

DIN EN 12193

ICS 91.160.01; 97.220.10

Einsprüche bis 2017-02-16
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 12193:2008-04

Entwurf

**Licht und Beleuchtung –
Sportstättenbeleuchtung;
Deutsche und Englische Fassung prEN 12193:2017**

Light and lighting –
Sports lighting;
German and English version prEN 12193:2017

Lumière et éclairage –
Éclairage des installations sportives;
Version allemande et anglaise prEN 12193:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-12-16 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

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

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 98 Seiten

DIN-Normenausschuss Lichttechnik (FNL)
DIN-Normenausschuss Veranstaltungstechnik, Bild und Film (NVBF)
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12193:2016) 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).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN 12193 beige-fügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

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.

Licht und Beleuchtung — Sportstättenbeleuchtung

Lumière et éclairage — Éclairage des installations sportives

Light and lighting — Sports lighting

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm

Dokument-Untertyp:

Dokument-Stage: CEN-Umfrage

Dokument-Sprache: D

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Anzugebende Daten	8
4.1 Erforderliche Lampendaten	8
4.2 Ergänzende Lampendaten	9
4.3 Erforderliche Leuchtendaten	9
4.4 Ergänzende Leuchtendaten	9
4.5 Erforderliche Anlagendaten	10
5 Allgemeine Grundsätze der Beleuchtungsanlage	10
5.1 Referenzraster für die Berechnung und Messung	10
5.1.1 Allgemeines	10
5.1.2 Rastermaß für Berechnung und Messung für einzelne Sportarten	10
5.1.3 Rastermaß für Berechnung und Messung für Mehrzweck-Sportanlagen	11
5.1.4 Anwendung	11
5.2 Messgeräte	13
5.3 Messprotokoll	14
5.4 Abweichungen in der Praxis	14
5.5 Wartung	15
5.6 Beleuchtung der Zuschauerbereiche	15
5.7 Sicherheit für Teilnehmer und für das Fortsetzen einer Sportveranstaltung bei Lichtausfall	15
5.7.1 Sicherheitsbeleuchtung für die Teilnehmer	15
5.7.2 Fortsetzen einer Sportveranstaltung	16
5.8 Blendungsbegrenzung	16
5.9 Farben und Reflexionseigenschaften der Oberflächen	17
5.10 Störlicht	17
6 Anforderungen an die Beleuchtung für die in Europa am häufigsten ausgeübten Sportarten	19
6.1 Allgemeine Anforderungen	19
6.2 Anforderungen bei nicht im Fernsehen übertragenen Sportarten	20
6.3 Spezielle Anforderungen für Fernseh- und Filmaufnahmen	23
6.3.1 Allgemeines	23
6.3.2 Vertikale Beleuchtungsstärke	23
6.3.3 Ungewollte Reflexionen oder Skip Light	25
6.3.4 Korrelierte Farbtemperatur der Beleuchtung	26
6.3.5 Farbwiedergabe der Beleuchtung	26
6.3.6 Lichtpegel auf der umgebenden Zuschauerzone	26
6.3.7 Position von Scheinwerfern	27
6.3.8 Weitere Anforderungen bei der Übertragung in Super-Slow-Motion (nur Großveranstaltungen)	27
6.3.9 Berücksichtigung anderer Nutzer	28
6.3.10 Effekte der Oberflächenreflexion	28

Anhang A (normativ) Anforderungstabellen	30
Anhang B (informativ) A-Abweichung.....	50
Literaturhinweise.....	51

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 12193:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 169 „Licht und Beleuchtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 12193:2007 ersetzen.

In dieser Überarbeitung lassen sich die wichtigsten technischen Änderungen im Hinblick auf die Erfordernisse der Spieler und der Kamera aufteilen. Für die Spieler wurde der Mindestwert für den allgemeinen Farbwiedergabeindex von $R_a > 20$ auf $R_a > 60$ erhöht. Die Anforderungstabellen wurden dahingehend aktualisiert, dass jetzt auch Sportarten berücksichtigt sind, die seit der letzten Ausgabe an Beliebtheit gewonnen haben. Nun sind auch Empfehlungen zur Anwendung von Werten zur Blendungsbegrenzung für in Innenanlagen ausgeübte Sportarten enthalten.

Die Anforderungen für Fernseh- und Filmaufnahmen wurden überarbeitet, sodass Änderungen an Sendetechnologien seit der letzten Ausgabe Berücksichtigung finden. Auch die Angaben zu Beleuchtungsniveaus wurden überarbeitet, um den Anforderungen an HD- und 4 K-Übertragungen sowie -Produktionstechniken Rechnung zu tragen. Für Kameras wurde der allgemeine Farbwiedergabeindex durch den Television Lighting Contrast Index (TLCI) ersetzt, der speziell für Fernsehkameras entwickelt wurde. Enthalten sind neben den Anforderungen an die Beseitigung von Flimmern bei Slow-Motion-Kameras ebenso wie solche an die Beleuchtung von Zuschauerbereichen.

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 ist, Empfehlungen und Anforderungen für eine gute Beleuchtung anzugeben durch:

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

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Beleuchtung von Sportstätten in Innen- und Außenanlagen für die in Europa am häufigsten ausgeübten Sportarten fest. Diese Norm zieht lediglich künstliche Beleuchtung in Betracht. Sie 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 zu verstehen. 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 auf EN 1838 verwiesen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 1838:1999, *Angewandte Lichttechnik — Notbeleuchtung*

EN 12193, *Licht und Beleuchtung — Sportstättenbeleuchtung*

EN 12665:2011, *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 Dateiformat*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 12665:2011 und die folgenden Begriffe.

3.1

Hauptfläche

PA

(en: principal area)

relevante Spielfläche, die für die Ausführung einer 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 den Tabellen von Anhang A sind Flächen beispielhaft angegeben, die für die jeweilige Sportart am häufigsten verwendet werden. Die Abmessungen dieser einzelnen 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 basieren grundsätzlich auf denen der Hauptfläche (PA) der jeweiligen Sportarten und dem jeweiligen Wettbewerbsniveau. Für die meisten Sportarten wird eine rechteckige Referenzfläche in der horizontalen Ebene auf Bodenniveau gebildet. Ein Beispiel der rechteckigen Referenzfläche zeigt Bild 1 mit Länge l und Breite w . In den Fällen, in denen eine Gesamtfläche (TA) angegeben wird, ist es außerdem notwendig, die hierfür in 5.3 a) definierten Anforderungen zu erfüllen.

3.3

Rasterpunkte für Messung und Berechnung

Anordnung der Rechenpunkte und Messpunkte und deren Anzahl in jeder Richtung der Referenzfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn die Referenzfläche rechtwinklig ist, geben l_p und w_p (siehe Bild 1) die Abmessungen des Rechtecks mit den Eckpunkten an, die gleichzeitig Rechen- und Messpunkte sind.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Referenzflächen für eine symmetrische Bahn ist $l = l_p$, entsprechend ein Viertel der Länge der Innenlinie der Bahn; w ist die 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, wesentliche Informationen zu sehen

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

3.5

Geltungszeit

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

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

3.6 mittlere Beleuchtungsstärke auf einer Fläche

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, zu 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 spezifischen Wartungswert der Beleuchtungsstärke, geteilt durch den Wert des Wartungsfaktors zum Zeitpunkt der erforderlichen Wartung.

3.6.3

Hauptkamera

Kameras an Standorten, die für Hauptkameras ausgewiesen sind, die vollständige Berechnungen erfordern

3.6.4

Nebenkameras

Kameras an anderen festen Positionen, von denen möglicherweise nicht jede einzelne eine vollständige Berechnung über die gesamte Fläche erfordert

3.6.5

Hand- oder bewegliche Kameras

Kameras, die sich an beliebiger Stelle auf der Hauptfläche befinden können und für die mindestens die vier vertikalen Ebenen parallel zu den Rändern der Hauptfläche zu berechnen sind

3.6.6

Fernseh-Beleuchtungs-Konsistenz-Index

TLCI

(en: Television Lighting Consistency Index)

von der Europäischen Rundfunkunion (European Broadcasting Union) für das Fernsehen entwickelter Lichtfarbenindex

Anmerkung 1 zum Begriff: Der TLCI 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 Sportarten, bei denen die Zuschauer keinen Bezug haben.

4 Anzugebende Daten

4.1 Erforderliche Lampendaten

Die folgenden Lampendaten müssen für eine Überprüfung angegeben werden.

Lampencode: Eine Kombination von Buchstaben und Ziffern, durch die der Lampentyp identifiziert werden kann.

Lampenabmessungen: Alle Abmessungen der Lampe, die für die Leuchte relevant sind.

Lampennennleistung (W_{lamp}): Die Lampennennleistung (W_{lamp}) als annähernde Leistung zur Kennzeichnung bzw. Identifikation der Lampe darf angegeben werden.

Lichtstrom.

Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor (en: lamp lumen maintenance factor, LLMF):

Der Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor kann graphisch oder tabellarisch angegeben werden. Aber es wird empfohlen, diese Daten tabellarisch aufzuführen, da dies dem Lichtplaner erlaubt, einen optimalen Wartungsplan zu erstellen.

Lampenlebensdauerfaktor (en: lamp survival factor, LSF):

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

Allgemeiner Farbwiedergabe-Index (R_a).

Ähnliche Farbtemperatur (T_{cp}).

4.2 Ergänzende Lampendaten

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

4.3 Erforderliche Leuchtendaten

Folgende Leuchtendaten sind in Übereinstimmung mit den Anforderungen nach EN 12193 zur Überprüfung bereitzustellen.

Leuchtencode: Beliebige Kombinationen von Buchstaben und Ziffern, die den Lampentyp bestimmen.

Tabelle mit normalisierten Lichtstärkewerten: 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.

Korrekturfaktoren: Wenn die elektrische Leistung des Vorschaltgerätes, das für die photometrischen Messungen eingesetzt wurde, um mehr als 5 % vom Standard abweicht, muss ein Vorschaltgerät-Lichtstromfaktor (en: ballast lumen factor, BLF) angegeben werden.

Abmessung der leuchtenden Teile der Leuchten: Die Maße der lichtausstrahlenden Teile der Leuchten müssen in m oder m² angegeben werden.

4.4 Ergänzende Leuchtendaten

Folgende Lampendaten 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 Flutlichtscheinwerfer sollte in kartesischen Koordinaten angegeben werden.

Leuchten-Wartungsfaktor (en: luminaire maintenance factor, LMF):

Der Leuchten-Wartungsfaktor (LMF) kann graphisch oder tabellarisch angegeben werden. Aber es wird empfohlen, diese Daten tabellarisch darzustellen, um dem Lichtplaner zu ermöglichen, einen optimalen Wartungsplan aufzustellen.

Abstands-/Höhen-Verhältnis: Das Verhältnis Abstand zur Höhe 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 (en: utilisation factor, UF) einer Leuchte in einer Anlage ist das Verhältnis des von der Bezugsfläche empfangenen Lichtstromes zu der Summe der Lichtströme der einzelnen Lampen der Beleuchtungsanlage (siehe EN 12665).

ANMERKUNG Üblicherweise verwendet für Innenanlagen.

4.5 Erforderliche 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

5 Allgemeine Grundsätze der Beleuchtungsanlage

5.1 Referenzraster für die Berechnung und Messung

5.1.1 Allgemeines

Die Überprüfung des von einer Beleuchtungsanlage erbrachten Beleuchtungsniveaus verlangt Beleuchtungsmessungen vor Ort. Es ist daher ratsam, ein Raster festzulegen, sodass der Beleuchtungsplaner und der Nutzer eine gemeinsame Basis erhalten, 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 definiert. Die Referenzebene des Rasters zur Bestimmung der horizontalen Beleuchtungsstärken ist allgemein der Boden, für vertikale Beleuchtungsstärken 1,5 m über der Ebene, wenn nicht anders angegeben. Die Rasterpunkte sind vollständig 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 5.1.2 beschrieben.

5.1.2 Rastermaß für Berechnung und Messung 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 Daten. Obwohl diese Abhängigkeit nicht in einfacher Weise beschrieben werden kann, wird für die Praxis das maximale Rastermaß wie folgt abgeschätzt:

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

Dabei ist

p das Rastermaß;

d die längere Seite der Referenzfläche.

Die entsprechende Anzahl der Punkte der längeren Seite ist durch die nächste ungerade ganze Zahl des Verhältnisses d/p gegeben.

Der resultierende Abstand zwischen den Rasterpunkten wird zur Berechnung der nächsten 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 Diese Gleichung (aus CIE-Bericht X005 [3]) ist unter der Annahme abgeleitet worden, dass $\log p$ proportional zu $\log d$ ist, wobei:

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

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

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

5.1.3 Rastermaß für Berechnung und Messung für Mehrzweck-Sportanlagen

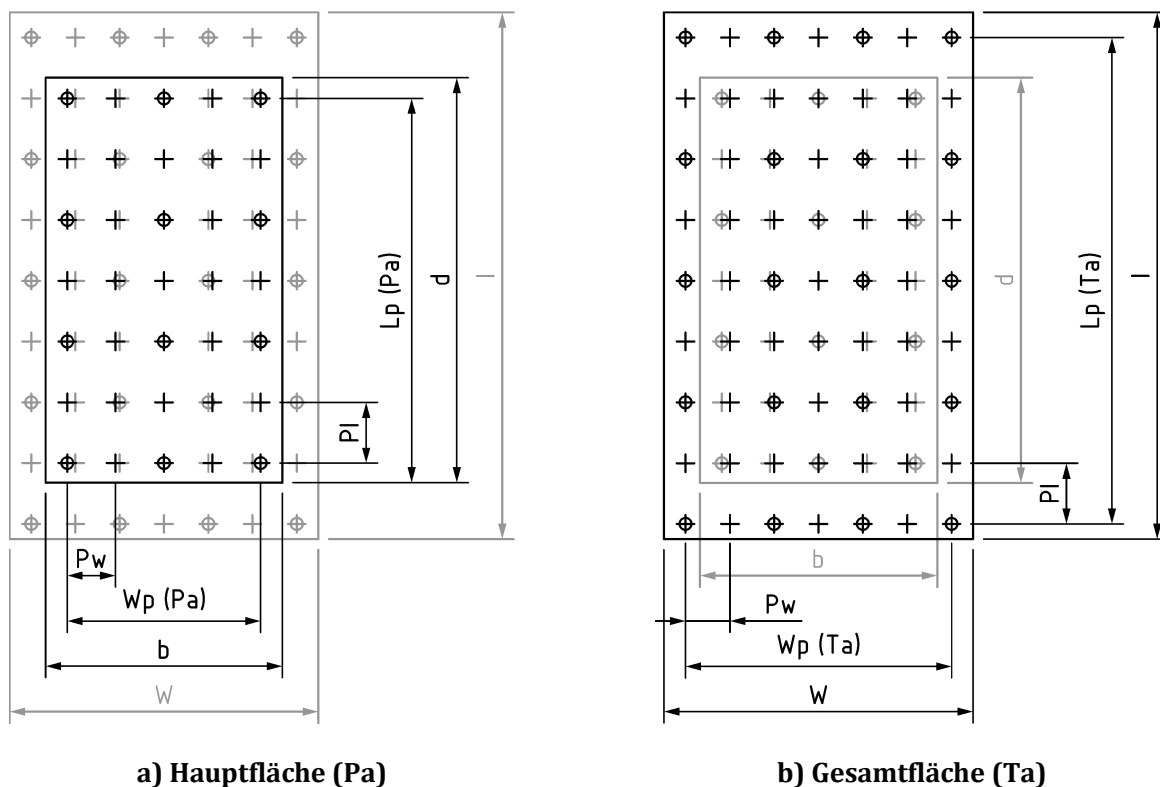
Sind mehrere Spielflächen in einer Gesamtfläche angeordnet, sollten diese einzeln unter Benutzung des für die bestimmte Sportart vorgegebenen Rasters überprüft werden, z. B. wenn bestimmte Nutzer oder Wettkämpfe vorgesehen sind (z. B. Badminton, Basketball, Volleyball). Sind auf einer Gesamtfläche (z. B. in einer Mehrzweck-Sporthalle) mehrere Spielflächen gekennzeichnet, kann eine Berechnung und Messung für die Gesamtfläche vorgenommen werden, wobei die Abmessungen der Gesamtfläche zur Bestimmung der Anzahl der Rasterpunkte nach der Gleichung aus 5.1.2 herangezogen werden.

5.1.4 Anwendung

Das Rechenraster dient der Überprüfung 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 zwischen Planer und Nutzer vereinbart werden und sollte als Basis für die Kontrolle der erstellten Anlage herangezogen werden. Die Anzahl der Rechenpunkte ist für fast alle Sportarten in den Tabellen für die Beleuchtungsanforderungen angegeben (siehe Anhang A). Es wird darauf hingewiesen, dass die vorgeschlagenen Rechenraster in 5.1.1 längs und quer eine ungerade Anzahl der Punkte 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 Werte aus allen Punkten bestimmt. Für neue Beleuchtungsanlagen muss die Berechnung der Anfangsbeleuchtungsstärke mit den tatsächlichen Messwerten verglichen werden. Die Anfangsbeleuchtungsstärken werden aus dem Wartungswert der Beleuchtungsstärke in den Anforderungstabellen, Anhang A, berechnet, unter Berücksichtigung eines angemessenen Wartungsfaktors.

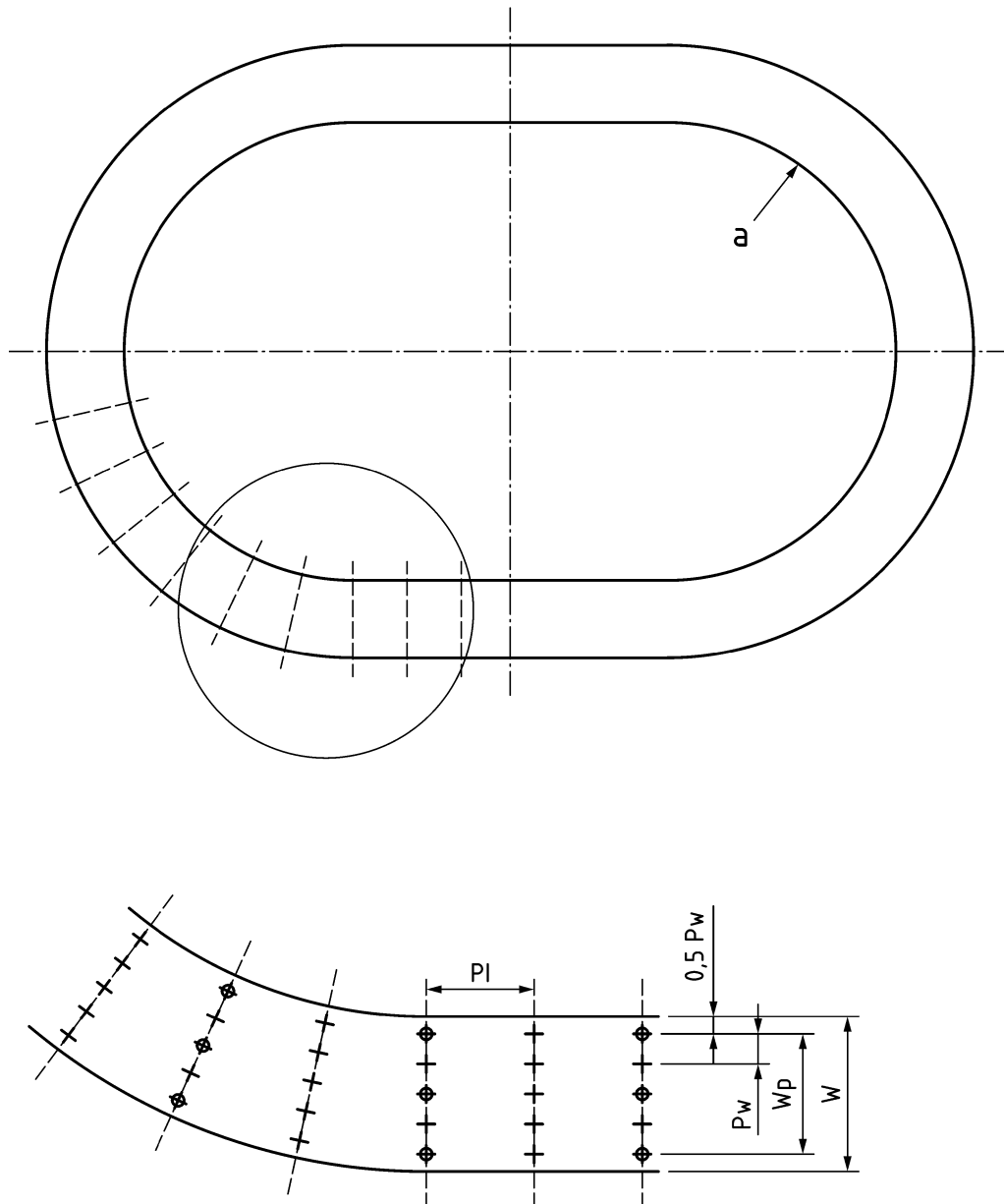


Legende

P_w	Rechenrasterelement Breite	l	Länge der Gesamtfläche (Ta)
b	Breite der Hauptfläche (Pa)	$L_p (Pa)$	Rechenraster Länge Hauptfläche
Pl	Rechenrasterelement Länge	$L_p (Ta)$	Rechenraster Länge Gesamtfläche
D	Länge der Hauptfläche (Pa)	$+$	Rechenpunkt
W	Breite der Gesamtfläche (Ta)	$\oplus$	Rechen- und Messpunkt
$W_p (Pa)$	Rechenraster Breite Hauptfläche		
$W_p (Ta)$	Rechenraster Breite Gesamtfläche		

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 Rechenpunkten klein genug sein, so dass die Spielfläche genügend Punkte enthält.



Legende

a	Innenlinie der Laufbahn	+	Rechenpunkt
w	Breite der Bahn (Pa)	⊕	Rechen- und Messpunkt
Wp	Breite des Rechenrasters (Pa)		
Pl	Rechenrasterelement Länge (Pa)		
Pw	Rechenrasterelement Breite		

Bild 2 — Referenzfläche, Messrasterpunkte für eine Bahn

5.2 Messgeräte

Die Auswahl geeigneter Messgeräte ist für genaue Messungen wichtig.

ANMERKUNG Angaben über die notwendige Ausführung solcher Messgeräte sind in CIE 69 [5] enthalten.

5.3 Messprotokoll

Folgende Angaben müssen im photometrischen Messprotokoll enthalten sein:

- a) Bezeichnung der Sportstätte;
- b) Datum und Uhrzeit der Messung;
- c) Art der Installation und detaillierte Angaben zur Geometrie der Leuchtenanordnung;
- d) Art und Anzahl der Lampen, Vorschaltgeräte, Dimmer und Leuchten, falls vorhanden;
- e) Alter der Leuchten und Lampen; Anzahl der Brennstunden der Lampen;
- f) Zeitpunkt der letzten Reinigung und Anzahl der Brennstunden der Lampen seit diesem Zeitpunkt;
- g) Netzspannung während der Messung:
 - 1) falls die Betriebsspannung während der Messung von der Nennspannung der Lampe abweicht, muss ein Korrekturfaktor für den Lichtstrom berücksichtigt werden;
 - 2) die Betriebsspannung muss nah an den Lampen oder den Vorschaltgeräten der Entladungslampen gemessen werden;
- h) Umgebungstemperaturen für die Messgeräte und Leuchten;
- i) Reflexionsgrade der Raumbegrenzungsflächen (bei Innenräumen);
- j) Wetterbedingungen bei Außenbeleuchtungsanlagen;
- k) Art des Messgerätes, Hersteller, Seriennummer, Klasse, Kalibrierung;
- l) Anordnung und Ausstrahlrichtung der Leuchten, die während der Messung fehlerhaft nicht in Betrieb sind.

5.4 Abweichungen in der Praxis

Abweichungen zwischen Mess- und Rechenwerten können durch folgende Ursachen hervorgerufen werden:

- a) Fertigungstoleranzen von Lampen, Leuchten usw.;
- b) Toleranzen bei den photometrischen Messungen;
- c) Toleranzen für Anordnung und Ausrichtung der Leuchten.

Unter Berücksichtigung dieser Ursachen muss die Abweichung der gemessenen von den berechneten mittleren Beleuchtungsstärken $\leq 10 \%$ betragen.

Zusätzliche Abweichungen können durch Spannungs- und Temperaturschwankungen hervorgerufen werden, die zu berücksichtigen sind.

Prüfverfahren:

- Prüfungen sind in Form von Messungen, Berechnungen oder Inspektionen von authentifizierten Daten durchzuführen;

- Messungen (E-Werte) müssen mit kalibrierten Instrumenten durchgeführt werden;
- authentifizierte Daten (R_a , R_G , TI , I , R_{UL}) müssen unter Aufführung aller Annahmen angegeben werden.

5.5 Wartung

Das Beleuchtungsniveau einer Beleuchtungsanlage nimmt während der Lebensdauer ab, infolge von:

- Alterung der Lampen und Leuchten;
- Verschmutzung von Lampen und Leuchten;
- Alterung der Raumbooberflächen;
- Ausfallrate der Lampen.

Eine Planung der Wartungsintervalle ist daher notwendig, wenn die Planungsvorgaben während der gesamten Lebensdauer einer Beleuchtungsanlage erreicht werden müssen. Daher wird vorausgesetzt, dass Lampenwechsel und Reinigungsintervall einen Teil der Beleuchtungsplanung bilden.

Der Wartungsfaktor muss zwischen Planer und Besitzer bzw. Betreiber zu Beginn vereinbart werden. Dies ist in die Planung der Wartungsprogramme einzuschließen, auf denen der Wartungsfaktor basiert.

ANMERKUNG Zur Definition des Wartungsfaktors der Beleuchtung von Innenanlagen kann CIE 97:2005 [6] und für Außenanlagen CIE 154:2003 [7] herangezogen werden.

Besondere Beachtung muss der Anordnung der Leuchten gelten, um sicherzustellen, dass die Wartung keine großen Unterbrechungen hervorruft.

5.6 Beleuchtung der Zuschauerbereiche

Mehr für den Sehkomfort der Zuschauer als für Sicherheit oder Notsituationen muss das Beleuchtungsniveau im Durchschnitt mindestens 10 lx betragen.

5.7 Sicherheit für Teilnehmer und für das Fortsetzen einer Sportveranstaltung bei Lichtausfall

5.7.1 Sicherheitsbeleuchtung für die Teilnehmer

Die Sicherheit der Teilnehmer ist dann gegeben, wenn eine Veranstaltung geordnet beendet werden kann, die bei fehlender Beleuchtung gefährlich wäre.

Das Beleuchtungsniveau für ein sicheres Abbrechen einer Sportveranstaltung wird als Prozentsatz von dem durchschnittlichen Beleuchtungsniveau der entsprechenden Klasse angegeben (siehe 6.1). Dies ist für folgende Sportarten mit folgenden Prozentsätzen anzuwenden:

- Schwimmen 5 % für mindestens 30 s;
- Turnen, Innenanlage 5 % für mindestens 30 s;
- Reiten, Innen- und Außenanlage 5 % für mindestens 120 s;
- Eisschnelllauf 5 % für mindestens 30 s;
- Eishockey und Eiskunstlauf 5 % für mindestens 30 s;

— Bob und Rennschlitten	10 % für mindestens 120 s;
— Skispringen, Ab- und Aufsprungzone	10 % für mindestens 30 s;
— Skiabfahrt	10 % für mindestens 30 s;
— Radsport	10 % für mindestens 60 s.

Die Sicherheitsbeleuchtung muss sofort einsetzen, wenn die Allgemeinbeleuchtung ausfällt, und muss für die hier festgelegte Zeit zur Verfügung stehen. Nach dieser Zeitspanne ist EN 1838 in Übereinstimmung mit lokalen Bestimmungen anzuwenden.

5.7.2 Fortsetzen einer Sportveranstaltung

Für das Fortsetzen einer Sportveranstaltung muss das Beleuchtungsniveau mindestens Klasse III der entsprechenden Sportart entsprechen (siehe Tabellen des Anhangs A).

5.8 Blendungsbegrenzung

Blendung muss begrenzt werden, um eine Herabsetzung der Sehleistung oder ein deutlich spürbares Unbehagen für Spieler, Kampf- bzw. Schiedsrichter oder Zuschauer zu vermeiden. Diese Anforderung hat höchste Priorität.

Innenanlage:

Helle Lichtquellen können psychologisch (Unbehagen, Störimpfindung) oder physiologisch (Herabsetzen des Sehvermögens) blenden. Diese Effekte sind abhängig von der Position der Lichtquellen im Sichtfeld des Spielers (oder Zuschauers) während des Spiels. Um diese Effekte zu vermeiden, speziell bei Sportarten, bei denen Athleten über die Horizontale hinweg nach oben sehen müssen, kann besondere Beachtung der Anordnung und Abschirmung von Lichtquellen erfordern. Einige Dachverbände geben spezielle Begrenzungen für die Positionierung von Lichtquellen für ihre Sportarten vor.

Bei den etablierten Modellen der psychologischen Blendung, z. B. UGR, das für die Schreibtischarbeit in einer Büroumgebung entwickelt wurde, oder R_G , das für die Beleuchtung von Sportanlagen im Außenbereich ausgelegt ist, wird davon ausgegangen, dass der Blick geradeaus oder leicht nach unten gerichtet wird.

Die Blickrichtung eines Teilnehmers an einem Sportereignis ändert sich jedoch ständig und geht bei vielen Sportarten auch nach oben.

Forschungen haben gezeigt, dass das R_G auch für Sportanlagen im Innenbereich genutzt werden kann, allerdings wird immer noch davon ausgegangen, dass die Blickrichtung unterhalb der Horizontalen liegt. Die in Anhang A angegebenen R_G -Werte beziehen sich nur auf Betrachtungspositionen unterhalb der Horizontalen.

Wenn Sporteinrichtungen auch zu anderen Zwecken genutzt werden, z. B. für Prüfungen oder Vorträge, kann zusätzlich der UGR-Wert herangezogen werden.

Außenanlage:

Werte der Blendungsbegrenzung (R_G) aus den Anforderungstabellen des Anhangs A sind anzuwenden. Die Blendungsbegrenzung muss für vereinbarte Beobachterpositionen und Blickwinkel berechnet werden.

ANMERKUNG CIE 112 [9] ist zur Festlegung der R_G -Werte der meisten Sportarten herangezogen worden.

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

Dabei ist

L_{vi} 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. ($L_{vi} = L_{v1} + L_{v2} + \dots L_{vn}$). Die Schleierleuchtdichte der einzelnen Leuchten wird berechnet als $L_{vi} = 10(E_i/\varnothing_i^2)$, wobei E_i die Beleuchtungsstärke am Auge des Beobachters auf einer Ebene senkrecht zur Blickrichtung ist (2° unter horizontal) und $\varnothing$ der Winkel zwischen der Blicklinie des Beobachters und der Lichtausstrahlrichtung der einzelnen Leuchte ist.

L_{ve} die äquivalente Schleierleuchtdichte des Umfelds in cd m^{-2} . Ausgehend von der Annahme, dass die Reflexion des Umfelds 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 (siehe Tabelle 13) und E_{hav} die mittlere Beleuchtungsstärke des Bereichs.

5.9 Farben und Reflexionseigenschaften der Oberflächen

Die Farben der Oberflächen müssen so ausgewählt werden, dass die Sehaufgaben der vorgesehenen Aktivitäten, die Farben des Objektes und der Hintergrund, vor dem sie gesehen werden, berücksichtigt werden.

Diese Oberflächen sollten matt sein, um Blendung durch Reflexion der hellen Lichtquellen zu vermeiden.

5.10 Störlicht

Um die nächtliche Umgebung zu schützen und zu verbessern, ist es erforderlich, die Intensität des Störlichts zu begrenzen, das physiologische und ökologische Probleme für Personen und Umwelt verursachen kann.

Die Grenzwerte für die Intensität des Störlichts von Außenbeleuchtungsanlagen zur Minimierung von Problemen für die Menschen sind in Tabelle 1 und für Straßenverkehrsteilnehmer in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 1 — Maximal zulässige Intensität von direktem Störlicht bei Außenbeleuchtungsanlagen

Umweltzone	Licht am Immissionsort		Lichtstärke der Leuchte		nach oben	Gebäude
	E_v lx		I cd		R_{ULMax}	L_b
	vor Geltungszeit	nach Geltungszeit	vor Geltungszeit	nach Geltungszeit	%	
E0	0		0		0	0
E1	2	0	2 500	0	0	0
E2	5	1	7 500	500	5	5
E3	10	2	10 000	1 000	15	10
E4	25	5	25 000	2 500	25	25
^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.						
E0	steht für UNESCO Starlight Reserves, IDA Dark Sky Parks;					
E1	repräsentiert dunkle Bereiche, wie z. B. Nationalparks oder geschützte Stätten;					
E2	repräsentiert Bereiche mit geringer Gebietshelligkeit, wie z. B. Industriegebiete oder Wohngebiete in ländlicher Umgebung;					
E3	repräsentiert Bereiche mit mittlerer Gebietshelligkeit, wie z. B. Industriegebiete oder Wohngebiete in Vororten;					
E4	repräsentiert Bereiche hoher Gebietshelligkeit, wie z. B. Stadtzentren und Geschäftszentren;					
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;					
L_b	ist die höchste mittlere Leuchtdichte einer Fassade eines Gebäudes in cd/m^2 ;					
R_{ULMax}	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.					

Tabelle 2 — Höchstwerte der Schwellwerterhöhung für Sportstättenbeleuchtungsanlagen

Lichttechnische Parameter	Straßenklassifizierung ^a			
	Keine Straßenbeleuchtung	ME5	ME4/ME3	ME2/ME1
Tl^b	15 % auf der Basis einer Adaptationsleuchtdichte von $0,1 \text{ cd m}^{-2}$	15 % auf der Basis einer Adaptationsleuchtdichte von 1 cd m^{-2}	15 % auf der Basis einer Adaptationsleuchtdichte von 2 cd m^{-2}	15 % auf der Basis einer Adaptationsleuchtdichte von 5 cd m^{-2}
Grenzen gelten da, wo bei Verkehrsteilnehmern die Fähigkeit abnimmt, wesentliche Informationen zu sehen. Die angeführten Werte gelten für relevante Positionen und für Blickrichtungen in Bewegungsrichtung. Tabelle 5.2 in CIE 150:2003 [8] enthält entsprechende Werte für die Schleierleuchtdichte L_v .				
^a Straßenbeleuchtungsklassifikation wie in CIE 115:2010 [10] angegeben. ^b Tl -Berechnungen wie in EN 13201-3 [12] angegeben.				

6 Anforderungen an die Beleuchtung für die in Europa am häufigsten ausgeübten Sportarten

6.1 Allgemeine Anforderungen

Anhang A enthält 28 Anforderungstabellen. Die folgenden Erläuterungen und Tabelle 3 unterstützen die Auswahl der Beleuchtungsklasse.

- a) Alle Beleuchtungsstärkewerte, die in den Tabellen angegeben sind, sind Wartungswerte der Beleuchtungsstärke, bezogen auf die Hauptspielfläche, PA.

Falls in den Tabellen die Gesamtfläche (TA) angegeben wird, bestehen die zusätzliche Anforderungen, dass die Beleuchtungsstärke mindestens 75 % und die Einheitlichkeit $> 75 \%$ des Wertes der Hauptfläche (PA) der betrachteten Sportart erreichen muss.

- b) Die Abmessungen der Flächen sind gerundet und wurden nur als Hilfe zur Bestimmung der Anzahl der Rasterpunkte angegeben. Für exakte Abmessungen sollten die einzelnen Sportverbände angesprochen werden. Für einige Sportarten gibt es unterschiedlich große Spielflächen, was sich auch auf die Anzahl der Rasterpunkte auswirkt. Übliche minimale und maximale Abmessungen werden in den Tabellen zusammen mit der entsprechenden Anzahl der Punkte angegeben.
- c) Es ist wichtig, dass das Wettbewerbsniveau und die Beobachtungsentfernung der Zuschauer bei der Auswahl der anzuwendenden Beleuchtungsklasse berücksichtigt werden. Je höher das Wettbewerbsniveau und je größer die Beobachtungsentfernung der Zuschauer ist, umso höher muss die Beleuchtungsklasse gewählt werden.
- d) Halbzyindrische Beleuchtungsstärken können auch berücksichtigt werden, wobei bisher keine Richtwerte vorliegen, da die sich einstellenden Werte der Anlage einerseits abhängig von der Beobachterposition und andererseits von der Art der Beleuchtungsanlage sind.
- e) Die Anforderungen in den Tabellen basieren in erster Linie auf den Bedürfnissen der Teilnehmer. Es ist notwendig, eine minimale vertikale Komponente sicherzustellen. Diese sollte in einer Höhe von 1,5 m nicht weniger als 30 % des horizontalen Niveaus betragen.
- f) Beleuchtungsklasse I: Hochleistungswettkämpfe, wie internationale und nationale Wettbewerbe, die im Allgemeinen mit hohen Zuschauerzahlen und mit großen Sehentfernungen verbunden sind. Hochleistungstraining kann auch in diese Klasse einbezogen werden. Bei einigen Sportarten können die Anforderungen des Dachverbandes Vorrang vor den Werten aus dieser Norm haben.

Beleuchtungsklasse II: Wettkämpfe auf mittlerem Niveau, wie regionale oder örtliche Wettbewerbe, die im Allgemeinen mit mittleren Zuschauerzahlen mit mittleren Sehentfernungen verbunden sind. Leistungstraining kann auch in diese Klasse einbezogen werden.

Beleuchtungsklasse III: Einfache Wettkämpfe, wie örtliche oder kleine Vereinswettkämpfe, im Allgemeinen ohne Zuschauerbeteiligung. Allgemeines Training, Sportunterricht (Schulsport) und allgemeiner Freizeitsport fallen ebenso in diese Beleuchtungsklasse.

Tabelle 3 — Auswahl der Beleuchtungsklasse

Wettbewerbsniveau	Beleuchtungsklasse		
	I	II	III
International/National	X		
Regional	X		
Lokal	X	X	
Training		X	X
Freizeit-/Schulsport (Sportunterricht)			X

- g) Das Verhältnis zwischen den Gleichförmigkeiten $E_{\min}/\bar{E}_m$ und $E_{\min}/E_{\max}$ bei horizontaler Beleuchtung wird angegeben durch:

Tabelle 4 — Gleichförmigkeiten

$E_{\min}/\bar{E}_m$	$E_{\min}/E_{\max}$
0,70	0,35
0,60	0,30
0,50	0,25

6.2 Anforderungen bei nicht im Fernsehen übertragenen Sportarten

Tabelle 5 führt die hauptsächlich ausgeübten Sportarten in Europa auf, die in dieser Norm enthalten sind.

Tabelle 5 — Liste der Sportarten (alphabetische Reihenfolge)

Sportart		Tabelle
Aerobic	Innenanlage	A.3
American Football	Außenanlage	A.21
Badminton	Innenanlage	A.1
Bandy	Außenanlage	A.19
Baseball	Außenanlage	A.14
Basketball	Innenanlage	A.2
	Außenanlage	A.21
Beachvolleyball	Außenanlage	A.21
Billard	Innenanlage	A.11
Bob und Rennrodeln	Außenanlage	A.28
Boccia	Innenanlage	A.8
	Außenanlage	A.20
Bogenschießen	Innenanlage	A.5
	Außenanlage	A.15
Boule	Innenanlage	A.8

Sportart		Tabelle
	Außenanlage	A.20
Bowling (10 Pins/9 Pins)	Innenanlage	A.5
Bowls (kurze und flache Matte)	Innenanlage	A.9
Boxen	Innenanlage	A.10
Curling (Eisstockschießen)	Innenanlage	A.12
	Außenanlage	A.12
Darts	Innenanlage	A.7
Eishockey	Innenanlage	A.1
	Außenanlage	A.19
Eiskunstlauf	Innenanlage	A.1
Eisschnelllauf	Innenanlage	A.3
(400 m und Kurzstrecke)	Außenanlage	A.13
Faustball	Innenanlage	A.2
	Außenanlage	A.21
Fechten	Innenanlage	A.1
Floorball	Innenanlage	A.2
	Außenanlage	A.21
Fünferfußball (siehe Fußball Innenanlage)		
Fußball	Außenanlage	A.21
Fußball (Kleinfeld)	Innenanlage	A.2
Geländefahrradfahren (BMX)	Außenanlage	A.18
Gewichtheben	Innenanlage	A.2
Go Kart	Innenanlage	A.2
	Außenanlage	A.18
Golf	Außenanlage	A.26
Golf (Driving Range)	Außenanlage	A.26
Handball	Innenanlage	A.2
	Außenanlage	A.21
Hockey	Innenanlage	A.1
	Außenanlage	A.22
Judo	Innenanlage	A.2
Kampfsport	Innenanlage	A.2
Klettern (Klettern an der Kletterwand)	Innenanlage	A.3
Korfball (Korbball)	Innenanlage	A.2
	Außenanlage	A.21
Cricket	Innenanlage	A.1
	Außenanlage	A.14

Sportart		Tabelle
Kricket-Netz	Innenanlage	A.1
Laufen (Straße/Querfeldein)	Außenanlage	A.17
Leichtathletik (alle Disziplinen)	Innenanlage	A.3
	Außenanlage	A.13
Netball (Korbball, Korbball)	Innenanlage	A.2
	Außenanlage	A.21
Padel	Außenanlage	A.16
Petanque	Innenanlage	A.8
	Außenanlage	A.20
Pferderennen	Außenanlage	A.24
Racquetball	Innenanlage	A.1
Radrennen	Innenanlage	A.2
	Außenanlage	A.18
Reiten	Innenanlage	A.3
	Außenanlage	A.13
Reitturniere (siehe Reiten)		
Rennschlitten und Bob	Außenanlage	A.28
Rhythmische Sportgymnastik	Innenanlage	A.3
Ringens	Innenanlage	A.2
Rodeln (siehe Bob/Rennrodeln)		
Rollschuhlaufen	Innenanlage	A.3
Rugby	Außenanlage	A.21
Schießen	Innenanlage	A.5
	Außenanlage	A.15
Schulsport		A.2
Schwimmen (alle Disziplinen)	Innenanlage	A.6
	Außenanlage	A.27
Skatepark	Außenanlage	A.29
Ski: Alpin/Freistil/Springen	Außenanlage	A.23
Ski: Langlauf	Außenanlage	A.17
Snooker	Innenanlage	A.11
Soccer (siehe Fußball)		
Softball	Außenanlage	A.25
Squash	Innenanlage	A.1
Tanzen (Aerobic/Fitness)	Innenanlage	A.3
Tauziehen	Außenanlage	A.21
	Innenanlage	A.2

Sportart		Tabelle
Tennis	Innenanlage	A.4
	Außenanlage	A.16
Tischtennis	Innenanlage	A.1
Turnen	Innenanlage	A.3
Volleyball	Innenanlage	A.2
	Außenanlage	A.21

6.3 Spezielle Anforderungen für Fernseh- und Filmaufnahmen

6.3.1 Allgemeines

Die Anforderungen an die Beleuchtung für Fernsehaufnahmen sind gewöhnlich der wichtigste Gesichtspunkt bei größeren Veranstaltungsorten und der Hauptfaktor bei der Lichtplanung. Die Höhe der vertikalen Beleuchtungsstärke hängt hauptsächlich von der Geschwindigkeit der Sportarten, den Aufnahmeentfernungen, dem Aufnahmewinkel und der Verschlusszeit der Kamera ab. Dennoch sollten auch die Bedürfnisse des Sportlers nicht vergessen werden. Es ist wichtig, die Anforderungen an die Beleuchtung zum frühestmöglichen Zeitpunkt in das Konzept des Veranstaltungsortes einzubeziehen, da eine unzureichende Berücksichtigung der Beleuchtungsanordnung das Fernsehbild stark beeinträchtigen könnte.

In modernen Kameras kommen CCDs (Charge Coupled Devices) und CMOS mit reduziertem (qualitätsminderndem) Bildrauschen zum Einsatz, wodurch sich der Dynamikbereich des Bildwiedergabegerätes vergrößert und somit ein höherer Kontrast ermöglicht wird. Berücksichtigt werden dabei High-Definition-TV, Super-Slow-Motion, UHD-TV und die Notwendigkeit, eine möglichst geringe Verstärkung zur Sicherstellung von genügend Licht einzusetzen. Zudem ermöglichen verbesserte Bildschaltungen ein filmartiges Erscheinungsbild und einen größeren Kontrastbereich. Letztendlich geht es darum, ein Gleichgewicht zwischen Bildqualität und Kosten herzustellen. Andere Dokumente, die sich mit diesem Thema auseinandersetzen, sind in den Verweisungen angegeben.

Bei Überlegungen zur Beleuchtung für Fernsehaufnahmen besteht die ideale Situation darin, den bestmöglichen Standard für regelmäßig übertragene Veranstaltungen und für die Nutzung des Austragungsortes zu erreichen. Diese Norm betrachtet zwei Kategorien: die Mindestanforderung für eine akzeptable Übertragung und die besten Vorgehensweisen für Großveranstaltungen. Wenn die Sportanlage neu gebaut wird, ist es möglich, die Beleuchtungsanforderungen im Hinblick auf Standort, Blickwinkel usw. in der Projektplanung zu berücksichtigen. Gibt es die Anlage jedoch schon, dann verhindern möglicherweise die vorhandenen Montagehöhen, -positionen usw. die Einhaltung der geforderten Norm. Daher ist es maßgeblich, dass die beleuchtungstechnischen Anforderungen und die Bauplanung aufeinander abgestimmt sind.

6.3.2 Vertikale Beleuchtungsstärke

Zur Bestimmung der vertikalen Beleuchtungsstärke müssen die in den Beleuchtungsanforderungstabellen des Anhangs A festgelegten Berechnungspunkte verwendet werden, wobei die Rasterpunkte in 1,5 m Höhe über der Spielfläche liegen (wenn nicht anders angegeben). Es ist ausschlaggebend, dass die Positionen der Hauptkameras in der Phase der Lichtplanung bekannt sind. Wenn diese nicht festgelegt sind und Positionen irgendwo auf der Längsseite der Sportfläche, z. B. eines Fußballfeldes, haben, müssen die vertikalen Beleuchtungsstärken in Richtung dieser Seitenlinie die Anforderungen an Beleuchtungsniveau und Gleichmäßigkeit erfüllen.

Wenn feststehende Kamerapositionen definiert sind, ist es möglich, nur die vertikalen Ebenen in Richtung dieser Kamerapositionen für die Erfüllung der Anforderung zu betrachten.

Bei uneingeschränkter Wahl der Kameraposition oder Verwendung von Handkameras müssen die Beleuchtungsstärken auf den vertikalen Ebenen in vier Richtungen senkrecht zu den Seiten der Referenzfläche berücksichtigt werden.

Wenn die Referenzfläche nicht eine einfache rechteckige Form, wie bei einem Fußballfeld, aufweist (z. B. eine Laufbahn, Tauchanlage), sollte die Ausrichtung der vertikalen Ebene(n) zur Kamera hin entsprechend den allgemeinen Richtlinien aus CIE 67 [1], CIE 83 [2] und CIE 169 [3] gewählt werden.

Die Hauptfläche kann konkret einer speziellen Kamera zugeordnet sein und nicht die gesamte Hauptfläche umfassen.

Tabelle 6 — Mindestbeleuchtungsstärke in senkrechter Richtung (normativ)

Senkrechte Beleuchtungsstärke			
4 Ebenen senkrecht ^b oder in Richtung bestimmter Kameras			
	$E_{\text{cam, min}}$ (lx) ^a	Gradient (%)	$E_{\text{v, min}}/E_{\text{v, ave}}$
Mindestanforderungen	600	25 % über 4 m	0,60
^a Um die empfohlenen Mindest- und Durchschnittswerte der Beleuchtungsstärke über die gesamte Betriebsdauer einer Anlage sicherzustellen, handelt es sich bei sämtlichen obigen E_{cam} -Werten um Wartungswerte (der niedrigste Wert, auf den das Beleuchtungsniveau im Lauf der Zeit absinkt). ^b Das Verhältnis zwischen den mittleren vertikalen Beleuchtungsstärken an jedem Punkt auf der PA zwischen den vier vertikalen orthogonalen Ebenen 90° gegenüber den vier Seiten des Spielfelds sollte $\geq 0,60$ und $\leq 0,90$ betragen.			

Tabelle 7 — Senkrechte Beleuchtungsstärke bei Großveranstaltungen (informativ)

Senkrechte Beleuchtungsstärke			
4 Ebenen senkrecht ^b und in Richtung bestimmter Kameras			
	$E_{\text{cam, min}}$ (lx) ^a	Gradient (%)	$E_{\text{v, min}}/E_{\text{v, ave}}$
Großveranstaltungen	1 400	20 % über 4 m	0,70
^a Um die empfohlenen Mindest- und Durchschnittswerte der Beleuchtungsstärke über die gesamte Betriebsdauer einer Anlage sicherzustellen, handelt es sich bei sämtlichen obigen E_{cam} -Werte um Wartungswerte (der niedrigste Wert, auf den das Beleuchtungsniveau im Lauf der Zeit absinkt). ^b Das Verhältnis zwischen den mittleren vertikalen Beleuchtungsstärken an jedem Punkt auf der PA zwischen den vier vertikalen orthogonalen Ebenen 90° gegenüber den vier Seiten des Spielfelds sollte $\geq 0,60$ und $\leq 0,90$ betragen.			

Einige Dachverbände haben ihre eigenen speziellen Empfehlungen für Fernsehbeleuchtungsniveaus, die gegebenenfalls herangezogen werden sollten.

Berechnungen gehen von einer vertikalen Ebene (die um die vertikale Achse gedreht wird, um) senkrecht zur horizontalen Beleuchtungsstärke (zu verlaufen,) aus.

Bei Anlagen für Fernsehübertragungen wird das Beleuchtungsniveau durch E_{cam} oder E_{v} angegeben. Bei der horizontalen Beleuchtungsstärke ist die Gleichmäßigkeit am wichtigsten.

Da die beleuchtete Fläche einen Hauptanteil für das Beobachtungsfeld der Kamera darstellt, ist es wichtig, eine ausreichende horizontale Leuchtdichte zur Verfügung zu stellen. Das heißt, dass die Farbe eine wichtige Rolle beim Erreichen des richtigen Gleichgewichts spielt. Dies wird durch das Verhältnis $E_{\text{hor, ave}}/E_{\text{cam, ave}}$ gesteuert.

Da der beleuchtete Platz einen wichtigen Teil des Beobachtungsfeldes der Kamera bildet, hat das Verhältnis zwischen der mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke und der mittleren vertikalen Beleuchtungsstärke (in Bezug auf die Hauptkameras) einen Einfluss auf die Qualität des Bildkontrasts. Weil Kameras auf die Leuchtdichte reagieren, spielt der Reflexionsgrad der Hauptfläche eine wichtige Rolle beim Erreichen des richtigen Gleichgewichts, wobei das angegebene Verhältnis zwischen horizontaler und vertikaler Beleuchtungsstärke vom PA-Reflexionsfaktor abhängt.

Tabelle 8 —Horizontale Beleuchtungsstärke

	Horizontale Beleuchtungsstärke			
	$E_{\text{hor, ave}}/E_{\text{v, ave}}$	$E_{\text{hor, min}}/E_{\text{hor, ave}}$	$E_{\text{hor, min}}/E_{\text{hor, max}}$	Gradient (%)
Großveranstaltungen	0,5 bis 1,5 ^a	0,80	0,60	20 % über 4 m
Mindestanforderungen	0,5 bis 2,0	0,70	0,50	—
^a Der Sollwert für typische Rasenflächen sollte bei 1,0 liegen; für hellere Oberflächen zwischen 0,5 und 1 (bei einer Eisfläche sollte der Sollwert z. B. 0,5 betragen) und für dunkle Oberflächen sollte er zwischen 1,0 und 1,5 liegen.				

ANMERKUNG 1 Beleuchtungsstärken enthalten gegebenenfalls eine Komponente der gegenseitigen Reflexion.

ANMERKUNG 2 HDTV zeigt „gnadenlos“ Unebenheiten und Problembereiche.

6.3.3 Ungewollte Reflexionen oder Skip Light

Reflexionen von hellen Lichtquellen wie Flutlicht oder Sonnen-/Tageslicht auf der Spielfläche können zu hellen Aufnahmen führen, die das Kamerabild beeinträchtigen. Beeinflusst werden diese nämlich durch die Position der Lichtquelle zu den Kameras und durch die Oberflächenreflexion. Zur Vorhersage des Auftretens kann analytische Software genutzt werden, um bereits in der Planungsphase vorbeugende Maßnahmen zu ergreifen. Von Fernsehanstalten wird dies auch als „Skip Glare“ (etwa: Reflexionsvermeidung) bezeichnet. Auch die Kenntnis der Positionen der Hauptkameras und einfache geometrische Kenntnisse können im frühen Planungsstadium helfen, Gegenlicht einzuschränken, siehe Bild 3. Die Oberflächen, die wahrscheinlich „Skip Glare“ erzeugen könnten, sollten matt sein.



Bild 3 — Vermeidung von Oberflächenreflexion

6.3.4 Korrelierte Farbtemperatur der Beleuchtung

Bei Anlagen im Freien muss die korrelierte Farbtemperatur der künstlichen Beleuchtung zwischen 5 000 K und 6 000 K liegen, wenn das Flutlicht bei Tageslicht oder in der Dämmerung eingeschaltet ist. Es sollte erwähnt werden, dass Fernsehanstalten eine möglichst konstante Farbtemperatur verlangen und keinen Mix stark abweichender Farbtemperaturen wollen. Fast einheitlich fordern die Sender so wenig Tageslicht wie möglich innerhalb einer Innenanlage, insbesondere wenn es sich auf die PA auswirkt. Im Allgemeinen fordern Fernsehanstalten auch bei zulässigen Tageslichtwerten kompromisslos eine totale Abdunkelung.

Die Farbtemperatur jeder Lichtquelle muss im Bereich von 10 Mired des für die Anlage angegebenen Wertes liegen.

6.3.5 Farbwiedergabe der Beleuchtung

TLCI wurde als spezielle Farbkennzahl für Fernsehkameras entwickelt. Bei einem TLCI > 80 entsteht eine gute Farbwiedergabe der realen Handlung.

Tabelle 9 — Television Lighting Contrast Index (informativ)

	TLCI
Großveranstaltungen	> 80
Mindestanforderungen	> 60

6.3.6 Lichtpegel auf der umgebenden Zuschauerzone

Bei Fernsehaufnahmen ist eine Beleuchtung der an das Spielfeld angrenzenden Bereiche in gewissem Umfang wünschenswert, die allerdings hinter der 12. Reihe aufhört. Dadurch wird ein angemessener Kontrast zwischen der sportlichen Aktivität und dem Hintergrund sichergestellt. Allgemein wird dies durch das Verhältnis zwischen der mittleren vertikalen Beleuchtungsstärke in einer Höhe von 1,5 m über den ersten 12 Sitzreihen in Richtung Kamera und der mittleren vertikalen Beleuchtungsstärke 1,5 m über dem Stehniveau auf der Hauptfläche (PA) in Richtung der Hauptkamera ausgedrückt. In Tabelle 6 sind Empfehlungen angegeben.

Tabelle 10 — Umgebungsbeleuchtungsstärke

	Hauptkameras
	$E_{\text{cam, ave, stand}}/E_{\text{cam, ave, PA}}$
Großveranstaltungen	0,10 bis 0,25
Mindestanforderungen	0,10 bis 0,25

Je nach Art der Produktion verlangen einige Sportarten möglicherweise eine besondere Aufmerksamkeit, eine „theaterartige Aufführung“, bei der das Licht in den Tribünen auf das Minimum reduziert ist, um die dramatische Wirkung zu erhöhen.

6.3.7 Position von Scheinwerfern

Bei Kameras, die auf die Spielfläche gerichtet sind, können Lichtreflexe minimiert werden, indem sichergestellt wird, dass die Scheinwerfer nicht direkt in Blickrichtung der Kameras angeordnet werden. Die Anordnung der Scheinwerfer sollte bei der Planung einer Spielstätte frühestmöglich abgestimmt werden, da sie sich auch auf die Statik auswirken kann.

Außenanlage

Tabelle 11 — Begrenzende Ausrichtwinkel

	Der Leuchtausrichtwinkel in Höhenrichtung muss sein:	Keine Leuchte darf direkt auf eine Kamera ausgerichtet sein
Großveranstaltungen	$\leq 65^\circ$	nicht innerhalb eines Kegels von 50°
Mindestanforderungen	$\leq 70^\circ$	nicht innerhalb eines Kegels von 50°

Auch wenn R_G nicht für das Fernsehen entwickelt wurde, hat er sich (bei Fehlen eines geeigneten Parameters) als guter Anhaltspunkt für zu erwartende Lichtreflexe erwiesen.

Tabelle 12 — Blendungsbewertung

	Innenanlage	Außenanlage
Großveranstaltungen	≤ 35	≤ 40
Mindestanforderungen	≤ 40	≤ 45

6.3.8 Weitere Anforderungen bei der Übertragung in Super-Slow-Motion (nur Großveranstaltungen)

Super-Slow-Motion (SSM)-Kameras arbeiten mit Verschlusszeiten über 150 fps, wobei derzeit für Zeitlupenaufnahmen normalerweise zwischen 300 fps und 600 fps zum Einsatz kommen. Kameras mit Verschlusszeiten über 300 fps werden gewöhnlich als „Ultra Slow Motion“-Kameras (USM) bezeichnet.

Herkömmliche Entladungslampen mit elektromagnetischem Vorschaltgerät erzeugen ein Flimmern mit einer Frequenz von 100 Hz, das von Kameras mit solchen Bildfrequenzen erfasst wird. Mit der Entwicklung von SSM/USM-Kameras ist nunmehr die Festlegung konkreter Werte notwendig. Dies sollte zusammen mit dem Sender erfolgen.

Der Flimmerfaktor ist definiert als:

$$FF = \frac{E_{h,max} - E_{h,min}}{E_{h,max} + E_{h,min}} \times 100 \% \quad (3)$$

Dabei ist

- $E_{h,min}$ die horizontale minimale Beleuchtungsstärke zu einem Zeitpunkt an einem Punkt am Rechenraster und
- $E_{h,max}$ die horizontale maximale Beleuchtungsstärke zu einem Zeitpunkt an dem entsprechenden Punkt am Rechenraster.

Für Super-Slow-Motion-Sendungen bis zu einer Bildfrequenz von bis zu 1 000 fps entstehen bei einem $FF < 1 \%$ flimmerfreie Bilder. Dies ist unabhängig von der Beleuchtungsstärke.

Das Flimmern kann kontrolliert werden durch:

- Verwendung eines Beleuchtungssystems, das ein ausgewiesenes Flimmern in der Spezifikation angibt;
- elektronische Vorschaltgeräte;
- Vermeiden von Pulsweitenmodulation (en: pulse-width modulation, PWM).

Licht, das auf Zuschauerbereiche fällt, wie in 6.3.7 angegeben, unterliegt den gleichen Flimmeranforderungen, da die Zuschauerbereiche den Hintergrund für das Kamerabild bilden.

6.3.9 Berücksichtigung anderer Nutzer

Neben den Bedürfnissen der Fernsehanstalten muss die Beleuchtung auch jene von Teilnehmern, Zuschauern und Kampfrichtern erfüllen. Wenn die Beleuchtung so angebracht ist, dass die Übertragungsanforderungen erfüllt sind, können dadurch andere Personen geblendet werden. Bei Einzelsportarten gibt es daher „eingeschränkte Leuchtenanordnungszonen“, die vermieden werden sollten. Generell sollten Scheinwerfer nicht auf einen Bereich innerhalb von 10° von der Sichtachse von Kampfrichtern an festem Standort oder von der üblichen Sichtachse von Teilnehmern gerichtet sein. Die Dachverbände sollten für ihre jeweiligen Einzelsportarten konkrete Ratschläge anbieten können.

6.3.10 Effekte der Oberflächenreflexion

Eine Reflexion von der Spielfläche kann zur vertikalen Beleuchtungsstärke beitragen. Als Richtschnur gibt Tabelle 13 typische Werte für den Reflexionsgrad von Oberflächen an, die zur Berechnung genutzt werden können.