

**DIN EN 12193**

ICS 91.160.01; 97.220.10

Ersatz für  
DIN EN 12193:2008-04**Licht und Beleuchtung –  
Sportstättenbeleuchtung;  
Deutsche Fassung EN 12193:2018**Light and lighting –  
Sports lighting;  
German version EN 12193:2018Lumière et éclairage –  
Éclairage des installations sportives;  
Version allemande EN 12193:2018

Gesamtumfang 54 Seiten

DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL)  
DIN-Normenausschuss Veranstaltungstechnik, Bild und Film (NVBF)

## Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 12193:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Der zuständige nationale Arbeitsausschuss ist der NA 058-00-13 AA „Sportstättenbeleuchtung“ im DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL).

### Änderungen

Gegenüber DIN EN 12193:2008-04 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Mindestwert für den allgemeinen Farbwiedergabeindex von  $R_a > 20$  auf  $R_a > 60$  erhöht;
- b) Anforderungstabellen um verschiedene Sportarten erweitert;
- c) Empfehlungen zum Umgang mit Blendungsbegrenzung für Innenanlagen aufgenommen;
- d) Anforderungen für Fernseh- und Filmaufnahmen überarbeitet;
- e) allgemeinen Farbwiedergabeindex durch den Television Lighting Contrast Index (TLCI) für Kameras ersetzt;
- f) normative Verweisungen und Literaturhinweise überarbeitet;
- g) redaktionell überarbeitet.

### Frühere Ausgaben

DIN 67526-1: 1973-09

DIN 67526-2: 1973-11, 1987-11

DIN 67526-4: 1978-06

DIN EN 12193: 1999-11, 2008-04

Deutsche Fassung

## Licht und Beleuchtung — Sportstättenbeleuchtung

Light and lighting —  
Sports lighting

Lumière et éclairage —  
Éclairage des installations sportives

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. Juli 2018 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 CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

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



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

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

## Inhalt

|                                                                                                         | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Europäisches Vorwort .....                                                                              | 4     |
| Einleitung .....                                                                                        | 5     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                               | 6     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                          | 6     |
| 3 Begriffe .....                                                                                        | 6     |
| 4 Symbole und Abkürzungen .....                                                                         | 9     |
| 4.1 Symbole und Einheiten .....                                                                         | 9     |
| 5 Projektierungsdaten .....                                                                             | 10    |
| 5.1 Allgemeines .....                                                                                   | 10    |
| 5.2 Erforderliche Lichtquellendaten .....                                                               | 11    |
| 5.2.1 Allgemeines .....                                                                                 | 11    |
| 5.2.2 Daten austauschbarer Lampen .....                                                                 | 11    |
| 5.2.3 LED-Lichtquellendaten .....                                                                       | 11    |
| 5.3 Wesentliche Leuchtendaten .....                                                                     | 11    |
| 5.3.1 Allgemeines .....                                                                                 | 11    |
| 5.3.2 Leuchten mit austauschbaren Lampen .....                                                          | 12    |
| 5.3.3 LED-Leuchten .....                                                                                | 12    |
| 5.4 Nützliche Leuchtendaten .....                                                                       | 12    |
| 5.5 Wesentliche Anlagendaten .....                                                                      | 13    |
| 6 Allgemeine Grundsätze der Beleuchtungsanlage .....                                                    | 13    |
| 6.1 Referenzraster für die Berechnung und Messung .....                                                 | 13    |
| 6.1.1 Allgemeines .....                                                                                 | 13    |
| 6.1.2 Rastermaß für Berechnung und Messungen für einzelne Sportarten .....                              | 13    |
| 6.1.3 Rastermaß für Berechnung und Messungen für Mehrzweck-Sportanlagen .....                           | 14    |
| 6.1.4 Anwendung .....                                                                                   | 14    |
| 6.2 Messvorrichtung .....                                                                               | 17    |
| 6.3 Messprotokoll .....                                                                                 | 17    |
| 6.4 Abweichungen in der Praxis .....                                                                    | 17    |
| 6.5 Instandhaltung .....                                                                                | 18    |
| 6.6 Beleuchtung der Zuschauerbereiche .....                                                             | 18    |
| 6.7 Sicherheit für Teilnehmer und für das Fortsetzen einer Sportveranstaltung bei<br>Lichtausfall ..... | 18    |
| 6.7.1 Sicherheitsbeleuchtung für die Teilnehmer .....                                                   | 18    |
| 6.7.2 Sicherheitsbeleuchtung für die Zuschauer .....                                                    | 19    |
| 6.7.3 Fortsetzen einer Sportveranstaltung .....                                                         | 19    |
| 6.8 Blendungsbegrenzung .....                                                                           | 19    |
| 6.8.1 Allgemeines .....                                                                                 | 19    |
| 6.8.2 Innenanlage .....                                                                                 | 19    |
| 6.8.3 Außenanlage .....                                                                                 | 20    |
| 6.9 Farben und Reflexionseigenschaften der Oberflächen .....                                            | 20    |
| 6.10 Störlicht .....                                                                                    | 20    |
| 7 Anforderungen an die Beleuchtung für die in Europa am häufigsten ausgeübten<br>Sportarten .....       | 22    |
| 7.1 Allgemeine Anforderungen .....                                                                      | 22    |

|        |                                                                                                       |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7.2    | Anforderungen bei nicht im Fernsehen übertragenen Sportarten.....                                     | 23 |
| 7.3    | Spezielle Anforderungen für Fernseh- und Filmaufnahmen.....                                           | 26 |
| 7.3.1  | Allgemeines .....                                                                                     | 26 |
| 7.3.2  | Vertikale Beleuchtungsstärke .....                                                                    | 27 |
| 7.3.3  | Ungewollte Reflexionen oder Skip Light (informativ).....                                              | 29 |
| 7.3.4  | Korrelierte Farbtemperatur der Beleuchtung .....                                                      | 29 |
| 7.3.5  | Zusätzliche Anforderungen für die Farbwiedergabe der Beleuchtung.....                                 | 29 |
| 7.3.6  | Lichtpegel auf der umgebenden Zuschauerzone .....                                                     | 30 |
| 7.3.7  | Position von Flutlichtern .....                                                                       | 30 |
| 7.3.8  | Zusätzliche Anforderungen bei der Übertragung in Super-Slow-Motion (nur<br>Großveranstaltungen) ..... | 31 |
| 7.3.9  | Berücksichtigung anderer Nutzer .....                                                                 | 32 |
| 7.3.10 | Effekte der Oberflächenreflexion.....                                                                 | 32 |
|        | Anhang A (normativ) Anforderungstabellen .....                                                        | 33 |
|        | Anhang B (informativ) A-Abweichung.....                                                               | 50 |
|        | Literaturhinweise.....                                                                                | 51 |

## **Europäisches Vorwort**

Dieses Dokument (EN 12193:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Juni 2019, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Juni 2019 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 12193:2007.

In dieser Überarbeitung können die wesentlichen technischen Änderungen unterteilt werden zwischen den Bedürfnissen der Spieler und denen der Kamera. Für die Spieler wurde der minimale Farbwiedergabe-Index von  $R_a > 20$  auf  $R_a > 60$  erhöht. Die Anforderungstabellen wurden unter Berücksichtigung dessen, dass Sportveranstaltungen seit der letzten Ausgabe an Beliebtheit zunahmen, aktualisiert. Es wurden nun die Empfehlungen zum Einsatz von Blendungsbegrenzung für Sportstätten in Innenanlagen aufgenommen.

Die Anforderungen für Fernseh- und Filmaufnahmen wurden überarbeitet, um die Änderungen in der Übertragungstechnologie, seit der letzten Ausgabe, wiederzugeben. Die Beleuchtungsniveaus wurden entsprechend der Anforderungen an die HD- und 4K-Übertragung und die Produktionstechniken überprüft. Der Farbwiedergabe-Index für Kameras wurde durch den Fernseh-Beleuchtungs-Konsistenz-Index (TLCI) ersetzt, der speziell für Fernsehübertragungskameras entwickelt wurde. Außerdem wurden Anforderungen für die Beseitigung von Flickern für Zeitlupenkameras und die Zuschauerbeleuchtung aufgenommen.

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

## **Einleitung**

Diese Europäische Norm behandelt die Beleuchtung von Sportstätten, um gute Sehbedingungen für Sportler, Athleten, Schiedsrichter, Zuschauer und Fernseh- und Filmaufnahmen zu ermöglichen. Das Ziel dieses Dokuments ist, Empfehlungen und Anforderungen für eine gute Beleuchtung bereitzustellen durch:

- Optimierung der visuellen Informationsaufnahme während des Sportereignisses;
- Aufrechterhaltung der Sehleistung;
- Erreichen akzeptabler Sehbedingungen;
- Begrenzung von Störwirkung.

## 1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Beleuchtung von Sportstätten in Innen- und Außenanlagen für die in Europa am häufigsten ausgeübten Sportarten fest. Dieses Dokument zieht lediglich künstliche Beleuchtung in Betracht. Es gibt Werte für Beleuchtungsstärken, Gleichmäßigkeit, Blendungsbegrenzung und Farbeigenschaften der Lichtquellen an, um die Beleuchtung von Sportstätten planen und überprüfen zu können. Alle Anforderungen sind als Mindestanforderungen vorgesehen. Verfahren zur Messung dieser Werte werden ebenfalls angegeben. Für die Blendungsbegrenzung werden für einzelne Sportarten außerdem Einschränkungen bezüglich der Anordnung der Leuchten angegeben.

Für Anforderungen an die Notbeleuchtung wird in diesem Dokument auf EN 1838 verwiesen.

## 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 1838, *Angewandte Lichttechnik — Notbeleuchtung*

EN 12665:2018, *Licht und Beleuchtung — Grundlegende Begriffe und Kriterien für die Festlegung von Anforderungen an die Beleuchtung*

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

## 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 12665:2018 und die folgenden Begriffe.

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

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

### 3.1

#### Hauptfläche

#### PA

(en: principal area)

relevante Spielfläche, die für die Ausführung einer bestimmten Sportart benötigt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Dies ist üblicherweise die gekennzeichnete „Fläche“ für diese Sportart (z. B. Fußball). In einigen Fällen umfasst diese Fläche jedoch einen extra Spielbereich um die gekennzeichnete Fläche herum (z. B. Tennis, Volleyball, Tischtennis).

Anmerkung 2 zum Begriff: In allen Tabellen von Anhang A sind Flächenmaße beispielhaft angegeben, die für die jeweilige Sportart am häufigsten verwendet werden. Die genauen Abmessungen dieser Flächen sollten bei der Beleuchtungsplanung überprüft werden.

### 3.2

#### **Gesamtfläche**

##### **TA**

(en: total area)

Fläche, grundsätzlich bestehend aus der Hauptfläche (PA) und einem zusätzlichen Sicherheitsbereich außerhalb dieser Hauptfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Abmessungen dieser Fläche basieren grundsätzlich auf denen der Hauptfläche (PA) der jeweiligen Sportarten und dem Wettbewerbsniveau. Für die meisten Sportarten wird eine rechteckige Referenzfläche in der horizontalen Ebene auf Bodenniveau gebildet. Ein Beispiel für eine Referenzfläche ist Bild 1 zu entnehmen, wobei  $l$  und  $w$  jeweils für Länge und Breite der rechteckigen Referenzfläche stehen. Ist eine Gesamtfläche (TA) angegeben, wird es außerdem notwendig, die in 7.1 a) definierten Anforderungen zu erfüllen.

### 3.3

#### **Rasterpunkte für Messung und Berechnung**

Anordnung der Rechen- und Messpunkte und deren Anzahl in jeder Richtung der Referenzfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn die Referenzfläche rechtwinklig ist, definieren  $l$  und  $w$  (siehe Bild 1) die Abmessungen des Rechtecks begrenzt durch die vier Eckpunkte, die gleichzeitig Rechen- und Messpunkte sind.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Referenzflächen für eine symmetrische Bahn entspricht  $l$  einem Viertel der Länge der Innenlinie der Bahn, und  $w$  der Bahnbreite, wie in Bild 2 dargestellt.

### 3.4

#### **Störlicht**

Streulicht, das aufgrund von Quantität, Richtung oder spektralen Eigenschaften in einem bestimmten Zusammenhang Belästigung, Beeinträchtigung oder Ablenkung verursacht oder die Möglichkeit verringert, für die Sehaufgabe kritische Informationen zu sehen

Anmerkung 1 zum Begriff: Für Beleuchtungsanlagen für Sportstätten im Außenbereich wird die durch das Störlicht verursachte Störung in der Umgebung der Anlage berücksichtigt, und nicht die der Zuschauer, Schiedsrichter oder Spieler innerhalb der Sportfläche.

[QUELLE: EN 12665:2018, 3.2.46, modifiziert – „für die Sehaufgabe kritische Informationen“ zu Definition hinzugefügt, Anmerkung 2 zum Begriff wurde nicht hinzugefügt]

### 3.5

#### **Geltungszeit**

<Sportstättenbeleuchtung> Zeitraum, in dem strengere Anforderungen (an die Begrenzung des Störlichts) gestellt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie wird häufig als eine Nutzungsbedingung der Beleuchtung von Behörden vorgegeben, vornehmlich von örtlichen Verwaltungen.

[QUELLE: EN 12665:2018, 3.5.31, modifiziert – Fachgebietsangabe hinzugefügt und in der Definition „Störwirkung“ durch „Störlicht“ ersetzt]

### 3.6

#### **mittlere Beleuchtungsstärke auf einer Fläche**

Beleuchtungsstärke gemittelt über einer gegebenen Fläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Die horizontale Beleuchtungsstärke wird auf Bodenhöhe (0 m) und die vertikale Beleuchtungsstärke wird auf einer Höhe von 1,5 m berechnet, sofern nichts Anderes angegeben ist.

[QUELLE: EN 12665:2018, 3.2.11, modifiziert – Begriff um „auf einer Fläche“ ergänzt, Anmerkung 1 zum Begriff hinzugefügt<sup>N1)</sup>]

#### 3.6.1

##### **Wartungswert der mittleren Beleuchtungsstärke auf einer Fläche**

Wert, den die mittlere Beleuchtungsstärke auf einer gegebenen Fläche nicht unterschreiten darf

Anmerkung 1 zum Begriff: Es handelt sich um die mittlere Beleuchtungsstärke auf der gegebenen Fläche zu dem Zeitpunkt, an dem die Wartung durchzuführen ist.

#### 3.6.2

##### **mittlere Anfangsbeleuchtungsstärke auf einer Fläche**

durchschnittliche Beleuchtungsstärke auf einer gegebenen Fläche bei einer neuen Anlage

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Anfangsbeleuchtungsstärke wird ermittelt aus dem festgelegten Wartungswert der Beleuchtungsstärke geteilt durch den Wert des Wartungsfaktors zum Zeitpunkt der erforderlichen Wartung.

### 3.7

#### **Hauptkamera**

Kamera an definiertem Standort, die vollständige Berechnungen erfordert

### 3.8

#### **Nebenkamera**

Kamera an anderem festen Standort, die möglicherweise keine vollständigen Berechnungen über die gesamte Fläche erfordert (z. B. Kamera hinter dem Tor)

### 3.9

#### **Hand- (oder bewegliche) Kamera**

Kamera, die sich an beliebiger Stelle im Bereich der Hauptfläche befinden kann und für die mindestens die vier vertikalen Ebenen parallel zu den Rändern der Hauptfläche zu berechnen sind

### 3.10

#### **Fernseh-Beleuchtungs-Konsistenz-Index**

##### **TLCI**

(en: Television Lighting Consistency Index)

Lichtfarbmetrik, die von der Europäischen Rundfunkunion (European Broadcasting Union) für das Fernsehen entwickelt wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Der TLCI  $Q_a$  kann eine Zahl zwischen 0 (schlecht) und 100 (perfekt) sein. Obwohl für Produktionen vorgesehen, bei denen die Aufzeichnungen von Kameras an verschiedenen Standorten und/oder bei unterschiedlicher Beleuchtung zusammengeschnitten werden, eignet er sich auch für die Beleuchtung von Sportstätten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die EBU-Anforderungen sind im EBU-Dokumentenverweis R.137, EBU Technisches Dokument 3355 [30] angegeben.

---

N1) Nationale Fußnote: Anmerkungen 1 und 2 zum Begriff aus EN 12665:2018, 3.2.11 wurden ausgelassen, die hinzugefügte Anmerkung 1 zum Begriff ist neu.

### 3.11

#### Gradient

prozentuale Änderung der Beleuchtungsstärke über eine festgelegte Distanz

## 4 Symbole und Abkürzungen

### 4.1 Symbole und Einheiten

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Symbole nach EN ISO 52000-1 sowie die in Tabelle 1 aufgeführten spezifischen Symbole.

**Tabelle 1 — Symbole und Einheiten**

| Symbol                     | Größe                                                                                              | Einheit |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| $b$                        | Breite der Hauptfläche (PA)                                                                        | m       |
| $d$                        | Länge der Hauptfläche (PA)                                                                         | m       |
| $E_{\text{hor Min}}$       | Minimale horizontale Beleuchtungsstärke                                                            | lx      |
| $E_{\text{hor Max}}$       | Maximale horizontale Beleuchtungsstärke                                                            | lx      |
| $E_{\text{hor Ave}}$       | Mittlere horizontale Beleuchtungsstärke                                                            | lx      |
| $E_{\text{vert Min}}$      | Minimale vertikale Beleuchtungsstärke                                                              | lx      |
| $E_{\text{vert Max}}$      | Maximale vertikale Beleuchtungsstärke                                                              | lx      |
| $E_{\text{vert Ave}}$      | Mittlere vertikale Beleuchtungsstärke                                                              | lx      |
| $E_{\text{cam Min}}$       | Minimale vertikale Beleuchtungsstärke in Richtung einer bestimmten Kamera                          | lx      |
| $E_{\text{cam Max}}$       | Maximale vertikale Beleuchtungsstärke in Richtung einer bestimmten Kamera                          | lx      |
| $E_{\text{cam Ave}}$       | Mittlere vertikale Beleuchtungsstärke in Richtung einer bestimmten Kamera                          | lx      |
| $E_{\text{cam Ave Stand}}$ | Mittlere vertikale Beleuchtungsstärke in Richtung einer bestimmten Kamera oberhalb der Tribüne     | lx      |
| $E_{\text{cam Ave PA}}$    | Mittlere vertikale Beleuchtungsstärke in Richtung einer bestimmten Kamera oberhalb der Hauptfläche | lx      |
| $l$                        | Länge der Gesamtfläche (TA)                                                                        | m       |
| $U1_{\text{hor}}$          | Minimale zu maximaler horizontaler Gleichmäßigkeit <sup>N2)</sup>                                  | —       |
| $U2_{\text{hor}}$          | Minimale zu mittlerer horizontaler Gleichmäßigkeit <sup>N3)</sup>                                  | —       |
| $U1_{\text{vert}}$         | Minimale zu maximaler vertikaler Gleichmäßigkeit <sup>N4)</sup>                                    | —       |
| $U2_{\text{vert}}$         | Minimale zu mittlerer vertikaler Gleichmäßigkeit <sup>N5)</sup>                                    | —       |

N2) Nationale Fußnote: Gemeint ist hier die Ungleichmäßigkeit  $U1_{\text{hor}}$  ( $U1$  wird in CIE S 017 mit  $U_d$  bezeichnet), die das Verhältnis von minimaler zu maximaler horizontaler Beleuchtungsstärke beschreibt.

N3) Nationale Fußnote: Gemeint ist hier die Gleichmäßigkeit  $U2_{\text{hor}}$  ( $U2$  wird in CIE S 017 mit  $U_o$  bezeichnet), die das Verhältnis von minimaler zu mittlerer horizontaler Beleuchtungsstärke beschreibt.

N4) Nationale Fußnote: Gemeint ist hier die Ungleichmäßigkeit  $U1_{\text{vert}}$  ( $U1$  wird in CIE S 017 mit  $U_d$  bezeichnet), die das Verhältnis von minimaler zu maximaler vertikaler Beleuchtungsstärke beschreibt.

| Symbol       | Größe                                                             | Einheit            |
|--------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------|
| $R_a$        | Allgemeiner Farbwiedergabeindex                                   | —                  |
| $T_{cp}$     | Ähnlichste Farbtemperatur                                         | K                  |
| $Q_a$        | Fernseh-Beleuchtungs-Konsistenz-Index                             | —                  |
| $P_w$        | Rechenrasterelement Breite                                        | m                  |
| $P_l$        | Rechenrasterelement Länge                                         | m                  |
| PA           | Hauptfläche                                                       | m <sup>2</sup>     |
| TA           | Gesamtfläche                                                      | m <sup>2</sup>     |
| $W_p$        | Breite des Rechenrasters                                          | m                  |
| $L_p$        | Länge des Rechenrasters                                           | m                  |
| $R_{UG}$     | Vereinheitlichte Blendungsbewertung                               | —                  |
| $R_G$        | Blendungsbewertung                                                | —                  |
| $R_{ULMax}$  | Maximaler nach oben gerichteter Anteil des Leuchtenlichtstroms    | %                  |
| $R_{LO}$     | Betriebswirkungsgrad                                              | %                  |
| $I$          | Leuchtenlichtstärke jeder Quelle in der potentiellen Störrichtung | cd                 |
| $L_b$        | Gebäudeleuchtdichte                                               | cd m <sup>-2</sup> |
| $f_{TI}$     | Schwellenwerterhöhung                                             | —                  |
| $w$          | Breite der Gesamtfläche (TA)                                      | m                  |
| $W_{source}$ | Nennleistung                                                      | W                  |
| $F_{LLM}$    | Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor                                   | —                  |
| $F_{LS}$     | Lampenlebensdauerfaktor                                           | —                  |
| $t_q$        | Bemessungsumgebungstemperatur im Betrieb $t_q$                    | °C                 |
| $L_x$        | Lichtstromverhältnis                                              | %                  |
| $B_y$        | Bemessungslebensdauer                                             | h                  |
| $F_{BL}$     | Vorschaltgerät-Lichtstromfaktor                                   | —                  |
| $F_{LM}$     | Leuchten-Wartungsfaktor                                           | —                  |
| $F_U$        | Beleuchtungswirkungsgrad                                          | —                  |
| FF           | Flickerfaktor                                                     | %                  |

## 5 Projektierungsdaten

### 5.1 Allgemeines

Die folgenden Daten müssen Planern und Nutzern bei der Planung und im Betrieb von Beleuchtungsanlagen zur Verfügung gestellt werden.

N5) Nationale Fußnote: Gemeint ist hier die Gleichmäßigkeit  $U_{2,vert}$  ( $U_2$  wird in CIE S 017 mit  $U_o$  bezeichnet), die das Verhältnis von minimaler zu mittlerer vertikaler Beleuchtungsstärke beschreibt.

## 5.2 Erforderliche Lichtquellendaten

### 5.2.1 Allgemeines

Die folgenden Lichtquellendaten müssen zur Prüfung zur Verfügung gestellt werden:

- **Code:** Eine Kombination von Buchstaben und Ziffern, durch die der Lichtquellentyp identifiziert werden kann.
- **Abmessungen:** Alle Abmessungen der Lichtquelle, die für die Leuchte relevant sind.
- **Nennleistung** ( $W_{\text{source}}$ ): Die Nennleistung der Lichtquelle ( $W_{\text{source}}$ ) als ungefähr verwendete Leistung, die zur Bezeichnung oder Identifikation der Lichtquelle verwendet wird, darf angegeben werden.
- **Lichtstrom.**
- **Allgemeiner Farbwiedergabe-Index** ( $R_a$ ).
- **Ähnlichste Farbtemperatur** ( $T_{\text{cp}}$ ).

### 5.2.2 Daten austauschbarer Lampen

#### 5.2.2.1 Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor ( $F_{\text{LLM}}$ )

Der Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor darf graphisch oder tabellarisch angegeben werden. Jedoch wird es empfohlen, solche Daten tabellarisch aufzuführen, da dies dem Lichtplaner erlaubt, einen angepassten Wartungsplan zu erstellen.

#### 5.2.2.2 Lampenlebensdauerfaktor ( $F_{\text{LS}}$ )

Der Lampenlebensdauerfaktor darf graphisch oder tabellarisch angegeben werden. Aber es wird empfohlen, solche Daten tabellarisch aufzuführen, da dies dem Lichtplaner erlaubt, einen angepassten Wartungsplan zu erstellen.

### 5.2.3 LED-Lichtquellendaten

**5.2.3.1 Lichtstromverhältnis:** Zeitraum, in dem der Lichtstrom der Quelle auf  $x\%$  ( $L_x$ ) sinkt.

**5.2.3.2 Mittlere Bemessungslebensdauer:** Zeitraum, während dem  $50\%$  ( $B_{50}$ ) einer Gruppe an LED-Lichtquellen vom selben Typ in Betrieb unter Prüfbedingungen einen parametrischen Fehler aufweisen, wie vom Hersteller oder dem verantwortlichen Anbieter angegeben.

**5.2.3.3 Bemessungslebensdauer:** Zeitraum, während dem  $y\%$  ( $B_y$ ) einer Gruppe an LED-Lichtquellen vom selben Typ in Betrieb unter Prüfbedingungen einen parametrischen Fehler aufweisen, wie vom Hersteller oder dem verantwortlichen Anbieter angegeben.

ANMERKUNG Lichtstromverhältnis und Lebensdauer werden für gewöhnlich für denselben Zeitraum angegeben, z. B.  $L_x B_y$  bei  $z$  Stunden und für eine bestimmte Umgebungstemperatur.

## 5.3 Wesentliche Leuchtendaten

### 5.3.1 Allgemeines

Die folgenden Leuchtendaten sind in Übereinstimmung mit den Anforderungen dieser Europäischen Norm zur Überprüfung bereitzustellen.

**5.3.1.1 Leuchten-Code:** Beliebige Kombinationen von Buchstaben und Ziffern, die den Leuchtentyp bestimmen.

**5.3.1.2 Normalisierte Lichtstärketabelle:** Bei der Planung einer Sportstättenbeleuchtung wird die Genauigkeit bei der Berechnung der Beleuchtungsstärke im Wesentlichen bestimmt durch die Qualität der Interpolation in der Lichtstärketabelle der eingesetzten Leuchten. Die Mindestanforderungen sind in EN 13032-1 aufgeführt.

**5.3.1.3 Korrekturfaktoren:** Wenn die elektrische Leistung des Vorschaltgerätes, das für die photometrischen Messungen eingesetzt wurde, um mehr als 5 % von der Standardmessung abweicht, muss ein Vorschaltgerät-Lichtstromfaktor ( $F_{BL}$ ) festgelegt werden.

**5.3.1.4 Abmessung der leuchtenden Teile der Leuchten:** Die Maße der lichtausstrahlenden Teile der Leuchten müssen in m oder  $m^2$  angegeben werden.

## 5.3.2 Leuchten mit austauschbaren Lampen

**5.3.2.1 Leuchten-Lichtstrom:** Der Lichtstrom muss für Leuchten angegeben werden.

ANMERKUNG Für Leuchten mit austauschbaren Lampen kann der Bemessungslichtstrom der Leuchte durch Multiplizieren des Bemessungslichtstroms der Lampe mit dem Betriebswirkungsgrad ( $R_{LO}$ ) der Leuchte bestimmt werden. Vorschaltgeräte von Leuchten können sich auf einen Wert des Vorschaltgerät-Lichtstromfaktors ( $F_{BL}$ ) beziehen. In Fällen, in denen dies gilt, sollte der Wert des  $R_{LO}$  mit dem Wert des  $F_{BL}$  multipliziert werden. Siehe auch EN 13032-1 als Erläuterung.

**5.3.2.2 Bemessungsumgebungstemperatur:** Höchste Umgebungstemperatur um die Leuchte in Zusammenhang mit dem sicheren Betrieb der Leuchte unter normalen Betriebsbedingungen, wie vom Hersteller oder dem verantwortlichen Anbieter angegeben.

## 5.3.3 LED-Leuchten

**5.3.3.1 Bemessungsumgebungstemperatur im Betrieb  $t_q$ :** Höchste Umgebungstemperatur um die Leuchte in Zusammenhang mit einer Nennleistung der Leuchte unter normalen Betriebsbedingungen, wie vom Hersteller oder dem verantwortlichen Anbieter angegeben.

**5.3.3.2 Lichtstromverhältnis:** Zeitraum, in dem der Betriebswirkungsgrad der Leuchte auf x % ( $L_x$ ) sinkt.

**5.3.3.3 Mittlere Bemessungslebensdauer:** Zeitraum, während dem 50 % ( $B_{50}$ ) einer Gruppe an LED-Leuchten vom selben Typ in Betrieb unter Prüfbedingungen einen parametrischen Fehler aufweisen, wie vom Hersteller oder dem verantwortlichen Anbieter angegeben.

**5.3.3.4 Bemessungslebensdauer:** Zeitraum, während dem y % ( $B_y$ ) einer Gruppe an LED-Leuchten vom selben Typ in Betrieb unter Prüfbedingungen einen parametrischen Fehler aufweisen, wie vom Hersteller oder dem verantwortlichen Anbieter angegeben.

**5.3.3.5 Lichtausbeute einer Leuchte:** Das Verhältnis des emittierten Leuchtenlichtstroms, geteilt durch die von der Leuchte einschließlich der durch die Betriebsgeräte verbrauchten Leistung.

ANMERKUNG Lichtstromverhältnis und Lebensdauer werden für gewöhnlich für denselben Zeitraum angegeben, z. B.  $L_x B_y$  bei z Stunden und für eine bestimmte Umgebungstemperatur.

## 5.4 Nützliche Leuchtendaten

Die folgenden Leuchtendaten müssen Planern und Nutzern bei der Planung und im Betrieb von Beleuchtungsanlagen zur Verfügung gestellt werden.

**Lichtstärkediagramm:** Die Lichtstärkeverteilung, dargestellt als Kurve, ist hauptsächlich dazu bestimmt, einen ersten Eindruck von der Form der Lichtstärkeverteilung zu vermitteln. Die Kurve der Lichtstärkeverteilung für Flutlichter sollte in kartesischen Koordinaten angegeben werden.

**Leuchten-Wartungsfaktor ( $F_{LM}$ ):** Der Leuchten-Wartungsfaktor ( $F_{LM}$ ) darf graphisch oder tabellarisch angegeben werden. Jedoch wird es empfohlen, solche Daten tabellarisch aufzuführen, da dies dem Lichtplaner erlaubt, einen optimalen Wartungsplan zu erstellen.

**Verhältnis Abstand/Höhe:** Das Abstands-/Höhen-Verhältnis ist das Verhältnis des Abstandes der geometrischen Mittelpunkte der in einem Raster angeordneten Leuchten in Längs- und Querrichtung zur Höhe über der Bezugsebene.

ANMERKUNG Üblicherweise verwendet für Innenanlagen in Verbindung mit Beleuchtungswirkungsgrad-Tabellen (siehe unten).

**Beleuchtungswirkungsgrad-Tabellen:** Der Beleuchtungswirkungsgrad ( $F_U$ ) einer Leuchte in einer Anlage ist das Verhältnis des von der Bezugsfläche empfangenen Lichtstromes zu der Summe der Bemessungswerte der Lichtströme der einzelnen Lampen der Beleuchtungsanlage (siehe EN 12665).

ANMERKUNG Üblicherweise verwendet für Innenanlagen.

**Photometrie:** Ob relative oder absolute Photometrie verwendet wurde.

## 5.5 Wesentliche Anlagendaten

Folgende Anlagendaten sind in Übereinstimmung mit den Anforderungen nach EN 12193 zur Überprüfung bereitzustellen:

- Feldabmessungen: Beispiele für Feldabmessungen sind in Anhang A angegeben;
- Reflexionsgrad der Fläche (erforderlich für die Blendungsberechnung);
- Wartungsfaktor;
- Stromversorgung.

## 6 Allgemeine Grundsätze der Beleuchtungsanlage

### 6.1 Referenzraster für die Berechnung und Messung

#### 6.1.1 Allgemeines

Die Überprüfung der von einer Beleuchtungsanlage erbrachten Beleuchtungsstärke verlangt regelmäßige Beleuchtungsmessungen vor Ort. Es ist daher ratsam, ein Raster festzulegen, sodass der Beleuchtungsplaner und der Nutzer eine gemeinsame Basis haben, wenn Berechnungen und Messungen der Beleuchtung ausgeführt werden. Diese Raster sind im Allgemeinen rechtwinklig. Die Beleuchtungsstärken werden im Mittelpunkt jedes Rasterrechtecks berechnet oder gemessen. Die Rastergrenzen sind in 3.3 festgelegt. Die Referenzebene des Rasters ist allgemein die Bodenhöhe zur Bestimmung der horizontalen Beleuchtungsstärken oder für vertikale Beleuchtungsstärken 1,5 m über der Ebene, wenn nicht anders angegeben. Die Rasterpunkte sind durch die Länge und die Breite der Referenzfläche bestimmt oder für eine Bahn (siehe Bild 2) durch ein Viertel der Länge ihrer Innenlinie und ihrer Breite, wie in 6.1.2 beschrieben.

#### 6.1.2 Rastermaß für Berechnung und Messungen für einzelne Sportarten

Das Rastermaß für Berechnungen und Messungen hängt grundsätzlich ab von den zu betrachtenden Sportflächen, der Anordnung der Anlage, der Lichtstärkeverteilung der verwendeten Leuchten, der

notwendigen Genauigkeit und den zu ermittelnden photometrischen Größen. Obwohl diese Abhängigkeit nicht in einfacher Weise beschrieben werden kann, wird für die Praxis das maximale Rastermaß unter Verwendung von Gleichung (1) abgeschätzt:

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

Dabei ist

$p$  das Rastermaß;

$d$  die längere Seite der Referenzfläche.

Die Anzahl der Punkte der längeren Seite ist durch die am nächsten gelegene ungerade ganze Zahl des Verhältnisses  $d/p$  gegeben.

Der resultierende Abstand zwischen den Rasterpunkten wird zur Berechnung der am nächsten gelegenen ungeraden ganzen Zahl für die Anzahl der Rasterpunkte der kürzeren Seite herangezogen. Dies ergibt ein Verhältnis von ungefähr 1 für das Verhältnis der Seiten eines Rasterelementes.

**ANMERKUNG** Die Gleichung (aus CIE X005 [3]) ist unter der Annahme abgeleitet worden, dass  $\log p$  proportional zu  $\log d$  ist, wobei:

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

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

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

### **6.1.3 Rastermaß für Berechnung und Messungen für Mehrzweck-Sportanlagen**

Sind mehrere Spielflächen in einer Gesamtfläche angeordnet, sollten diese einzeln unter Benutzung des für die bestimmte Sportart vorgegebenen Rasters überprüft werden, z. B. wenn bestimmte Nutzer oder Wettkämpfe vorgesehen sind (z. B. Badminton, Basketball, Volleyball). Sind auf einer Gesamtfläche (z. B. in einer Mehrzweck-Sporthalle) mehrere Spielflächen gekennzeichnet, kann eine zusätzliche Berechnung und Messung für die Gesamtfläche vorgenommen werden, wobei die Abmessungen der Gesamtfläche zur Bestimmung der Anzahl der Rasterpunkte nach der Gleichung (1) aus 6.1.2 herangezogen werden.

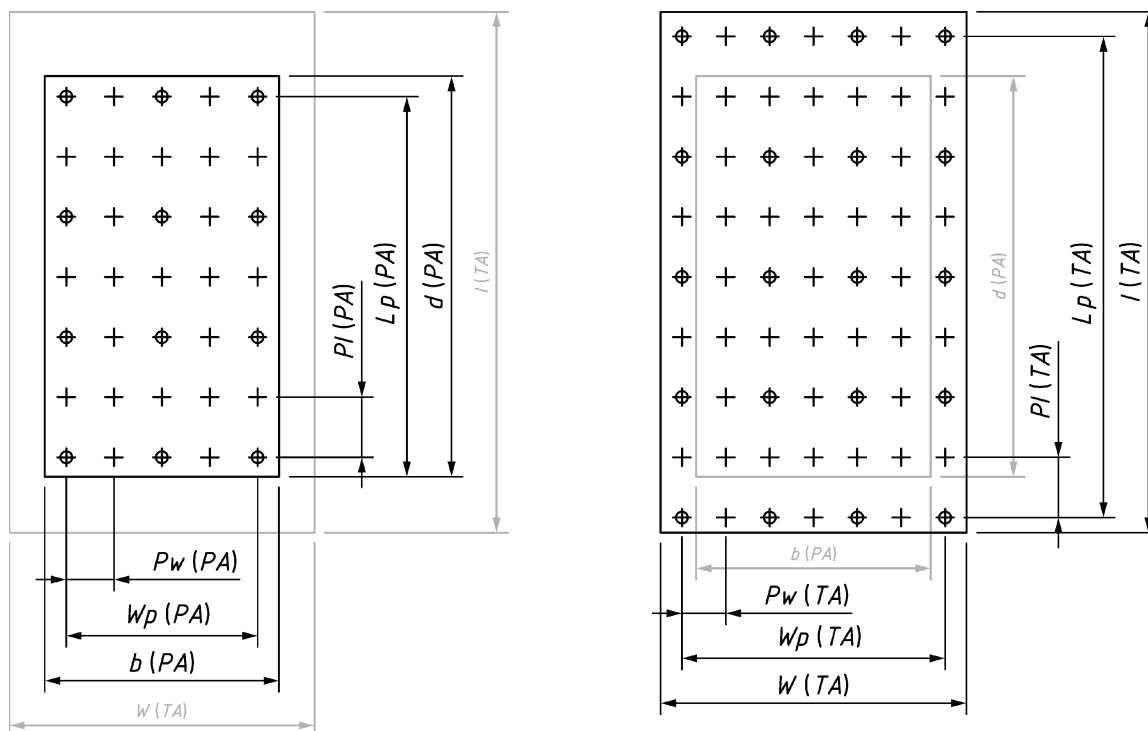
### **6.1.4 Anwendung**

Das Rechenraster dient der Überprüfung der Einhaltung der gestellten Anforderungen an eine neue Beleuchtungsanlage. Das Messraster kann dasselbe sein wie das Rechenraster, jedoch führt das gewöhnlich zu einer sehr großen Anzahl von Messpunkten. Es können auch weniger Punkte genommen und die Messwerte an diesen Punkten mit der Berechnung verglichen werden. Dieses reduzierte Raster sollte vertraglich vereinbart werden und als Basis für die Kontrolle der installierten Leistung herangezogen werden. Die Anzahl der Rechenpunkte ist für fast alle Sportarten in den gruppierten Tabellen für die Beleuchtungsanforderungen angegeben (siehe Anhang A). Es wird darauf hingewiesen, dass die vorgeschlagenen Rechenraster in 6.1.2 längs und quer eine ungerade Anzahl von Punkten haben und damit die Reduzierung der Messraster auf jeden zweiten Punkt erfolgen kann, wobei eine Symmetrie der Punkte über das Referenzfeld erhalten bleibt. Ein Beispiel für Messpunkte wird in Bild 1 gezeigt, in dem die Messpunkte durch eingekreiste Punkte dargestellt sind.

**ANMERKUNG** Weitere Hinweise zu Messrastern können CIE 169:2005 [4] entnommen werden.

Die mittlere Beleuchtungsstärke ist durch das arithmetische Mittel der erhaltenen Werte aus allen Punkten bestimmt. Für neue Anlagen muss die Berechnung der Anfangsbeleuchtungsstärke mit den tatsächlichen Messwerten verglichen werden. Die Anfangsbeleuchtungsstärken werden aus dem

Wartungswert der Beleuchtungsstärke in den Anforderungstabellen in Anhang A berechnet, unter Berücksichtigung eines angemessenen Wartungsfaktors.



a) Hauptfläche (PA)

b) Gesamtfläche (TA)

### Legende

$P_w(PA)$  PA Punktabstand Breite  
 $P_w(TA)$  TA Punktabstand Breite  
 $b$  Breite der Hauptfläche (PA)  
 $P_l(PA)$  PA Punktabstand Länge  
 $P_l(TA)$  TA Punktabstand Länge  
 $d$  Länge der Hauptfläche (PA)  
 $w$  Breite der Gesamtfläche (TA)

$W_p(PA)$  Breite des Rechenrasters Hauptfläche  
 $W_p(TA)$  Breite des Rechenrasters Gesamtfläche  
 $l$  Länge der Gesamtfläche (TA)  
 $L_p(PA)$  Länge des Rechenrasters Hauptfläche  
 $L_p(TA)$  Länge des Rechenrasters Gesamtfläche  
 $+$  Berechnungspunkt  
 $\oplus$  Berechnungs- und Messpunkt

**Bild 1 — Referenzfläche, Punkte des Rechenrasters und ein Beispiel für die Punkte des Messrasters**

Bei nicht rechteckigen Spielflächen wie Leichtathletik-Bahnen können Berechnungen an einem rechteckigen Raster vorgenommen werden, allerdings sollten die Zwischenräume zwischen den Berechnungspunkten klein genug sein, so dass die Spielfläche genügend Punkte enthält. Die Länge  $l$  beträgt 25 % der Gesamtlänge einer Kreisbahn. (Siehe Bild 2).