	Landwirtschaftsbetriebshöfe	20	0,10	55	20	
5.5.2	(offene) Geräteschuppen	50	0,20	55	20	
5.5.3	Sortierpferche für Tiere	50	0,20	50	40	

Tabelle 5.6 — Tankstellen

Ref. Nr.	Art des Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit	\ddot{E}_m lx	U_o –	GR_L –	R_a –	Bemerkungen
5.6.1	Park- und Abstellplätze für Fahrzeuge	5	0,25	50	20	
5.6.2	Ein- und Ausfahrten: dunkle Umgebung (z. B. ländliche Bereiche und Vorstädte)	20	0,40	45	20	
5.6.3	Ein- und Ausfahrten: helle Umgebung (z. B. Städte)	50	0,40	45	20	
5.6.4	Luftdruck- und Wasserprüfstellen und andere Servicebereiche	150	0,40	45	20	
5.6.5	Messgeräte-Ablesebereiche	150	0,40	45	20	

Tabelle 5.7 — Industrieanlagen und Lagerbereiche

Ref. Nr.	Art des Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit	\bar{E}_m lx	U_o –	GR_L –	R_a –	Bemerkungen
5.7.1	Kurzzeitiges Hantieren mit großen Bauteilen und Rohstoffen, Be- und Entladen von sperrigen Gütern	20	0,25	55	20	
5.7.2	Ständiges Hantieren mit großen Bauteilen und Rohstoffen, Be- und Entladen von Fracht, Aktionsbereiche von Kränen, offene Ladeplattformen	50	0,40	50	20	
5.7.3	Lesen von Beschriftungen, überdachte Ladeplattformen, Verwendung von Werkzeugen, Herstellung von Stahlbetonfertigteilen	100	0,50	45	20	
5.7.4	Anspruchsvolle Elektro-, Maschinen- und Rohrinstallationen, Inspektion	200	0,50	45	60	Nutzung von örtlicher Beleuchtung

Tabelle 5.8 — Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen

Ref. Nr.	Art des Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit	\bar{E}_m lx	U_o –	GR_L –	R_a –	Bemerkungen
5.8.1	Meeresoberfläche unter der Plattform	30	0,25	50	20	
5.8.2	Leitern, Treppen, Gehwege	100	0,25	45	20	Auf Tritflächen
5.8.3	Bootsanlegebereiche, Transportbereiche	100	0,25	50	20	
5.8.4	Hubschrauberlandeplatz	100	0,40	45	20	1. Direktes Licht in Richtung des Kontrollturms und landender Fluggeräte muss vermieden werden. 2. Direktes Licht, das von Flutlichtanlagen oberhalb der Horizontalen ausgestrahlt wird, sollte auf ein Minimum begrenzt werden
5.8.5	Bohrturm	100	0,50	45	40	
5.8.6	Bearbeitungsbereiche	100	0,50	45	40	
5.8.7	Rohrleitungsdepot/Deck	150	0,50	45	40	
5.8.8	Prüfplatz, Rüttler, Bohrkopf	200	0,50	45	40	
5.8.9	Pumpenbereiche	200	0,50	45	20	
5.8.10	Rettungsbootsbereiche	200	0,40	50	20	
5.8.11	Bohrboden, Bohrfläche, Plattform am Bohrturm	300	0,50	40	40	Besondere Vorsicht ist beim Betreten erforderlich.
5.8.12	Schlammraum, Probennahme	300	0,50	40	40	
5.8.13	Rohölpumpen	300	0,50	45	40	
5.8.14	Anlagenbereiche	300	0,50	40	40	
5.8.15	Drehtisch	500	0,50	40	40	

Tabelle 5.9 — Parkplätze

Ref. Nr.	Art des Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit	\bar{E}_m lx	U_o –	GR_L –	R_a –	Bemerkungen
5.9.1	Geringes Verkehrsaufkommen, z. B. Parkplätze von Geschäften, Reihenhäusern und Wohnblöcken, Abstellbereiche für Fahrräder	5	0,25	55	20	
5.9.2	Mittleres Verkehrsaufkommen, z. B. Parkplätze von Warenhäusern, Bürogebäuden, Fabriken, Sportanlagen und Mehrzweckhallen	10	0,25	50	20	
5.9.3	Hohes Verkehrsaufkommen, z. B. Parkplätze von Schulen, Kirchen, großen Einkaufszentren, großen Sportanlagen und Mehrzweckhallen	20	0,25	50	20	

Tabelle 5.10 — Erdölchemische und andere risikoreiche Industrieanlagen

Ref. Nr.	Art des Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit	\bar{E}_m lx	U_o –	GR_L –	R_a –	Bemerkungen
5.10.1	Handhabung von Servicewerkzeugen, Betätigung von Handventilen, Ein- und Ausschalten von Motoren, Anzünden von Brennern	20	0,25	55	20	
5.10.2	Be- und Entladen von Containerfahrzeugen und Waggons mit ungefährlichen Stoffen, Inspektion von Leckagen, Rohrleitungen und Dichtungen	50	0,40	50	20	
5.10.3	Be- und Entladen von Containerfahrzeugen und Waggons mit gefährlichen Stoffen, Auswechseln von Pumpendichtungen, allgemeine Servicearbeiten, Ablesen von Messinstrumenten	100	0,40	45	40	
5.10.4	Be- und Entladestellen von Brennstoffen	100	0,40	45	20	
5.10.5	Reparatur von Maschinen und elektrischen Einrichtungen	200	0,50	45	60	Nutzung von örtlicher Beleuchtung

Tabelle 5.11 — Energie-, Elektrizitäts-, Gas- und Heizkraftwerke

Ref. Nr.	Art des Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit	\bar{E}_m lx	U_o –	GR_L –	R_a –	Bemerkungen
5.11.1	Personenbewegung innerhalb elektrischer Sicherheitsbereiche	5	0,25	50	20	
5.11.2	Handhabung von Servicewerkzeugen, Kohle	20	0,25	55	20	
5.11.3	Gesamte Inspektion	50	0,40	50	20	
5.11.4	Allgemeine Servicearbeiten und Ablesen von Messinstrumenten	100	0,40	45	40	
5.11.5	Windkanäle: Service und Wartung	100	0,40	45	40	
5.11.6	Reparatur von elektrischen Einrichtungen	200	0,50	45	60	Nutzung von örtlicher Beleuchtung

Tabelle 5.12 — Bahnen und Straßenbahnen

Ref. Nr.	Art des Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit	\ddot{E}_m lx	U_o —	GR_L —	R_a —	Bemerkungen
	Bahnbereiche einschließlich Bereiche für Kleinbahnen, Straßenbahnen, Einschienenbahnen, Kleinstraßenbahnen, U-Bahnen usw.					Blendung der Fahrzeugführer ist zu vermeiden.
5.12.1	Gleisanlagen in Personenverkehrsbereichen, Abstellgleise	10	0,25	50	20	$U_d \geq 1/8$
5.12.2	Bahnanlagen: Bereitstellungsfläche, Gleisbrems-, Weichen- und Verteilbereiche	10	0,40	50	20	$U_d \geq 1/5$
5.12.3	Ablaufbergbereiche	10	0,40	45	20	$U_d \geq 1/5$
5.12.4	Gütergleisanlagen, mit zeitweiligen Arbeitsvorgängen	10	0,25	50	20	$U_d \geq 1/8$
5.12.5	nicht überdachte Bahnsteige, Land- und Regionalverkehr mit geringem Personenaufkommen	15	0,25	50	20	1. Besondere Aufmerksamkeit gilt der Bahnsteigkante 2. $U_d \geq 1/8$
5.12.6	Gehwege	20	0,40	50	20	
5.12.7	höhengleiche Bahnübergänge	20	0,40	45	20	
5.12.8	nicht überdachte Bahnsteige, Vorort- und Regionalverkehr mit hohem Personenaufkommen, oder Fernverkehr mit geringem Personenaufkommen	20	0,40	45	20	1. Besondere Aufmerksamkeit gilt der Bahnsteigkante 2. $U_d \geq 1/5$
5.12.9	Gütergleisanlagen, mit ununterbrochenen Arbeitsvorgängen	20	0,40	50	20	$U_d \geq 1/5$
5.12.10	nicht überdachte Laderampen im Güterbereich	20	0,40	50	20	$U_d \geq 1/5$
5.12.11	Wartung von Zügen und Lokomotiven	20	0,40	50	40	$U_d \geq 1/5$
5.12.12	Umschlagbereiche in Bahnanlagen	30	0,40	50	20	$U_d \geq 1/5$
5.12.13	Abkoppelbereich	30	0,40	45	20	$U_d \geq 1/5$
5.12.14	Treppen auf Bahnhöfen kleiner und mittlerer Größe	50	0,40	45	40	
5.12.15	nicht überdachte Bahnsteige, Fernverkehr	50	0,40	45	20	1. Besondere Aufmerksamkeit gilt der Bahnsteigkante 2. $U_d \geq 1/5$
5.12.16	überdachte Bahnsteige, Regionalverkehr oder Fernverkehr mit geringem Personenaufkommen	50	0,40	45	40	1. Besondere Aufmerksamkeit gilt der Bahnsteigkante 2. $U_d \geq 1/5$
5.12.17	überdachte Laderampen in Güterbereichen, mit zeitweiligen Arbeitsvorgängen	50	0,40	45	20	$U_d \geq 1/5$
5.12.18	überdachte Bahnsteige, Fernverkehr	100	0,50	45	40	1. Besondere Aufmerksamkeit gilt der Bahnsteigkante 2. $U_d \geq 1/3$

Tabelle 5.12 — Bahnen und Straßenbahnen (fortgesetzt)

Ref. Nr.	Art des Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit	\ddot{E}_m lx	U_o —	GR_L —	R_a —	Bemerkungen
5.12.19	Treppen auf großen Bahnhöfen	100	0,50	45	40	
5.12.20	überdachte Laderampen in Güterbereichen, mit ununterbrochenen Arbeitsvorgängen	100	0,50	45	40	$U_d \geq 1/5$
5.12.21	Inspektionsgrube	100	0,50	40	40	Nutzung von örtlicher Beleuchtung mit geringer Blendung

Tabelle 5.13 — Sägewerke

Ref. Nr.	Art des Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit	\ddot{E}_m lx	U_o —	GR_L —	R_a —	Bemerkungen
5.13.1	Umgang mit Holz an Land und zu Wasser, Sägemehl- und Holzspan-Fördereinrichtungen	20	0,25	55	20	
5.13.2	Sortieren von Holz an Land und zu Wasser, Holzladestellen und Bretterbeladestellen, Hebeeinrichtungen zum Beladen der Förderbänder, Stapeln	50	0,40	50	20	
5.13.3	Lesen von Adressen und Markierungen an Brettern	100	0,40	45	40	
5.13.4	Klassifizierung und Verpackung	200	0,50	45	40	
5.13.5	Beschicken von Schäl- und Spaltmaschinen	300	0,50	45	40	

Tabelle 5.14 — Schiffswerften und Docks

Ref. Nr.	Art des Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit	\ddot{E}_m lx	U_o —	GR_L —	R_a —	Bemerkungen
5.14.1	Allgemeinbeleuchtung des Werftgeländes, Lagerbereiche für vorgefertigte Waren	20	0,25	55	40	
5.14.2	Kurzzeitiger Umgang mit großen Teilen	20	0,25	55	20	
5.14.3	Reinigungsarbeiten am Schiffsrumpf	50	0,25	50	20	
5.14.4	Anstrich- und Schweißarbeiten am Schiffsrumpf	100	0,40	45	60	
5.14.5	Montage elektrischer und mechanischer Bauteile	200	0,50	45	60	

Tabelle 5.15 — Wasser- und Abwasseranlagen

Ref. Nr.	Art des Bereiches, Aufgabe oder Tätigkeit	\ddot{E}_m lx	U_o —	GR_L —	R_a —	Bemerkungen
5.15.1	Gebrauch von Werkzeugen, Bedienung handbetätigter Ventile, In- und Außerbetriebsetzen von Motoren, Dichten von Rohrleitungen, Rechenwerk	50	0,40	45	20	
5.15.2	Umgang mit Chemikalien, Undichtigkeitsprüfungen, Pumpenwechsel, allgemeine Wartungsarbeiten, Ablesen von Instrumenten	100	0,40	45	40	
5.15.3	Reparaturarbeiten an Motoren und elektrischen Einrichtungen	200	0,50	45	60	

6 Überprüfungen

Die Überprüfung einer Beleuchtungsanlage muss durch Messung, Berechnung oder durch Kontrolle der Daten (siehe auch EN 13032-2) erfolgen.

6.1 Beleuchtungsstärke

Für die Überprüfung von Beleuchtungsstärken und Gleichmäßigkeiten, die mit bestimmten Sehaufgaben zusammenhängen, müssen Messungen der Beleuchtungsstärke in der Ebene der Sehaufgabe erfolgen und die Lage der gewählten Messpunkte muss mit den bei der Planung genutzten Planungspunkten oder Raster übereinstimmen.

ANMERKUNG Bei Überprüfung der Beleuchtungsstärke sollte die Kalibrierung des verwendeten Beleuchtungsstärkemessgerätes, die Übereinstimmung der Lampen- und Leuchtendaten mit den veröffentlichten photometrischen Daten und die Übereinstimmung der für die Planung angenommenen Reflexionsgrade mit den realen Werten in Betracht gezogen werden.

Die mittlere Beleuchtungsstärke und die Gleichmäßigkeit dürfen nicht unter den Werten liegen, die in Abschnitt 5 bzw. Tabelle 1 angegeben sind.

6.2 Blendungswert

Die Überprüfung muss durch Kontrolle der Planungsdaten und Einflussgrößen, die der Planung zugrunde gelegt sind, erfolgen. Alle Annahmen müssen angegeben werden.

6.3 Farbwiedergabe-Index

Für die Lampen, die in der Planung vorgesehen sind, muss der Lampenhersteller überprüfbare Angaben über den Farbwiedergabe-Index (R_a) liefern. Die Lampen müssen den Anforderungen entsprechen.

Die Lampen müssen wie in der Planung angegeben sein.

6.4 Störlicht

Die berechneten Werte für E_v , I , ULR , L_b , L_s und TI müssen vom Planer der Anlage zur Verfügung gestellt werden.

Die Überprüfung von E_v , L_b , und L_s muss durch Messung unter Berücksichtigung aller Planungsannahmen erfolgen.

Anhang A
(informativ)

Beleuchtungsanforderungen hinsichtlich Betriebssicherheit und Anlagenschutz

Risikoart	\ddot{E}_m lx	U_0 –	GR_L –	R_a –	Bemerkungen
<p>Sehr geringes Sicherheitsrisiko, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Lagerflächen mit gelegentlichem Fahrzeugverkehr in Fabrikgeländen; — Kohlenlager in Kraftwerken; — Holzlagerplätze, Sägemehl und Spanholzbereiche in Sägewerken; — Gelegentlich benutzte Wartungsgänge und Treppen, Abwasserreinigungs- und Durchlüftungsbecken, Filter- und Klärschlamm-aufbereitungs-Becken in Wasserwerken und Kläranlagen. 	5	0,25	55	20	
<p>Geringes Sicherheitsrisiko, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Allgemeinbeleuchtung in Häfen; — Bereiche, in denen gefahrlose Arbeiten verrichtet werden, gelegentlich benutzte Bühnen und Treppen in petrochemischen und anderen gefährdeten Industrieanlagen; — Holzlagerflächen in Sägewerken. 	10	0,40	50	20	In Häfen ist $U_0 = 0,25$ zulässig
<p>Mittleres Sicherheitsrisiko, z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Fahrzeug-Abstellflächen und Container-Abfertigungsanlagen mit regelmäßigem Kraftfahrzeugverkehr in Häfen, Fabrikgeländen und Lagerbereichen; — Fahrzeug-Abstellflächen und Förderanlagen in petrochemischen und anderen gefährdeten Industrieanlagen; — Tanklager in Kraftwerken; — Allgemeinbeleuchtung und Fertigteillager-Bereiche in Werften und Hafenanlagen; — Häufig benutzte Treppen, Filter- und Beckenanlagen in Wasserwerken und Kläranlagen. 	20	0,40	50	20	In Werften und Docks ist $U_0 = 0,25$ zulässig
<p>Hohes Sicherheitsrisiko, z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Gießereien, Holz- und Stahllager, Fundament-Gruben und Arbeitsbereiche entlang der Baugrube; — Feuer-, explosions-, vergiftungs- und strahlungsgefährdete Bereiche in Häfen, Industrieanlagen und Lagerflächen; — Tanklager, Kühltürme, Kessel-, Verdichtungs-, Pumpen-, und Absperr-Anlagen, Rohrleitungen, Arbeitsbühnen, häufig benutzte Treppen, Förderanlagen, elektrische Schaltanlagen in petrochemischen und anderen gefährdeten Industrieanlagen; — Schaltanlagen in Kraftwerken; — Förderanlagen, feuergefährdete Bereiche in Sägewerken. 	50	0,40	45	20	Auf Baustellen und in Sägewerken ist $GR_L = 50$ zulässig

Literaturhinweise

- [1] EN 12464-1, *Licht und Beleuchtung — Beleuchtung von Arbeitsstätten — Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen*
- [2] EN 13032-1, *Licht und Beleuchtung — Messung und Darstellung photometrischer Daten von Lampen und Leuchten - Teil 1: Messung und Datenformat*
- [3] IEC 60050-845/CIE 17.4, *Internationales Wörterbuch der Elektrotechnik — Kapitel 845: „Lichttechnik“*
- [4] CIE 112:1994, *Blendungsbewertungssystem für Außenbeleuchtungsanlagen und Beleuchtungsanlagen für Sport im Freien*
- [5] CIE 115:1995, *Empfehlungen für die Beleuchtung von Straßen für Fußgänger und motorisierten Verkehr*
- [6] CIE 129:1998, *Leitfaden zur Beleuchtung von Arbeitsplätzen im Freien*
- [7] CIE 140:2000, *Berechnungsmethoden für Straßenbeleuchtung*

Index der Bereiche, Sehaufgaben oder Tätigkeiten

Abkoppelbereich (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.13
Ablaufbergbereiche (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.3
Ablesen von Instrumenten (Wasser- und Abwasseranlagen)	5.15.2
Ablesen von Messinstrumenten (Erdölchemische und andere risikoreiche Industrieanlagen)	5.10.3
Aktionsbereiche von Kränen (Industrieanlagen und Lagerbereiche)	5.7.2
Allgemeinbeleuchtung des Werftgeländes (Schiffswerften und Docks)	5.14.1
Allgemeine Servicearbeiten (Erdölchemische und andere risikoreiche Industrieanlagen)	5.10.3
Allgemeine Servicearbeiten und Ablesen von Messinstrumenten (Energie-, Elektrizitäts-, Gas- und Heizkraftwerke)	5.11.4
Allgemeine Wartungsarbeiten (Wasser- und Abwasseranlagen)	5.15.2
Anlagenbereiche (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.14
Anspruchsvolle Elektro-, Maschinen- und Rohrinstallationen (Industrieanlagen und Lagerbereiche)	5.7.4
Anspruchsvolle Montage von elektrischen Leitungen, Maschinen und Versorgungsleitungen (Baustellen)	5.3.4
Anstrich- und Schweißarbeiten am Schiffsrumpf (Schiffswerften und Docks)	5.14.4
Anzünden von Brennern (Erdölchemische und andere risikoreiche Industrieanlagen)	5.10.1
Aufräumarbeiten (Baustellen)	5.3.1
Aussachtungen und Beladen (Baustellen)	5.3.1
Auswechseln von Pumpendichtungen (Erdölchemische und andere risikoreiche Industrieanlagen)	5.10.3
Bahnanlagen: Bereitstellungsfläche, Gleisbrems-, Weichen- und Verteilbereiche (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.2
Baubereiche (Baustellen)	5.3.2
Be- und Entladen von Containerfahrzeugen und Waggons mit gefährlichen Stoffen (Erdölchemische und andere risikoreiche Industrieanlagen)	5.10.3
Be- und Entladen von Containerfahrzeugen und Waggons mit ungefährlichen Stoffen (Erdölchemische und andere risikoreiche Industrieanlagen)	5.10.2
Be- und Entladen von Fracht (Industrieanlagen und Lagerbereiche)	5.7.2
Be- und Entladen von sperrigen Gütern (Industrieanlagen und Lagerbereiche)	5.7.1
Be- und Entladestellen (Allgemeine Verkehrsbereiche bei Arbeitsstätten im Freien)	5.1.4
Be- und Entladestellen von Brennstoffen (Erdölchemische und andere risikoreiche Industrieanlagen)	5.10.4
Be- und Entladung (Kanäle, Schleusen und Hafenanlagen)	5.4.3

Bedienung handbetätigter Ventile (Wasser- und Abwasseranlagen)	5.15.1
Bearbeitungsbereiche (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.6
Beschicken von Schäl- und Spaltmaschinen (Sägewerke)	5.13.5
Betätigung von Handventilen (Erdölchemische und andere risikoreiche Industrieanlagen)	5.10.1
Bohrboden (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.11
Bohrfläche (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.11
Bohrkopf (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.8
Bohrturm (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.5
Bootsanlegebereiche, Transportbereiche (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.3
Dichten von Rohrleitungen (Wasser- und Abwasseranlagen)	5.15.1
Drehtisch (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.15
Ein- und Ausfahrten: dunkle Umgebung (z. B. ländliche Bereiche und Vorstädte) (Tankstellen)	5.6.2
Ein- und Ausfahrten: helle Umgebung (z. B. Städte) (Tankstellen)	5.6.3
Ein- und Ausschalten von Motoren (Erdölchemische und andere risikoreiche Industrieanlagen)	5.10.1
Einfache Bewehrungsarbeiten (Baustellen)	5.3.3
Fahrgastbereiche in Passagierhäfen (Kanäle, Schleusen und Hafenanlagen)	5.4.5
Fahrzeug-Wendepunkte (Allgemeine Verkehrsbereiche bei Arbeitsstätten im Freien)	5.1.4
Flughafengebäude-Vorfeld (Flughäfen)	5.2.2
Flugzeughallen-Vorfeld (Flughäfen)	5.2.1
Flugzeugwartungsbereiche (Flughäfen)	5.2.5
Frachtabfertigung (Kanäle, Schleusen und Hafenanlagen)	5.4.4
Fußgänger-Passagen (Allgemeine Verkehrsbereiche bei Arbeitsstätten im Freien)	5.1.4
Gebrauch von Werkzeugen (Wasser- und Abwasseranlagen)	5.15.1
Gefahrenstellen an Geh- und Fahrwegen (Kanäle, Schleusen und Hafenanlagen)	5.4.7
Gehwege (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.6
Gehwege, ausschließlich für Fußgänger (Allgemeine Verkehrsbereiche bei Arbeitsstätten im Freien)	5.1.1
Geringes Verkehrsaufkommen, z. B. Parkplätze von Geschäften, Reihenhäusern und Wohnblöcken, Abstellbereiche für Fahrräder (Parkplätze)	5.9.1
Gesamte Inspektion (Energie-, Elektrizitäts-, Gas- und Heizkraftwerke)	5.11.3
Gleisanlagen in Personenverkehrsbereichen, Abstellgleise (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.1
Gütergleisanlagen, mit ununterbrochenen Arbeitsvorgängen (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.9
Gütergleisanlagen, mit zeitweiligen Arbeitsvorgängen (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.4

Handhabung von Servicewerkzeugen (Erdölchemische und andere risikoreiche Industrieanlagen)	5.10.1
Handhabung von Servicewerkzeugen, Kohle (Energie-, Elektrizitäts-, Gas- und Heizkraftwerke)	5.11.2
Herstellung von Stahlbetonfertigteilen (Industrieanlagen und Lagerbereiche)	5.7.3
Hilfs- und Lagerarbeiten (Baustellen)	5.3.2
Höhengleiche Bahnübergänge (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.7
Hohes Verkehrsaufkommen, z. B. Parkplätze von Schulen, Kirchen, großen Einkaufszentren, großen Sportanlagen- und Mehrzweckhallen (Parkplätze)	5.9.3
Hubschrauberlandeplatz (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.4
In- und Außerbetriebsetzen von Motoren (Wasser- und Abwasseranlagen)	5.15.1
Inspektion (Industrieanlagen und Lagerbereiche)	5.7.4
Inspektion von Leckagen (Erdölchemische und andere risikoreiche Industrieanlagen)	5.10.2
Inspektionsgrube (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.21
Kaianlagen (Wartebereiche) an Kanälen und Schleusen (Kanäle, Schleusen und Hafenanlagen)	5.4.1
Klassifizierung und Verpackung (Sägewerke)	5.13.4
Kurzzeitiger Umgang mit großen Teilen (Schiffswerften und Docks)	5.14.2
Kurzzeitiges Hantieren mit großen Bauteilen und Rohstoffen (Industrieanlagen und Lagerbereiche)	5.7.1
Ladebereiche (Flughäfen)	5.2.3
Lagerbereiche für vorgefertigte Waren (Schiffswerften und Docks)	5.14.1
Landungsbrücken und Übergänge ausschließlich für Fußgänger (Kanäle, Schleusen und Hafenanlagen)	5.4.2
Landwirtschaftsbetriebshöfe (Landwirtschaftliche Betriebe)	5.5.1
Leitern, Treppen, Gehwege (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.2
Lesen von Adressen und Markierungen an Brettern (Sägewerke)	5.13.3
Lesen von Beschriftungen (Industrieanlagen und Lagerbereiche)	5.7.3
Luftdruck- und Wasserprüfstellen und andere Servicebereiche (Tankstellen)	5.6.4
Meeresoberfläche unter der Plattform (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.1
Messgeräte-Ablesebereiche (Tankstellen)	5.6.5
Mittleres Verkehrsaufkommen, z. B. Parkplätze von Warenhäusern, Bürogebäuden, Fabriken, Sportanlagen und Mehrzweckhallen (Parkplätze)	5.9.2
Montage elektrischer und mechanischer Bauteile (Schiffswerften und Docks)	5.14.5
Montage von Tragwerkelementen (Baustellen)	5.3.3
Nicht überdachte Bahnsteige, Fernverkehr (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.15
Nicht überdachte Bahnsteige, Land- und Regionalverkehr mit geringem Personenaufkommen (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.5

Nicht überdachte Bahnsteige, Vorort- und Regionalverkehr mit hohem Personenaufkommen, oder Fernverkehr mit geringem Personenaufkommen (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.8
Nicht überdachte Laderampen im Güterbereich (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.10
Offene Geräteschuppen (Landwirtschaftliche Betriebe)	5.5.2
Offene Ladeplattformen (Industrieanlagen und Lagerbereiche)	5.7.2
Park- und Abstellplätze für Fahrzeuge (Tankstellen)	5.6.1
Personenbewegung innerhalb elektrischer Sicherheitsbereiche (Energie-, Elektrizitäts-, Gas- und Heizkraftwerke)	5.11.1
Plattform am Bohrturm (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.11
Probennahme (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.12
Prüfplatz, (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.8
Pumpenbereiche (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.9
Pumpenwechsel (Wasser- und Abwasseranlagen)	5.15.2
Rechenwerk (Wasser- und Abwasseranlagen)	5.15.1
Regelmäßiger Fahrzeugverkehr (max. 40 km/h)	5.1.3
Reinigungsarbeiten am Schiffsrumpf (Schiffswerften und Docks)	5.14.3
Reparatur von elektrischen Einrichtungen (Energie-, Elektrizitäts-, Gas- und Heizkraftwerke)	5.11.6
Reparatur von Maschinen und elektrischen Einrichtungen (Erdölchemische und andere risikoreiche Industrieanlagen)	5.10.5
Reparaturarbeiten an Motoren und elektrischen Einrichtungen (Wasser- und Abwasseranlagen)	5.15.3
Rettungsbootsbereiche (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.10
Rohölpumpen (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.13
Rohrleitungen und Dichtungen (Erdölchemische und andere risikoreiche Industrieanlagen)	5.10.2
Rohrleitungsdepot/Deck (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.7
Rüttler (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.8
Schalungsarbeiten und Fertigteilmontage (Baustellen)	5.3.3
Schlammraum (Im Meer gelegene Gas- und Ölförderanlagen)	5.8.12
Schleusenbedien- und Überwachungsbereiche (Kanäle, Schleusen und Hafenanlagen)	5.4.3
Sortieren von Holz an Land und zu Wasser, Holzentladestellen und Bretterbeladestellen, Hebeeinrichtungen zum Beladen der Förderbänder, Stapeln (Sägewerke)	5.13.2
Sortierpferche für Tiere (Landwirtschaftliche Betriebe)	5.5.3
Ständiges Hantieren mit großen Bauteilen und Rohstoffen (Industrieanlagen und Lagerbereiche)	5.7.2
Tanklager (Flughäfen)	5.2.4

Transport (Baustellen)	5.3.2
Treppen auf Bahnhöfen kleiner und mittlerer Größe (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.14
Treppen auf großen Bahnhöfen (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.19
Überdachte Bahnsteige, Fernverkehr (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.18
Überdachte Bahnsteige, Regionalverkehr oder Fernverkehr mit geringem Personenaufkommen (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.16
Überdachte Ladeplattformen (Industrieanlagen und Lagerbereiche)	5.7.3
Überdachte Laderampen in Güterbereichen, mit ununterbrochenen Arbeitsvorgängen (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.20
Überdachte Laderampen in Güterbereichen, mit zeitweiligen Arbeitsvorgängen (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.17
Umgang mit Chemikalien (Wasser- und Abwasseranlagen)	5.15.2
Umgang mit Holz an Land und zu Wasser, Sägemehl- und Holzspan-Fördereinrichtungen (Sägewerke)	5.13.1
Umschlagbereiche in Bahnanlagen (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.12
Undichtigkeitsprüfungen (Wasser- und Abwasseranlagen)	5.15.2
Verbinden von Schläuchen, Rohren und Seilen (Kanäle, Schleusen und Hafenanlagen)	5.4.6
Verbinden von Tragwerkelementen (Baustellen)	5.3.4
Verkehrsflächen für sich langsam bewegende Fahrzeuge (max. 10 km/h), z. B. Fahrräder, Lastwagen, Bagger (Allgemeine Verkehrsbereiche bei Arbeitsstätten im Freien)	5.1.2
Verlegen von elektrischen Leitungen und Kabeln (Baustellen)	5.3.3
Verlegen von Entwässerungsrohren (Baustellen)	5.3.2
Verwendung von Werkzeugen (Industrieanlagen und Lagerbereiche)	5.7.3
Wartung von Zügen und Lokomotiven (Bahnen und Straßenbahnen)	5.12.11
Windkanäle: Service und Wartung (Energie-, Elektrizitäts-, Gas- und Heizkraftwerke)	5.11.5