

licht.wissen 08

Sport und Freizeit





01



02

Inhalt

Lichttechnische Gütemerkmale	4	Indoor: Wintersport	40
Energieeffizientes Licht	8	Mehrzweckhallen	42
Fernsehgerechte Beleuchtung	10	Indoor: Schwimmbäder	44
Notbeleuchtung	12	Indoor: Erlebnisbäder	46
Licht und Umwelt	14	Fitness-Studios	48
Tabellen für jede Sportart	15	Servicebereiche	50
Outdoor und indoor	16	Lampen	56
Outdoor: Allgemeine Sportplätze	18	Leuchten	60
Outdoor: Spezielle Sportplätze	22	Die Publikationen von licht.de	62
Outdoor: Wintersport	26	Impressum und Bildnachweis	63
Outdoor: Schwimmbäder	29		
Indoor: Allgemeine Sporthallen	30		
Indoor: Spezielle Sporthallen	34		

[Titel] Künstliches Licht erlaubt Sport- und Freizeitaktivitäten zu jeder Tageszeit. Es erhöht zugleich die Attraktivität von Sport- und Freizeitanlagen.

[01] Das Licht signalisiert: Hier ist etwas los. Auch Zuschauer haben viel Freude am Sport.

[02] Gutes Licht für Sportler, Zuschauer und Fernsehaufnahmen muss sorgfältig geplant und fachmännisch installiert werden.



Editorial

Mit sechs Stunden und 34 Minuten täglich (Platz 2) haben die Deutschen im internationalen Vergleich sehr viel Freizeit. Zu diesem Ergebnis kam die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) in der Gesellschaftsstudie 2009. Viele nutzen ihre freie Zeit, um Sport zu treiben und sich bei Wellness-Behandlungen zu erholen. Der Deutsche Olympische Sportbund (DOSB) zählt über 27 Millionen Mitglieder. Schätzungsweise fast doppelt so viele Bundesbürger sind regelmäßig aktiv.

Damit Sport- und Freizeitanlagen von dieser großen Nachfrage profitieren, muss ihr Angebot überzeugen. Und die Nutzer müssen sich wohlfühlen – auch in den Dunkelstunden, wenn ein Großteil der Freizeitsportler trainieren oder entspannen will. Hier kommt die Beleuchtung ins Spiel.

Auch sein passiv erlebter Freizeitwert macht den Sport attraktiv. Das belegen wachsende Zuschauerzahlen bei Sportveranstaltungen und hohe Einschaltquoten bei Sportübertragungen. Auch dafür ist Beleuchtung gefragt.

Der Einsatz des künstlichen Lichts muss sorgfältig geplant werden, in Abhängigkeit von der Sportart, von der Geschwindigkeit der Bewegungsabläufe, von Größe und Tempo der Bälle, vom Standort der Zuschauer. Dieses Heft erklärt allgemeine Gütekriterien und beschreibt die speziellen Anforderungen. Die Angaben basieren auf der europäischen Norm DIN EN 12193 „Sportstättenbeleuchtung“.

Wichtig zu wissen: Gutes Licht ist nicht teuer. Denn moderne energieeffiziente Beleuchtungssysteme können in öffentlichen wie privaten Sport- und Freizeitanlagen den Energieverbrauch und die Betriebskosten erheblich senken – Investitionen also, die sich schnell amortisieren. Das gilt besonders dann, wenn die Anlagen gut besucht werden, wenn sie den Freizeitwert einer Stadt oder Region erhöhen und wenn sie als Besuchermagnet den Tourismus fördern.



Lichttechnische Gütemerkmale

Die elementaren lichttechnischen Größen sind Beleuchtungsstärke, Leuchtdichteverteilung (Helligkeitsverteilung), Begrenzung der Blendung (Direkt- und Reflexblendung), Lichtrichtung und Schattigkeit, Lichtfarbe und Farbwiedergabeeigenschaft der Lampen. Sie bestimmen als Gütemerkmale die Qualität der Beleuchtung.

DIN EN 12193 „Sportstättenbeleuchtung“ verweist auf die Definitionen der Gütemerkmale in den grundlegenden Normen DIN EN 12464 „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten“ Teil 1 „Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen“ und Teil 2 „Arbeitsplätze im Freien“.

Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke (Kurzzeichen E) hat besonders großen Einfluss darauf, wie schnell, wie sicher und wie leicht eine Sehaufgabe erfasst und ausgeführt wird. In der Maßeinheit Lux (lx) gibt sie den Lichtstrom an, der von einer Lichtquelle auf eine bestimmte Fläche trifft. Die Beleuchtungsstärke beträgt ein lx, wenn der Lichtstrom von einem Lumen einen Quadratmeter Fläche gleichmäßig ausleuchtet.

Gemessen wird die Beleuchtungsstärke auf horizontalen und vertikalen Flächen, jeweils an einzelnen Bewertungspunkten. Um beispielsweise die Beleuchtungsstärke für eine Spielfläche zu ermitteln, wird dieser ein Raster von Bewertungspunkten zugewiesen. An jedem Punkt wird eine Messfläche in einer definierten Richtung und Höhe eingesetzt. Damit kann über alle Bewertungspunkte die mittlere Beleuchtungsstärke errechnet werden.

Gleichmäßig hell

Wenn die Helligkeit gleichmäßig verteilt ist, kann die Sehaufgabe leichter erfüllt werden. Ein Wechselspiel von hellem Licht und dunklem Schatten überfordert die Augen, weil sie sich ständig neu anpassen müssen.

Die Gleichmäßigkeit wird auf eine Fläche bezogen berechnet als das Verhältnis der kleinsten (E_{\min}) zur mittleren (E_{av}) oder von minimaler (E_{\min}) zu maximaler (E_{\max}) Beleuchtungsstärke. Das Licht ist gleichmäßig

verteilt, wenn die Beleuchtungsstärken an den Bewertungspunkten ähnlich hoch sind.

Wartungswert und Wartungsfaktor

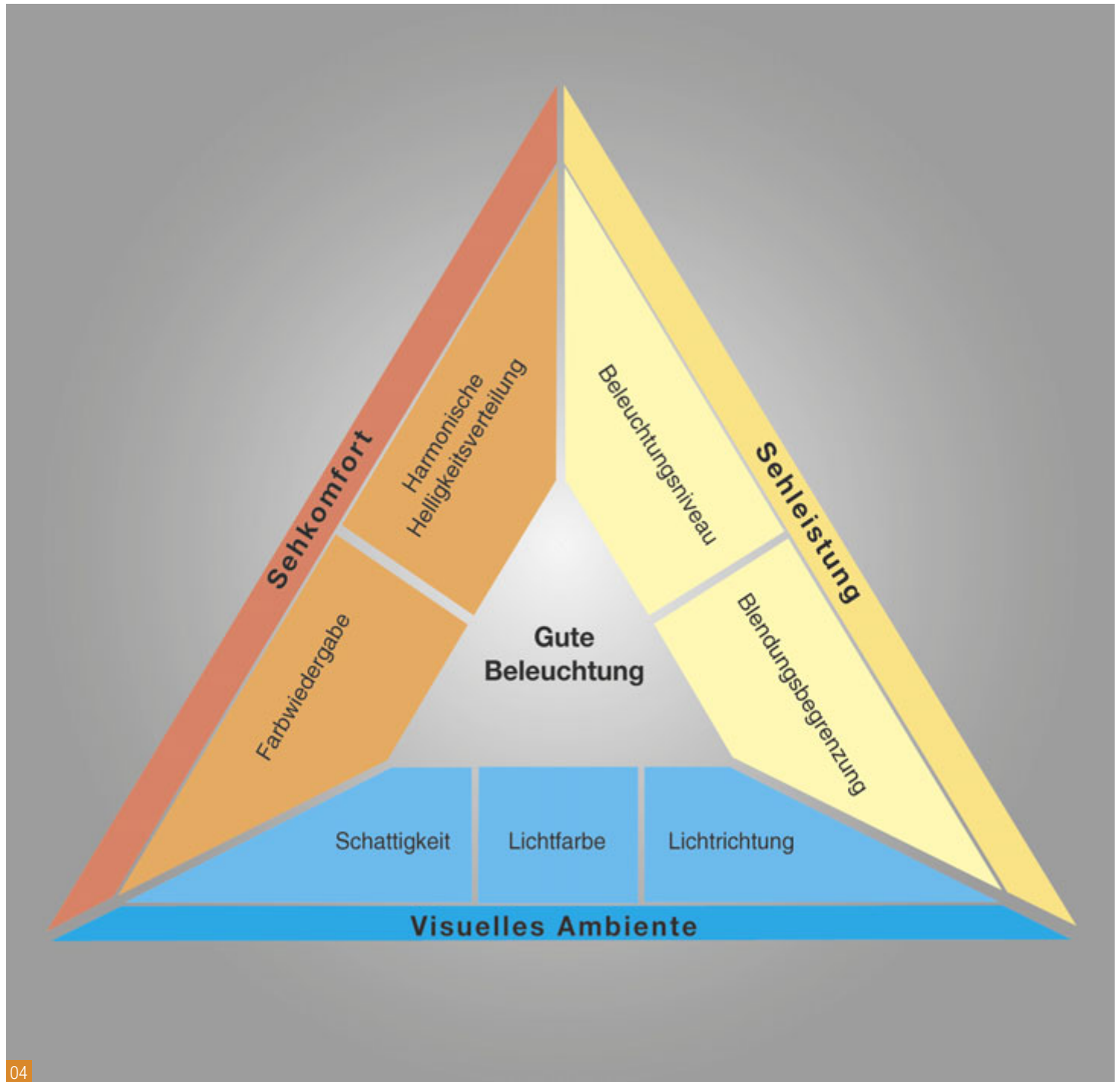
Die normierten Werte für die mittlere Beleuchtungsstärke sind Wartungswerte, die nie unterschritten werden dürfen. Sind sie erreicht, muss gewartet werden. Damit dies nicht sofort nach Inbetriebnahme notwendig ist, wird beim Projektieren der Beleuchtungsanlage ein Wartungsfaktor für den Anfangswert (Neuwert) festgelegt. Er berücksichtigt Alterung und Verschmutzung von Lampen, Leuchten und – in Innenräumen – Raumbegrenzungsflächen sowie den Ausfall von Lampen.

DIN EN 12193 verweist für den Wartungswert auf zwei Publikationen der Internationalen Beleuchtungskommission CIE: 97 „Maintenance of indoor electric lighting systems“ für Innenräume und 154 „Maintenance of outdoor lighting systems“ für Außenanlagen.

Vier Parameter bestimmen den Wartungswert:

- > der Lampenlichtstromwartungsfaktor (LLWF). Er beschreibt die Abnahme des Lichtstroms bezogen auf die Betriebszeit.
- > der Lampenlebensdauerfaktor (LLF). Er beschreibt den Ausfall von Lampen während der Nutzungsdauer.
- > der Leuchtenwartungsfaktor (LWF). Er beschreibt den Rückgang lichttechnischer Werte infolge von Verschmutzung und Alterung.
- > der Raumwartungsfaktor (RWF). Er beschreibt für Indoor-Anlagen, wie sich die Reflexionsgrade der Raumflächen aufgrund Verschmutzung verringern.

[03] Die Leuchten müssen so ausgerichtet sein, dass sie weder Sportler noch Zuschauer blenden.



04

[04] Die lichttechnischen Güteermere sind zueinander in Beziehung. Sehleistung, Sehkomfort und visuelles Ambiente werden von bestimmten Güteermere maßgeblich beeinflusst.

Licht-Lexikon

Lampe

Ohne Lampe kein Licht: „Lampe“ kennzeichnet die technische Ausführung einer künstlichen Lichtquelle.

Leuchte

Der gesamte Beleuchtungskörper heißt „Leuchte“; sie schützt die Lampe, verteilt und lenkt deren Licht, verhindert, dass es blendet.

Lichtstrom

Der Lichtstrom Φ ist die Lichtleistung einer Lampe. Er beschreibt die von der Lichtquelle in alle Richtungen abgestrahlte Leistung im sichtbaren Bereich, gemessen in Lumen (lm).

Lichtstärke

Die Lichtstärke I ist der Teil des Lichtstroms, der in eine bestimmte Richtung strahlt. Ihre räumliche Verteilung charakterisiert die Lichtausstrahlung von Leuchten, Reflektorlampen und LEDs. Gemessen wird die Lichtstärke in Candela (cd).

Sehaufgabe

Die Sehaufgabe wird bestimmt von den Hell-/Dunkel- und Farbkontrasten sowie der Größe von Details, die erfasst werden müssen. Je schwieriger die Sehaufgabe ist, desto höher muss das Beleuchtungsniveau sein.

Der Gesamtwartungsfaktor ergibt sich aus der Multiplikation der vier Einzelwartungsfaktoren.

Wartungsfaktor und Wartungsmethode müssen zwischen Planer und Besitzer oder Betreiber bereits zu Beginn der Planung vereinbart werden. Lässt sich kein Wartungsfaktor bestimmen, werden folgende Referenzwartungsfaktoren empfohlen: 0,67 für Indoor und 0,7 für Outdoor.

Leuchtdichtevertellung

Die Leuchtdichte (Kurzzeichen: L) ist das Maß für den Helligkeitseindruck, den das Auge von einer leuchtenden oder beleuchteten Fläche hat, gemessen in Candela pro Flächeneinheit (cd/m^2). Sie beeinflusst Sehleistung und Sehkombfort.

Mit steigender Leuchtdichte erhöhen sich die Sehschärfe, die Kontrastempfindlichkeit und damit die Leistungsfähigkeit der Augen.

Der Reflexionsgrad von Oberflächen und die auftreffende Beleuchtungsstärke bestimmen deren Leuchtdichte. Deshalb erscheint ein weißer Raum bei gleicher Beleuchtungsstärke heller als ein dunkel eingerichteter Raum.

Den Sehkombfort stören
> zu niedrige Leuchtdichten und fehlende Leuchtdichteunterschiede, weil sie eine unattraktive und wenig anregende Lichtatmosphäre erzeugen.
> zu hohe Leuchtdichteunterschiede, weil die daraus resultierende ständige Umadaptation ermüdet.
> zu hohe punktuelle Leuchtdichten, weil sie Blendung verursachen können.

Blendung begrenzen

Blendung kann direkt von Leuchten oder anderen Flächen mit zu hoher Leuchtdichte – auch Fenstern – ausgehen (Direktblendung). Oder sie wird von Reflexen verursacht, die durch Spiegelung auf glänzenden Oberflächen entstehen (Reflexblendung). Direkt- wie Reflexblendung vermindern den Sehkombfort (psychologische Blendung) und setzen die Sehleistung herab (physiologische Blendung).

Vor direkter Blendung schützt die Abschirmung von Lampen. Direktblendung in Innenräumen wird nach dem UGR-Verfahren (Unified Glare Rating) bewertet. Es wurde für die Bürobeleuchtung entwickelt. Seine Grenzwerte lassen sich deshalb bei der Beleuchtung mit Hallen-Reflektorleuchten und Scheinwerfern, wie sie für hohe Sporthallen üblich sind, nur bedingt einhalten. Matte Oberflächen schützen vor Reflexblendung. Zusätzlich und besonders dann, wenn glänzende Flächen wie Wasser im Schwimmbad nicht zu vermeiden sind, müssen die Leuchten entsprechend angeordnet und ausgerichtet werden.

In Außenanlagen wird Direktblendung nach dem GR-Verfahren (Glare Rating) der Publikation 112 „Glare evaluation system for use within outdoor sports and area lighting“ von der Internationalen Beleuchtungskommission CIE ermittelt. Dabei wird die Helligkeit der beleuchteten Sportfläche in Beziehung gesetzt zur Helligkeit der Lichtquellen. Das errechnete Verhältnis reicht auf einer Skala von zehn für „keine Blendung“ bis 90 für „unerträgliche Blendung“. Die Normen nennen Maximalwerte für den Blendschutz, in der Regel $\text{GR} = 50$. Der GR-Wert kann nur für Sportarten mit Spielfläche ermittelt werden.

Lichtrichtung und Schattigkeit

Form und Oberflächen sollen deutlich (Sehleistung) und auf angenehme Weise (Sehkombfort) erkennbar sein. Das erfordert ausgewogene Schatten mit weichen Rändern. Beeinflusst wird die Schattenbildung von der Lichtrichtung, die wiederum bestimmt wird von der Verteilung der Leuchten und ihrer Anordnung.

Stark gerichtetes Licht führt zu tiefen Schatten mit harten Rändern. Ebenso unangenehm wirkt Schattenarmut, erzeugt von sehr diffuser Beleuchtung.

Lichtfarbe

Die Lichtfarbe einer Lampe beschreibt die Eigenfarbe des abgestrahlten Lichts. Sie wird bestimmt von der Farbtemperatur (ähnlichste Farbtemperatur T_F) in Kelvin (K):
Warmweiß (ww) < 3.300 K
Neutralweiß (nw) 3.300 K bis 5.300 K
Tageslichtweiß (tw) > 5.300 K

Das Licht von Lampen gleicher Lichtfarbe kann unterschiedliche Farbwiedergabeeigenschaften haben.

Farbwiedergabe

Die Farbwiedergabeeigenschaft einer Lampe kennzeichnet die farbliche Wirkung, die ihr Licht auf farbigen Gegenständen hat. Sie wird mit dem Index R_a bewertet. Er gibt an, wie natürlich Farben wiedergegeben werden. $R_a = 100$ steht für den besten Wert. Je niedriger der Index, umso schlechter sind die Farbwiedergabeeigenschaften. In Innenräumen sollte $R_a = 80$ nicht unterschritten werden.

Gute Beleuchtung

Die Qualität der Beleuchtung setzt sich zusammen aus Sehleistung, Sehkombfort und visuellem Ambiente (siehe Bild 04):

> Sehleistung:
Wie genau und wie schnell Sehaufgaben gelöst werden können, wird hauptsächlich beeinflusst vom Beleuchtungsniveau – resultierend aus den Beleuchtungsstärken – und der Güte der Blendungsbegrenzung.
> Sehkombfort:
Das Sehen wird kombfortabel, wenn die Helligkeit harmonisch verteilt ist und die Lampen mindestens gute Farbwiedergabeeigenschaften haben.
> Visuelles Ambiente:
Das Licht- und Raumklima beeinflusst die erlebte Stimmung und damit das persönliche Wohlbefinden. Dieses visuelle Ambiente wird wesentlich geprägt von Lichtrichtung, Schattigkeit und der Lichtfarbe der Lampen.



05



06

Sporthalle Leonberg

	Vorher	Nachher
Installierte Leuchten	Leuchten mit konventionellem Vorschaltgerät	Leuchten mit elektronischem Vorschaltgerät und Energiemanagement-Baustein
Anzahl Leuchten	216 Stück	48 Stück
Installierte Lampen je Leuchte	2 x 58 Watt-Leuchtstofflampen Ø 26 mm	6 x 80 Watt-Leuchtstofflampen Ø 16 mm
Anschlussleistung insges.	31.104 Watt	24.768 Watt
Energieverbrauch pro Jahr	130.667 Kilowattstunden	49.653 Kilowattstunden
Energiekosten pro Jahr	20.907 Euro	7.944 Euro
Weniger Energie pro Jahr		81.014 Kilowattstunden = 62 Prozent
Weniger Kosten pro Jahr		12.963 Euro
Weniger CO ₂ pro Jahr		48,6 Tonnen CO ₂

Energieeffizientes Licht

In der Lichtlenkung optimierte Leuchten, Lampen mit hoher Lichtausbeute, elektronische Betriebsgeräte, für die Raumbelichtung genutztes Tageslicht und Lichtmanagement sorgen für energieeffiziente Lichterzeugung und CO₂-Reduzierung. Derart optimierte Beleuchtungsanlagen haben zugleich die beste Beleuchtungsqualität.

Beleuchtungsanlagen, die 15 Jahre alt und älter sind, müssen saniert oder komplett neu installiert werden. Denn sie lassen sich nicht wirtschaftlich betreiben. Zugleich ist bei vielen Altanlagen die Beleuchtungsqualität nicht mehr gewährleistet. Die Neuananschaffung amortisiert sich über das bei den Energiekosten eingesparte Geld in kurzer Zeit.

Leistungsstarke Leuchten

Leuchten sind effizient, wenn sie hohe Wirkungsgrade haben und ihre Lichtstärkeverteilung anwendungsgerecht ist. Hochwertige Materialien und fachgerechte Verarbeitung erhöhen den Wirkungsgrad; derartige Qualitätsleuchten haben außerdem eine lange Lebensdauer.

Wirtschaftliche Lampen

Die Lichtausbeute ist das Maß für die Wirtschaftlichkeit einer Lampe. Sie beschreibt,

[05] Leuchtstofflampenlicht ergänzt das einfallende Tageslicht und ersetzt es bei Dunkelheit. Lichtmanagement macht dieses Zusammenspiel besonders energieeffizient.

[06] Die Umrüstung der Sporthalle Leonberg erzielte 62 Prozent Energieeinsparung.

wie viel Licht (Lichtstrom in Lumen) die Lampe aus der aufgenommenen elektrischen Energie (Leistung in Watt) erzeugt. Je höher das Verhältnis Lumen/Watt (lm/W), desto energieeffizienter arbeitet die Lampe.

Die Lampenindustrie hat die Lichtausbeute vieler Lichtquellen optimiert. Zum Beispiel bei der Leuchtstofflampe: Standardlampen hatten mit durchschnittlich 65 lm/W eine geringe Lichtausbeute, Dreibandlampen Ø 26 mm dagegen erzielen 93 lm/W (System-Lichtausbeute an elektronischem Vorschaltgerät), die mit Ø 16 mm sogar über 100 lm/W. Parallel verlängerte sich die Nutzlebensdauer von 7.500 Stunden bei einer Standardlampe an herkömmlichem Vorschaltgerät auf 24.000 Stunden an elektronischem Vorschaltgerät (EVG) bei einer Ø 16 mm-Lampe.

Effiziente Vorschaltgeräte

Auch die Betriebsoptimierung von Vorschaltgeräten hatte große Einsparungen zur Folge. Besonders sparsam arbeitet Elektronik: Schon bei den ersten EVGs lag der Energieverbrauch unter der Nennleistung, weil sie mit hochfrequenter Wechselspannung arbeiten. EVGs werden weiterentwickelt, auch um ihre Effizienz weiter zu steigern.

Tageslicht und Lichtmanagement

Wird durch Oberlichter oder Fenster einfallendes Tageslicht genutzt und mit der künstlichen Beleuchtung kombiniert, kann zusätzlich eine Menge Energie gespart werden. Dabei wird die künstliche Beleuchtung nur dann zugeschaltet oder langsam stufenlos hinzugeregelt, wenn das Tageslicht nicht ausreicht.

Üblicherweise wird dieses Miteinander als Lichtmanagement-Lösung realisiert: Eine tageslichtabhängige Regelung erzeugt ein konstantes Beleuchtungsniveau als Summe aus Tageslichtanteil und geregelt künstlichen Licht. So bleibt die gewünschte Beleuchtungsstärke auf der Nutzfläche durch Zugabe oder Rücknahme des künstlichen Lichts in etwa gleich, auch wenn sich der Tageslichtanteil ändert. Zum Schutz vor Sonnenwärme oder Blendung muss das Tageslicht gegebenenfalls zeitweise abgeschattet werden.

Sind Bewegungsmelder in das Lichtmanagement integriert, ist eine Präsenzkontrolle möglich: In Abhängigkeit von der Anwesenheit schaltet sich die Beleuchtung sofort ein und zeitversetzt aus.

Best Practice: 62 Prozent gespart

Was die Sanierung bewirkt, belegt beispielhaft die Sporthalle 2 des Beruflichen Schulzentrums Leonberg im Landkreis Böblingen: Die Umrüstung auf neue Leuchten mit neuen Lampen und EVGs sowie einen Energiemanagement-Baustein spart 62 Prozent Energie, Kosten und CO₂ (siehe Tabelle „Sporthalle Leonberg“, Seite 8).

Ausführliche Informationen zu „Beleuchtungsqualität mit Elektronik“ hat licht.de in Heft 12 zusammengefasst (siehe Seite 62).

EU verordnet Effizienz

Seit April 2009 gilt die EU-Verordnung 245/2009. Sie schreibt für Entladungslampen (Niederdruck und Hochdruck) und Vorschaltgeräte mit schlechter Energiebilanz den stufenweisen Ausstieg vor. Schon ab 2010 dürfen bestimmte Lampen EU-weit nicht mehr in den Verkehr gebracht werden. Bis 2017 soll dieser Prozess abgeschlossen sein. Danach sind nur noch effiziente Lampen und Vorschaltgeräte erhältlich. Die Verordnung basiert auf der Rahmenrichtlinie 2000/32/EG zu Energy using Products (EuP).

Mit Teilschaltungen sparen

Werden Sportflächen regelmäßig nicht nur für Hochleistungssport (Beleuchtungsklasse I), sondern auch für normales Training (Klasse III) genutzt, muss die Beleuchtung nicht immer auf höchstem Niveau eingeschaltet sein. Teilschaltungen sparen Energie: Für Beleuchtungsklasse I werden alle Leuchten eingeschaltet, für Klasse II ein paar weniger und für Klasse III noch weniger. Dabei muss in allen Klassen die Beleuchtungsqualität sichergestellt sein. Wenn Teilabschaltungen eingerichtet werden sollen, muss die Planung dies frühzeitig berücksichtigen.

Fernsehgerechte Beleuchtung

Fernsehaufnahmen stellen qualitativ und quantitativ höhere Anforderungen an die Beleuchtung als die Lichtbedürfnisse der Sportler und Zuschauer. Gute Fernsehbilder kann es nur geben, wenn die Lichtverhältnisse auf die Anforderungen von Fernsehübertragungen abgestimmt sind.

Wenn Liveübertragungen und Fernsehaufnahmen geplant sind, müssen diese Anforderungen bei der Beleuchtung der Sportstätte berücksichtigt werden. Denn die für den Sport notwendige Beleuchtung mit überwiegend horizontalen Beleuchtungsstärken reicht für Fernsehbilder nicht aus. Insbesondere ist die Positionierung der Beleuchtungskörper unterschiedlich. Deshalb lässt sich eine vorhandene Beleuchtung im Nachhinein nicht einfach auf „fernsehgerecht“ umstellen.

Für Videoaufzeichnungen vom Training sind keine besonderen Vorgaben zu beachten. Hierfür genügt in der Regel die normgerechte Allgemeinbeleuchtung nach DIN EN 12193.

Lichtrichtung entscheidend

Generell kommt es für Fernsehbilder auf die Beleuchtungsstärken an, die an den Rasterpunkten vertikal erzeugt werden: Nur der vertikale Lichteinfall erlaubt es, bei allen Aktionen auch die Gesichtszüge der Sportler zu zeigen. Dazu werden die vertikalen Beleuchtungsstärken in Richtung der vier Seitenauslinien oder in Richtung der genauen Kamerapositionen berechnet.

Wenn das Licht nur aus der Aufnahmerichtung auf die Spieler gerichtet werden soll, wird über jedem Punkt des Berechnungsrasters – also der Spielfläche – eine vertikale Bewertungsfläche definiert, die in Richtung Außenlinie zeigt. Die gesamte Bewertungsebene in Richtung aller vier Außenlinien (orthogonale Richtungen) befindet sich in ein Meter oder 1,5 Meter Höhe.

Wenn für fernsehtaugliche Beleuchtung die vertikalen Beleuchtungsstärken in Richtung der genauen Kamerapositionen berechnet und realisiert werden, geht dies nur mit entsprechender Software. Diese richtet die Bewertungsflächen über jedem Rasterpunkt

mit der Flächennormale in Richtung Kamera aus.

Die Vorteile bei dieser Planungsmethode:

> Die Beleuchtungsanlage unterstützt bessere Bilder, weil sie für die Aufnahmekameras optimiert ist.

> Weil weniger Leuchten und Scheinwerfer benötigt werden, ist die Anlage energieeffizienter und kostengünstiger.

> Bei der Leuchtenpositionierung hat man mehr Freiheiten als bei der Planung „Licht aus der Aufnahmerichtung auf die Spieler“, da hier die Scheinwerfer normalerweise nur an den Längsseiten des Spielfeldes positioniert werden können. Heute überwiegt diese Art der Beleuchtung.

Licht für gute Bildqualität

Fernsehgerechte Beleuchtung stellt höhere Anforderungen an die Farbwiedergabe, die Beleuchtungsstärke und deren Gleichmäßigkeit. Die Lampen sollten mindestens eine gute Farbwiedergabe haben (Index $R_a \geq 80$). Die Höhe der Beleuchtungsstärke hängt ab von Sportart, Aufnahmeentfernung und Qualitätsanspruch an die Aufnahmen. Bei hochauflösenden Fernsehbildern (HDTV) sind zum Beispiel für Fußball 800 lx mittlere Beleuchtungsstärke in Richtung einer Kamera die Mindestanforderung. Für eine bessere Qualität der Bilder sowie für Zoom und Superzeitlupe muss diese Beleuchtungsstärke 2.000 lx betragen.

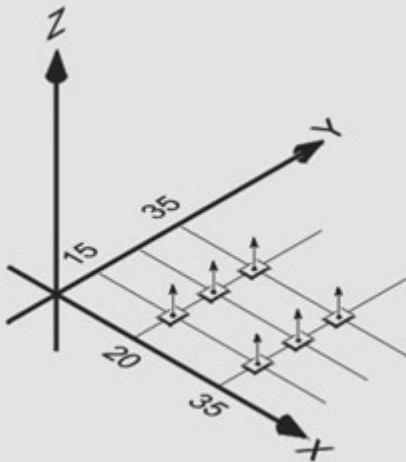
Die Lichtfarbe der Lampen ist vor allem wichtig, wenn bei Tageslicht begonnene Übertragungen bis in die Dämmerung und Dunkelheit andauern. Für die Mischung mit Tageslicht eignen sich tageslichtweiße Lampen mit einer Farbtemperatur von 5.200 bis 6.000 Kelvin.

Beleuchtungsanlagen für Fernsehaufnahmen sollten unbedingt mithilfe spezialisierter Lichtplaner realisiert werden.

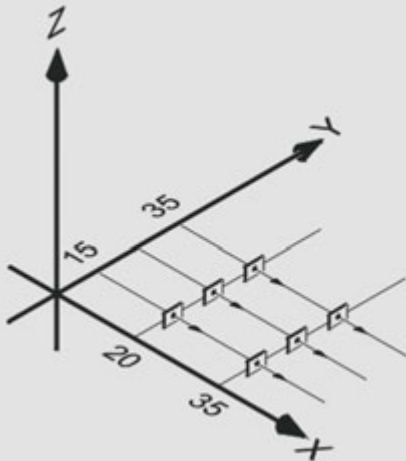
[07] Berechnung der horizontalen und vertikalen Beleuchtungsstärke sowie der Beleuchtungsstärke in Richtung Kamera

[08+09] Die Spielfläche als Berechnungsraster: Gute Fernsehbilder setzen eine darauf abgestimmte Beleuchtung voraus.

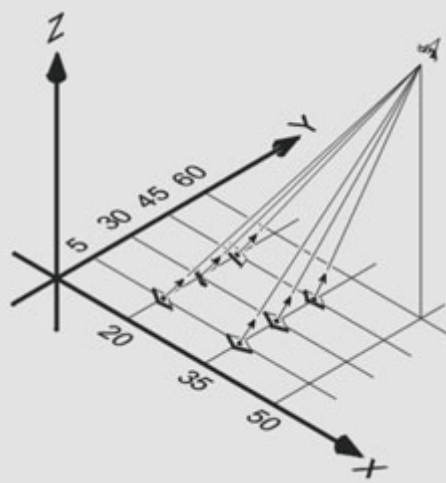
Beleuchtungsstärken



horizontale Beleuchtungsstärke



vertikale Beleuchtungsstärke



Beleuchtungsstärke in Richtung Kamera



Notbeleuchtung

Für viele Sportstätten und Freizeitanlagen ist eine netzunabhängige Notbeleuchtung vorgeschrieben. Sie soll Sportlern, Zuschauern und Personal das gefahrlose Verlassen des Gebäudes oder der Außenanlage ermöglichen, wenn der Strom ausfällt.

Wenn die Beleuchtung ausfällt, bedeutet die gleichzeitige Anwesenheit vieler Menschen Unfallgefahr: Der Anlass des Netzausfalls und die Umgebung sind unbekannt, da kommt Angst auf, und es entsteht sehr schnell Panik. Rettungszeichenleuchten kennzeichnen die Wege nach draußen, eine zusätzliche Sicherheitsbeleuchtung der Rettungswege – bei einer Breite bis zu zwei Meter mit mindestens ein lx horizontaler Beleuchtungsstärke auf der Mittelachse – verbessert die Orientierung und verringert die Unfallgefahr.

Sicherheitsbeleuchtung

Die lichttechnischen Anforderungen an den Notbetrieb sind normiert in DIN EN 1838. Dass eine Sicherheitsbeleuchtung vorgeschrieben ist, regelt die Muster-Versammlungsstättenverordnung (MVStättV). Auch DIN EN 12193 macht Angaben zur Sicherheitsbeleuchtung (Schutz der Teilnehmer von Sportveranstaltungen).

Die MVStättV erfasst

- > Versammlungsräume, die einzeln oder gemeinsam mindestens 200 Personen Platz bieten,
- > Versammlungsstätten mit nicht überdachten Szenenflächen für mindestens 1.000 Personen – Flächen unter 20 m² Größe gelten nicht als Szenenflächen,
- > Sportstadien, die mehr als 5.000 Besucher aufnehmen können, mit Tribünen für Besucher und mit nicht überdachten Sportflächen.

Da die Abgrenzung zwischen „Sport“ und „Darbietung“ auf Szenenflächen immer unschärfer wird, gelten die Anforderungen unter Umständen auch für Sportstätten im Freien, wenn diese

- > über 1.000 Besucherplätze bieten,
- > Szenenflächen haben und
- > der Besucherbereich ganz oder teilweise aus baulichen Anlagen besteht. Besucherbereiche, die durch eine Schranke abge-

grenzt sind, bestehen „ganz oder teilweise aus baulichen Anlagen“ und gehören deshalb dazu.

Die Sicherheit der Teilnehmer ist dann gegeben, wenn eine Veranstaltung nach dem Netzausfall geordnet beendet werden kann. Die Sicherheitsbeleuchtung muss „sofort“ einsetzen.

Das vorgeschriebene Beleuchtungsniveau der Sicherheitsbeleuchtung ist abhängig von der Sportart; es wird angegeben als prozentualer Anteil, der für die jeweilige Sportart im Normalbetrieb notwendig ist:

- > Schwimmen – fünf Prozent für mindestens 30 Sekunden
- > Turnen, Innenanlage – fünf Prozent für mindestens 30 Sekunden
- > Reiten, Innen- und Außenanlage – fünf Prozent für mindestens 120 Sekunden
- > Eisschnelllauf – fünf Prozent für mindestens 30 Sekunden
- > Bob und Rennschlitten – zehn Prozent für mindestens 120 Sekunden
- > Skispringen, Ab- und Aufsprungzone – zehn Prozent für mindestens 30 Sekunden
- > Skiabfahrt – zehn Prozent für mindestens 30 Sekunden
- > Radsport (Bahnrennen) – zehn Prozent für mindestens 60 Sekunden.

Für Schwimmbäder ab 1,35 Meter Wassertiefe fordert die Richtlinie für den Bäderbau (1996) für die Sicherheitsbeleuchtung eine Beleuchtungsstärke von 15 lx auf der Wasseroberfläche.

Ausführlich informiert das Heft licht.wissen 10 (siehe Seite 62) von licht.de über „Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung“.



10



11



12



13

[10] Wenn das Licht ausfällt, sind besonders in großen Menschenmengen panische Reaktionen möglich. Rettungszeichenleuchten weisen den Weg nach draußen, eine zusätzliche Sicherheitsbeleuchtung erleichtert die Orientierung.

[11] Rettungszeichenleuchten werden mit Notstrom versorgt, sie sind deshalb von einem Netzausfall nicht betroffen.

[12+13] Die Sicherheitszeichen müssen gut erkannt werden: zum Merken der Fluchtwege und bei Netzausfall, damit ihnen Anwesende – auch ortsfremde – folgen können.



14

Licht und Umwelt

Wenn Sportstätten und Freizeitanlagen beleuchtet werden, können von diesem Licht Störungen ausgehen: Nachbarn fühlen sich geblendet, Insekten werden von dem Licht angezogen. Das gilt für Außenanlagen, vor allem für Sportplätze und -stadion.

Lichtimmissionen vermeiden

Die genaue Berechnung der Lichtpunkt-höhe und gut abgeschirmte, asymmetrische Scheinwerfer schützen vor Lichtimmissionen in die Nachbarschaft von Sportplätzen.

Einige, auf bestimmte Arten der Beleuchtung ausgelegte Flutlichtanlagen stehen grundsätzlich im Konflikt mit dem Ziel, Lichtimmissionen zu vermeiden. Bei Stadien mit fernsehgerechter Beleuchtung werden die Grenzwerte zwangsläufig überschritten. Und bei einigen Ballsportarten wie Baseball oder Golf muss Streulicht nach oben abstrahlen, damit auch hoch fliegende Bälle gut erkennbar sind.

Das Bundes-Immissionsschutzgesetz schützt vor Beeinträchtigungen durch sogenannte „Lichtverschmutzung“. Doch weder das Gesetz noch verwaltungsrechtliche Ausführungsbestimmungen nennen Grenzwerte. Deshalb werden die Mess- und Bewertungsmethoden sowie daraus abgeleitete, maximal zulässige Werte der Deutschen Lichttechnischen Gesellschaft (LiTG) herangezogen.

Immissionsschutz

Der Länderausschuss Immissionsschutz (LAI) hat diese Methoden und Grenzwerte in die Leitrichtlinie „Hinweise zur Messung

und Beurteilung von Lichtimmission“ übernommen und den Umweltschutzbehörden empfohlen, diese anzuwenden. Einige Bundesländer haben darüber hinaus als Verwaltungsvorschrift „Lichtrichtlinien“ erlassen.

Die LAI-Richtlinie behandelt zwei Kriterien:
> Raumaufhellung – Für aufgehellte Wohnräume wird als Bewertungskriterium die Beleuchtungsstärke in der Fensterebene herangezogen.

> Psychologische Blendung – Die Blendwirkung einer Leuchte oder einer Beleuchtungsanlage wird mithilfe des Helligkeitskontrastes zwischen Leuchte oder leuchtender Fläche und deren Umgebung aus Sicht eines betroffenen Anwohners, den Abmessungen der leuchtenden Fläche und ihrer Entfernung zum Anwohner.

Mit Lichtimmissionen befasst sich außerdem die Publikation 150 „Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations“ der Internationalen Beleuchtungskommission CIE, auf die auch DIN EN 12193 verweist. Sie nennt ebenfalls Grenzwerte zur Raumaufhellung und zur Blendung der Anwohner. In Deutschland gelten hierfür jedoch die LAI-Vorgaben.

Aus der CIE-Publikation können ergänzend zwei weitere Kriterien und ihre Grenzwerte herangezogen werden:

> Blendung von Verkehrsteilnehmern durch verkehrsfremde Anlagen,
> Himmelsaufhellung.

Licht und Insekten

Künstliches Licht lockt Insekten an. Für die nachtaktiven, in ihrer Lebensweise an die Dunkelheit angepassten Tiere besteht daher die Gefahr, dass es ihren natürlichen Lebensrhythmus stört. Anziehend wirkt der UV-Anteil im Licht. Dieser könnte mit Natriumdampf-Hochdrucklampen ausreichend reduziert werden, doch ihr gelbliches Licht ist für den Menschen gewöhnungsbedürftig und bei Wettkämpfen außerdem nicht normenkonform.

Auch die Auswahl der Leuchten kann das Interesse der Insekten verringern: Asymmetrische Scheinwerfer ohne seitliche Lichtaustrittsflächen sind gut geeignet.

Am häufigsten werden Sportplätze in den dunklen Wintermonaten und den Übergangsjahreszeiten beleuchtet. Das meiste künstliche Licht entfällt damit auf Zeiten, in denen Insekten sowieso nicht aktiv sind.

[14] Vorbildlich: Das Licht dieser Leuchten ist ausschließlich auf den Sportplatz gerichtet, die sehr geringe Lichtimmission liegt unter den zulässigen Grenzwerten.

Tabellennummern

In DIN EN 12193 sind die Tabellen durchnummeriert und die Sportarten in einer Liste zugeordnet. Die in diesem Heft angegebenen Ordnungsziffern stimmen mit der Zuordnung in der Norm überein. Im Heft wird die Sportart zusätzlich in der Tabelle genannt.

Beleuchtungsklassen

DIN EN 12193 unterscheidet verschiedene Beleuchtungsklassen mit unterschiedlichen Anforderungen (siehe auch „Drei Beleuchtungsklassen“ auf dieser Seite). Für den Fußballplatz gilt: Für Trainingsbetrieb und Punktspiele auf Kreisebene genügen 75 lx Beleuchtungsstärke (Klasse III). Für den Spielbetrieb in Bezirks- und Landesliga sind 200 lx gefordert (Klasse II), für Verbands- und Oberligaspiele muss es mit 500 lx deutlich heller sein (Klasse I, nicht fernsehgerecht).

A.21 Fußball			
Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke $E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	GR
I	500	0,7	50
II	200	0,6	50
III	75	0,5	55

Beleuchtungsstärke

Angegeben ist jeweils die mittlere (E_{av} = average) Beleuchtungsstärke (E), und zwar entweder die horizontale (E_h) oder vertikale (E_v). Wenn nicht anders ausgewiesen, bezieht sich der normierte Wert auf die Hauptspielfläche.

Blendungsbegrenzung

GR steht für Glare Rating. Dabei handelt es sich um das Verfahren zur Berechnung der Blendungsbegrenzung (siehe Seite 7) in der Außenbeleuchtung. Dieser Wert kann nur für Personen auf der Spielfläche berechnet werden.

Gleichmäßigkeit

Die gleichmäßige Verteilung des Lichts wird angegeben als Verhältnis der minimalen (E_{min}) zur mittleren (E_{av} = average) Beleuchtungsstärke (E), hier für die horizontale (E_h) Beleuchtungsstärke.

Tabellen für jede Sportart

DIN EN 12193 „Sportstättenbeleuchtung“ fasst für jede Sportart die lichttechnischen Mindestanforderungen in einer Tabelle zusammen. Auch dieses Heft zeigt Tabellen, beschränkt sich aber auf die wichtigsten Angaben und geht nicht auf jede in der Norm genannte Sportart ein.

Außer den im Heft tabellarisch erfassten Angaben nennt die Normen-Tabelle für jede Sportart noch weitere Güteanforderungen: zur Farbwiedergabe der Lampen und zu den Referenzflächen, für die alle Vorgaben der Tabelle gelten. Außerdem legt sie die Rasterpunkte für die Referenzflächen fest,

an denen Berechnungs- bzw. Messpunkte liegen sollen.

Referenzflächen

Die jeder Sportart zugeordneten Referenzflächen unterteilen sich in
> Hauptfläche PA (Principal Area) und
> Gesamtfläche TA (Total Area).

Die Vorgaben zur Beleuchtungsstärke und deren Gleichmäßigkeit gelten in den meisten Fällen für die Hauptfläche der Sportart.

Drei Beleuchtungsklassen

Das Fußballspiel der A-Jugend braucht weniger Licht als das Spiel der Nationalmannschaft. Um diesen unterschiedlichen Anforderungen der Sportler wie der Zuschauer gerecht zu werden, hat DIN EN 12193 drei Beleuchtungsklassen eingeführt: Je höher das Wettbewerbsniveau und je weiter die

Zuschauer vom Sportgeschehen entfernt sind, umso höher muss die Beleuchtungsklasse sein. Beleuchtungsklasse III stellt die niedrigsten Anforderungen.

Beleuchtungsklasse I:
Hochleistungswettkämpfe, Hochleistungstraining; Zuschauer: große Sehentfernung
Beleuchtungsklasse II:
Wettkämpfe mit mittlerem Niveau, Leistungstraining; Zuschauer: mittlere Sehentfernung
Beleuchtungsklasse III:
Einfache Wettkämpfe (meist ohne Zuschauer), allgemeines Training, allgemeiner Schul- und Freizeitsport.

Wettbewerbsniveau	Beleuchtungsklassen		
	I	II	III
International/National	•		
Regional	•	•	
Lokal	•	•	•
Training		•	•
Schul-/Freizeitsport			•



15



16

Outdoor und indoor

Wegen verschiedenartiger Beleuchtungsanforderungen werden Sport- und Freizeitanlagen unterschieden nach ihrem Standort: outdoor – das sind zu einem großen Teil Sportplätze, indoor – das sind vor allem Sporthallen. Beide sind „allgemein“, wenn mehrere Sportarten in einer Anlage ausgeübt werden können, oder „speziell“, wenn zum Beispiel nur Tennis möglich ist.

Sportplätze

Zur Beleuchtung von Sportplätzen eignen sich runde oder rechteckige Scheinwerfer und Strahler mit asymmetrischer oder symmetrischer Lichtstärkeverteilung. Verbreitet ist die Montage der Leuchten auf vier oder sechs Masten, die längs der meist rechteckigen Spielfelder positioniert werden.

Spezielle Sportarten, wie zum Beispiel Tennis, werden auf ausschließlich dafür vorgesehenen Spielfeldern ausgeübt. Diese Sportarten stellen häufig besondere Sehansforderungen. Dafür ist eine von der Standardsituation auf Sportplätzen abweichende Anordnung der Leuchten notwendig.

Stets sollten Scheinwerfer möglichst hoch angebracht sein, damit die Sportler beim Blick auf hoch fliegende Bälle nicht geblendet werden. Die Anordnung der Leuchten und deren lichttechnische Charakteristik bestimmen die Blendsituation für Spieler und Zuschauer. Es ist wichtig, bei der Planung daran zu denken, dass auch die Zuschauer vor Blendung geschützt werden müssen. Gegebenenfalls werden einige Scheinwerfer entsprechend ausgerichtet oder speziell abgeschirmt. Ganz ausschließen lässt sich Blendung jedoch nicht.

Die Schatten auf dem Spielfeld sollten nicht zu hart sein. Daher müssen sich die Scheinwerferbündel überlappen. Schlag Schatten lassen sich grundsätzlich vermeiden, indem kein Teil des Spielfelds nur aus einer Richtung beleuchtet wird.

Sporthallen

Die meisten Sporthallen sind für eine große Anzahl verschiedener Sportarten geeignet. Einige Hallen werden zusätzlich noch für andere Veranstaltungen, beispielsweise der örtlichen Vereine, genutzt. Die Beleuchtung muss gute Sehverhältnisse für alle Nutzungen schaffen. Vor der Planung steht daher immer die Frage, welche Sportarten in der Halle ausgeübt werden und welche anderen Nutzungen vorgesehen sind (siehe „Mehrzweckhallen“, Seite 42). In jedem Fall muss das Beleuchtungsniveau der Sportart entsprechen, die die höchsten Anforderungen an die Sehaufgabe stellt.

Eine gute Allgemeinbeleuchtung kann nicht allen Erfordernissen gerecht werden. Besonders spezielle Sporthallen, die auf Sportarten wie Tennis, Squash, Reiten oder Schießen ausgelegt sind, benötigen eine Zusatzbeleuchtung.

Leuchten-Anordnung

Bei der Allgemeinbeleuchtung richtet sich die Anordnung der Leuchten nach den lichttechnischen Vorgaben von DIN EN 12193 und der jeweiligen Halle geometrie. Üblich ist eine regelmäßige Leuchten-Anordnung. Hallenhöhe und die Art der Deckenkonstruktion bestimmen die Ausführung: Leuchten zum Einbau, zum Anbau oder abgehängt. Geeignet sind Leuchten für Leuchtstofflampen Ø 26 mm oder Ø 16 mm, runde oder rechteckige Hallen-Reflektorleuchten und Scheinwerfer für Halogen-Metaldampflampen. Leuchten für Sporthallen müssen ballwurfsicher sein.

Gute Farbwiedergabe

Das Licht soll eine Sporthalle nicht nur hell machen, sondern auch für eine angenehme Atmosphäre sorgen. Das gilt besonders für Sport mit Showcharakter, zum Beispiel Tanzsport, aber auch für sportfremde Veranstaltungen. Empfehlenswert sind deshalb Lampen mit warmweißer oder neutralweißer Lichtfarbe und mit guter bis sehr guter Farbwiedergabe (Farbwiedergabe-Index $R_a \geq 80$).

In teilbaren Sporthallen ändern sich Hauptblick- und Spielrichtung bei geteilter Halle um 90 Grad gegenüber der ungeteilten Halle. Deshalb müssen die Leuchten hier in allen Blickrichtungen entblendet sein. Das ist allerdings auch für nicht teilbare Hallen empfehlenswert.

[15] Für die Beleuchtung von Sportplätzen (outdoor) eignen sich auf Masten montierte Scheinwerfer und Strahler.

[16] In Sporthallen (indoor) ist eine regelmäßige Anordnung der Leuchten üblich. Eingesetzt werden – wie hier – Leuchten für Leuchtstofflampen oder Hallenreflektorleuchten und Scheinwerfer.

Outdoor: Allgemeine Sportplätze

Auf allgemeinen Sportplätzen sind vor allem die Ballsportarten zu Hause: Fußball, American Football, Baseball, Hockey. Die lichttechnischen Anforderungen für diese Sportarten stimmen weitgehend überein.

Fußball, American Football

Die meisten Sportplätze – zumindest in Europa – sind ausgelegt für das Fußballspiel. Um dem beliebtesten Sport der Welt ausreichend Raum zu bieten, hat sich als allgemeine Platzgröße 105 x 68 Meter durchgesetzt. Die Platzgröße für Baseball oder Faustball, Hockey und American Football variiert zwar, doch die Anforderungen an die Beleuchtung sind grundsätzlich vergleichbar mit denen für Fußball.

Für die Spieler auf dem Feld ist die Sehentfernung in der Regel kürzer als 100 Meter. DIN EN 12193 sieht daher beim Fußball für Training und Freizeitsport (Beleuchtungsklasse III) die geringe horizontale Beleuchtungsstärke von 75 lx vor. Für Punktspiele mit Zuschauern muss es allerdings deutlich heller sein, da deren Sehentfernung zum Teil beträchtlich weiter ist als die der Aktiven. Gleiches gilt für American Football.

Baseball, Hockey

Baseball und Hockey mit relativ kleinen Bällen haben höhere Sehanforderungen als Fußball und erfordern daher höhere Beleuchtungsstärken. Für Baseball unterscheidet die Norm zwischen Innen- und Außenfeld.

Das Geschehen spielt sich meist im Innenfeld ab, wo Fänger und Schlagmann stehen und die entscheidenden Bälle spielen. Dort müssen die Sehbedingungen besser sein als im seltener bespielten Außenfeld. Deshalb ist die Beleuchtungsstärke für das Innenfeld höher angesetzt.

Damit die Spieler die Geschwindigkeit des Balls richtig einschätzen können, ist außerdem die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung besonders wichtig. Sie sollte in den Beleuchtungsklassen I und II den Wert 0,7 (Baseball: Innenfeld) nicht unterschreiten.

A.21 Fußball / American Football				A.22 Hockey			
Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke		GR	Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke		GR
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$			$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	
I	500	0,7	50	I	500	0,7	50
II	200	0,6	50	II	200	0,7	50
III	75	0,5	55	III	200	0,7	55

A.14 Baseball					
Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke (Platz/Innenfeld)		horizontale Beleuchtungsstärke (Feld/Außenfeld)		GR
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	
I	750	0,7	500	0,5	50
II	500	0,7	300	0,5	50
III	300	0,5	200	0,3	55

[17] Die Sportart Fußball bestimmt die allgemeine Platzgröße von 105 x 68 Meter.

[18] Gutes Licht ist für die Sportler wichtig, damit sie alles sehen können. Aber auch Zuschauer wollen alles mitbekommen, die Beleuchtungsplanung muss daher auch ihre Bedürfnisse berücksichtigen.



17



18





20

A.13 Leichtathletik

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke		GR
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	
I	500	0,7	50
II	200	0,5	55
III	100	0,5	55

Leichtathletik

Umgeben Laufbahnen für Leichtathletik das Spielfeld, muss die Beleuchtungsanlage des Sportplatzes entsprechend dimensioniert werden. In der Regel genügt zwar eine Anlage mit sechs Masten, jedoch sind mehr Scheinwerfer mit Lampen höherer Leistung erforderlich.

Für jede Disziplin der Leichtathletik sollten zusätzliche Maßnahmen zur Blendungsbegrenzung geprüft werden. Zum Beispiel ist darauf zu achten, dass beim Stabhochsprung in der Hauptblickrichtung keine Leuchten montiert sind. Eine weitere Besonderheit: Im Zielfeld der Laufbahnen ist eine vertikale Beleuchtungsstärke von 1.000 lx erforderlich, damit die Kampfrichter sicher urteilen können und die Aufnahmen der Ziel-foto-Anlage wirklich aussagefähig sind.

Olympiastadion Berlin

Dass die Leichtathletik-Anlagen auf allgemeinen Sportplätzen besondere Aufmerksamkeit verlangen, wird deutlich bei Hoch-

leistungswettkämpfen. Anlässlich der Fußball-WM 2006 wurde im Berliner Olympiastadion eine neue Beleuchtungsanlage installiert. Ihr Licht war jedoch nicht für internationale Wettkämpfe auf den Laufbahnen rund um die Rasenfläche ausgelegt. Deshalb musste die Beleuchtung für die Leichtathletik-WM 2009 nachgerüstet werden: Installiert wurde eine Anlage, die auch gute Fernsehaufnahmen ermöglicht.

Der Clou der neuen Lösung: Die Beleuchtungsanlage ist für temporäre Einsätze gedacht. Leuchten und Scheinwerfer wurden nach der Leichtathletik-WM 2009 bis zum nächsten Event, das die Laufbahnen einbezieht, abgebaut. Beim nächsten Einsatz muss es sich nicht unbedingt um Leichtathletik-Wettkämpfe handeln: An den für die Installation notwendigen Aufbauten können auch Leuchten und Scheinwerfer für ein Popkonzert oder andere Ereignisse angebracht und betrieben werden.

[19] Blick in das Berliner Olympiastadion bei der Abschiedsfeier der Leichtathletik-WM 2009: Für die Leichtathletik wurde zusätzlich zum Fußball-Licht eine zweite Beleuchtungsanlage installiert.

[20] Sportplätze, die für Leichtathletik eingerichtet sind, brauchen mehr Licht als der Fußball-Sportplatz. In der Regel genügt es, die normale Sportplatz-Beleuchtungsanlage mit mehr Scheinwerfern und mit Lampen höherer Leistung auszustatten.

Outdoor: Spezielle Sportplätze

Einige Sportarten können nur auf ausschließlich für sie vorgesehenen Spielfeldern ausgeübt werden. Diese speziellen Sportplätze stellen besondere Sehansforderungen. Das Licht einer Standard-Beleuchtungsanlage für einen „allgemeinen“ Sportplatz wird diesen Anforderungen meist nicht gerecht, die Leuchten müssen anders angeordnet werden.

Tennis

Als sehr schnelles Spiel stellt Tennis hohe Anforderungen an die Sehleistung der Spieler. Die horizontalen Beleuchtungsstärken dürfen einige Meter über die Seitenlinien hinaus nur wenig abfallen, weil die Spieler häufig auch in diesen Bereichen agieren.

Ganz besonders wichtig ist es, auf guten Kontrast zwischen Tennisball (hell) und Spielfeld-Hintergrund (dunkel) zu achten. Allerdings sollte der Hintergrund – das ist der Ballfang an den Stirnseiten des Spielfeldes – nicht zu dunkel sein, damit die Spieler den Kontrast nicht als zu stark empfinden.

Ebenso wichtig: Im Flug über das Feld muss der Ball immer gleichmäßig beleuchtet sein. Nur so können die Spieler Flugbahn und -geschwindigkeit richtig einschätzen. Daher sind breitstrahlende Scheinwerfer empfehlenswert. Sie sollten ausreichend hoch montiert sein, um Blendungen der Spieler zu begrenzen.

Beleuchtete Tennisplätze haben hohen Freizeitwert: Im Sommer können die Spieler die kühlen Abendstunden nutzen, im Frühling oder im Herbst auch dann noch spielen, wenn die Sonne längst untergegangen ist. Besonderen Komfort bieten Beleuchtungsanlagen, deren Licht in Stufen geschaltet

werden kann: mit 500 lx Beleuchtungsstärke (Beleuchtungsklasse I), die in zwei Schaltstufen auf 300 lx und 200 lx reduzierbar sind. Damit haben Spieler je nach Wunsch und Geldbeutel die Wahl zwischen unterschiedlichen Beleuchtungsniveaus.

Golf: Driving Range

Das Golfspiel beginnt mit dem Erlernen des Abschlages im Übungsbereich (Driving Range). Künstliche Beleuchtung dehnt die Übungsmöglichkeiten in die Dunkelstunden aus, hilft die Übersicht zu behalten, wenn viele Spieler üben. Nach DIN EN 12193 soll die horizontale Beleuchtungsstärke am Abschlagpunkt mindestens 100 lx, die vertikale mindestens 50 lx betragen.

Bei der Beleuchtung ausschließlich des Abschlags ist es unmöglich, die Flugbahn des Balles zu verfolgen. Das jedoch gehört zu einem sinnvollen Training. Dafür müssen Scheinwerfer so ausgerichtet werden, dass ein Meter über dem Boden ausreichende vertikale Beleuchtungsstärken – zum Beispiel 10 lx – bis zu einer Entfernung von 150 Meter vom Abschlagpunkt realisiert werden.

Die Neun-Loch- oder 18-Loch-Anlagen für das Golfspiel werden – anders als die Driving Range – selten komplett beleuchtet.

A.16 Tennis

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke		GR
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	
I	500	0,7	50
II	300	0,7	50
III	200	0,6	55

A.26 Golf: Driving Range

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke		vertikale Beleuchtungsstärke
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	
I	–	–	–
II	–	–	–
III	100	0,8	50



21



22

[21] Tennis stellt hohe Anforderungen an die Sehleistung der Spieler. Der Ball sollte im Flug über das Feld immer gleichmäßig beleuchtet sein.

[22] Üben, üben, üben: Künstliches Licht dehnt die Zeit für den Abschlag von der Driving Range bis in die Dunkelstunden aus. Scheinwerfer (nicht im Bild) sorgen für ausreichendes Licht in einer Entfernung bis zu 150 Meter vom Abschlagpunkt.



23



24

Pferdesport

Außenanlagen für den Pferdesport werden in Abhängigkeit von ihrer Größe mit Scheinwerfern und Strahlern auf einem oder mehreren hohen Masten beleuchtet. Je höher die Leuchten montiert sind, desto geringer ist die Gefahr von Blendung. Für Rennbahnen eignen sich auch stark abgeschirmte Mastleuchten mit geringeren Lichtpunkthöhen; sie werden parallel zur Rennstrecke positioniert.

In beiden Fällen sind ausreichende vertikale Beleuchtungsstärken auf Reiter und Pferd wichtig. Nur so können Wertungsrichter, Trainer und Zuschauer die Akteure gut erkennen. Auch beim Pferdesport ist eine gute Gleichmäßigkeit der Beleuchtung notwendig. Die Schnelligkeit von Pferderennen erfordert hohe vertikale Beleuchtungsstärken von bis zu 750 lx in der Zielgeraden. Für andere Reitanlagen (Dressur, Springen) sind 500 lx der Wert für Beleuchtungskategorie I.

[23] Die Beleuchtung von Skating-Bahnen erfolgt nach den lichttechnischen Vorgaben für das Eisschnelllaufen.

[24] Reitplätze werden mit Scheinwerfern und Strahlern je nach Größe des Platzes auf einem oder mehreren Masten beleuchtet.

Boccia

Nur Boccia-Spielern, die ausreichend Licht zur Verfügung haben, gelingt es auch in den dunklen Abendstunden, ihre Spielkugeln möglichst nah an die Setz- bzw. Zielkugel zu werfen. Bei einer Beleuchtungsstärke von bis zu 200 lx (Beleuchtungskategorie I) ist die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung außerordentlich wichtig für diese Sehaufgabe.

Bahnengolf (Minigolf)

Unter dem Oberbegriff Bahnengolf werden fünf Bahnsysteme – Minigolf, Miniaturgolf, Cobigolf, Sterngolf und früher Kleingolf – zusammengefasst, die von Freizeit-Spielern alle generell als „Minigolf“ bezeichnet werden. Die Systeme unterscheiden sich in der Größe und Beschaffenheit der sechs bis zwölf Meter langen Bahnen. Das Spiel mit dem kleinen Minigolf-Ball ist neben entspannender Freizeitbeschäftigung ein nervenaufreibender Wettkampfsport, beides häufig auch in den Dunkelstunden.

Beim Versuch, die 18 Einzelbahnen mit möglichst wenig Schlägen zu spielen, sind außer Können und Glück gute Sehverhältnisse wichtig. Sinnvolle Beleuchtungslösungen sind Mastleuchten mit geringen Lichtpunkthöhen und Pollerleuchten. Sie müssen

gut abgeschirmt sein, also das Licht ohne Blendung der Spieler auf die Bahn lenken. Zusätzliche, insbesondere in weitläufigen Anlagen eingesetzte Wegeleuchten erhellen die Bereiche zwischen den Bahnen.

DIN EN 12193 normiert Bahnengolf nicht. Da Ballgröße und Spielaufgabe Boccia ähneln, können die Vorgaben für dieses Kugelspiel herangezogen werden.

Inline-Skating

Inline-Skating hat das Rollschuhfahren fast verdrängt. Neben Halfpipes gibt es Skating-Bahnen. In Deutschland werden hauptsächlich die Bahnen beleuchtet, auf denen auch Wettkämpfe stattfinden. Für die meist im Oval angelegte Strecke eignen sich Strahler und Leuchten auf – abhängig von der Größe der Anlage – einem oder mehreren Masten. DIN EN 12193 macht keine Vorgaben zur Beleuchtung solcher Anlagen. Bei Halfpipes muss zusätzlich darauf geachtet werden, störende Schatten auf der Fahrbahn zu vermeiden.

Die Anforderungen an die Beleuchtung sind ähnlich denen beim Eisschnelllauf im Freien. Besonders wichtig sind eine gute Gleichmäßigkeit des Lichts und geringstmögliche Blendung.

A.24 Pferderennen / Trabrennen / Galopprennen

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke		vertikale Beleuchtungsstärke Zielgerade			vertikale Beleuchtungsstärke Gegengerade und Kurven			GR
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	$E_{v,av}$ lx	$E_{v,min}/E_{v,av}$ längs	quer	$E_{v,av}$ lx	$E_{v,min}/E_{v,av}$ längs	quer	
I	200	0,6	750	0,6	0,4	500	0,6	0,4	50
II	100	0,4	300	0,6	0,4	200	0,6	0,4	50
III	50	0,2	100	0,3					55

A.13 Reiten / Springreiten / Dressur

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke		GR
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	
I	500	0,7	50
II	200	0,5	55
III	100	0,5	55

A.20 Boccia*

*übertragbar auf Bahnengolf

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke		GR
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	
I	200	0,7	50
II	100	0,7	50
III	50	0,5	55

A.13 Inline-Skating*

*analog Eisschnelllauf

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke		GR
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	
I	500	0,7	50
II	200	0,5	55
III	100	0,5	55

Outdoor: Wintersport

Im Winter sind die Tage kurz. Für Sportler ist es daher von Vorteil, wenn sie auch in den Dunkelstunden trainieren können. Wintersport ist zugleich ein Freizeitvergnügen: Beleuchtete Wintersport-Anlagen erhöhen die touristische Anziehungskraft.

Ski-Langlauf

Die Erfahrung lehrt, dass die Loipe in einer Breite von vier Metern ausgeleuchtet werden sollte. Damit Zuschauer das Geschehen gut verfolgen können, sind bei Wettkämpfen im Zielbereich höhere Beleuchtungsstärken notwendig als von DIN EN 12193 gefordert. Die Beleuchtung der Zugangswege ist wichtig, damit Betreuer und Zuschauer sicher zur Loipe kommen.

Skiabfahrt

Bei der Skiabfahrt brauchen die Sportler aller Abfahrtsdisziplinen Licht an der gesamten Strecke. Deshalb sollte stets die ganze Piste gleichmäßig ausgeleuchtet sein. Bezugsebene für die horizontale Beleuchtungsstärke ist die Schneeoberfläche. Lifte müssen an Anfangs- und Endpunkt separat beleuchtet werden; auf der Fahrt nach oben vermittelt das Streulicht der Pistenbeleuchtung ein ausreichendes Sicher-

heitsgefühl. Diese Anforderungen gelten auch für Abfahrten mit dem Snowboard.

Skisprung

Zwei Momente sind entscheidend für einen gelungenen Skisprung: der Absprung am Schanzentisch und die Landung. Entsprechend wichtig ist in diesen Bereichen die Beleuchtung. Damit der Springer seinen Landepunkt möglichst früh und gut abschätzen kann, benötigt er im Landebereich eine gute Gleichmäßigkeit: Für die höchste Beleuchtungsklasse ist der Wert 0,7 vorgeschrieben. Der Auslauf sollte mindestens 30 Prozent der Beleuchtungsstärke des Landebereichs haben. Bei Sprunganlagen wird die Beleuchtungsstärke auf der Schneeoberfläche gemessen.

[25] Der Auslaufbereich der Skisprungschanze in Oberstdorf ist hell ausgeleuchtet. Die Norm fordert mindestens 30 Prozent der Beleuchtungsstärke, die der Landebereich hat.

A.23 Ski-Alpin / Ski-Freistil / Springen							
Klasse	Beleuchtungsstärke Alpin / Freistil		Beleuchtungsstärke Absprung		Beleuchtungsstärke Landebereich		GR
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	
I	100	0,5	150	0,5	300	0,7	50
II	30	0,3	50	0,3	200	0,6	50
III	20	0,2	20	0,3	200	0,6	55

A.17 Skilanglauf		
Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke	
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$
I	20	0,3
II	10	0,3
III	3	0,1

A.28 Bob und Rennschlitten		
Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke	
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$
I	300	0,7
II	200	0,5
III	50	0,4



Bob und Rennschlitten

In den steilen Eiskanälen für Bob und Rennschlitten sind Geschick und Steuerkunst gefragt, feinste Lenkbewegungen bei hohen Geschwindigkeiten entscheiden über Sieg oder Niederlage. Entsprechend wichtig ist es für die Fahrer, den Verlauf der Strecke in allen Details richtig einschätzen zu können.

Deshalb sind relativ hohe horizontale Beleuchtungsstärken und gute Gleichmäßigkeit notwendig. So werden gefährliche Dunkelzonen vermieden, die auf der Durchfahrt die Sehaufgabe der Fahrer stören würden. Die Leuchten sollten entlang des Eiskanals so positioniert sein, dass auf der Eisfläche keine Reflexionen entstehen.

Auf der Eisfläche

Eisschnellläufer und Eishockey-Spieler nutzen gerne die Halle, weil die Struktur der Eisfläche hier witterungsunabhängig und leichter zu kontrollieren ist. In den Bergen sind Eisstadion aber durchaus eine Alternative. In Urlaubsgebieten sind sie auch eine Attraktion für Freizeit-Schlittschuhläufer. Zur Beleuchtung eignen sich je nach Größe der Eisfläche Anlagen mit vier, sechs oder mehr Masten.

Beim Eisstockschießen (Curling) kommt es auf das genaue Abschätzen von Entfernungen an. 300 lx horizontale Beleuchtungsstärke auf der Spielfläche, 200 lx im Ziel und eine gute Gleichmäßigkeit unterstützen diese Sehaufgabe.

Für ausschließlich zum Eisstockschießen angelegte Eisflächen eignet sich am besten eine Beleuchtung mit Seilüberspannung. Sie sollte bei dieser relativ kleinen Fläche in Querrichtung (Aufstellung der Masten an den Querseiten) erfolgen. Leuchten für Hochdruck-Entladungslampen werden an den Seilen installiert.



26

A.13 Eisschnellauf				A.19 Eishockey			
Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke		GR	Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke		
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$			$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	
I	500	0,7	50	I	750	0,7	
II	200	0,5	55	II	500	0,7	
III	100	0,5	55	III	200	0,5	

A.12 Eisstockschießen (Curling)				
Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke Spielfläche		horizontale Beleuchtungsstärke Ziel	
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$
I	300	0,7	200	0,7
II	300	0,7	200	0,7
III	300	0,7	200	0,7

[26] Die Bahn für den Eisschnellauf im Eisstadion Inzell wird von zentral, innerhalb des Bahnenrunds positionierten Mastanlagen beleuchtet.



27

Outdoor: Schwimmbäder

Da in Deutschland die wenigsten Disziplinen des Wassersports in der Dunkelheit ausgeübt werden, erhalten „normale“ Schwimmbäder im Freien nur ausnahmsweise eine normgerechte Beleuchtungsanlage. Beleuchtet werden jedoch Erlebnisbäder, Thermalbäder und private Swimming-Pools.

Aufgrund der Witterungsverhältnisse findet Schwimmtraining – sofern es überhaupt in den späten Dunkelstunden angesetzt wird – häufig auch im Sommer in der Halle statt. Für Freizeitschwimmer dagegen hat das abendliche oder nächtliche Bad bei sommerlichen Temperaturen einen besonderen Reiz. Zu ihrer eigenen Sicherheit sollten sie jedoch nur beleuchtete Schwimmbäder besuchen.

Für Schwimmbecken sind Unterwasser-scheinwerfer unerlässlich. Denn nur mit ihrem Licht ist ein Blick in die Tiefe möglich.

In der nahen Umgebung des Außenbeckens sorgen Pollerleuchten oder Wegeleuchten auf kurzen Masten dafür, dass die Helligkeit

der Unterwasserbeleuchtung nicht am Beckenrand abbricht und ein Rundum-Blick in die Umgebung möglich ist.

Orientierungsleuchten kennzeichnen und beleuchten die Zugänge zum Außenbecken. Das Licht aller Leuchten sollte nicht

blenden, weder beim Schwimmen noch am Beckenrand.

[27] Licht macht das Baden bei Dunkelheit sicherer, indem es den Rundum-Blick über Wasserfläche und Umgebung ermöglicht. Zugleich schafft es eine besondere Stimmung.

A.27 Schwimm-Außenanlagen

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke $E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	zusätzliche Forderung beim Springen $E_{h,min}/E_{v,av}$
I	500	0,7	0,8
II	300	0,7	0,5
III	200	0,5	0,5



28

Indoor: Allgemeine Sporthallen

Die meisten Ballsportarten müssen mehreren Spielern einer Mannschaft ausreichend Bewegungsraum bieten. Das gilt für Handball, Basketball, Volleyball und Faustball ebenso wie für das weltweit beliebteste Mannschaftsspiel Fußball. Auch Kampfsport und Gewichtheben werden ähnlich beleuchtet.

Ballsport

Wichtig für den guten Überblick über das gesamte Spielfeld ist die gleichmäßige Ausleuchtung der Halle. Besonderheiten sind bei Volley- und Basketball zu beachten: Zum Schutz vor Blendung beim Blick auf hohe Bälle sollten die Leuchten für das Volleyballfeld nicht in dem Bereich der Decke montiert sein, der sich direkt über dem Spielfeld befindet. Auch über Basketballkörben sollten in einem Radius von vier Meter keine Leuchten installiert sein.

Kampfsport

Bei Kampfsportarten sind gute Sehbedingungen entscheidend: Die Athleten beobachten sich, ständig gefasst auf die unvermittelte Attacke. Selbst die kleinste Bewegung kann einen Angriff ankündigen; nur

schnelle Reaktion verhindert die Niederlage. Deshalb sind für Sportarten wie Karate, Judo und Ringen die gleichen horizontalen Beleuchtungsstärken vorgeschrieben wie für die gängigen Ballsportarten.

Gewichtheben

Auch beim Gewichtheben kommt es auf Körperkraft und Konzentration an. Hier gelten deshalb dieselben Anforderungen an die Beleuchtung wie für den Kampfsport.

Kleine Bälle: Hockey und Tischtennis

Hockey gehört zu den Sportarten, bei denen ein kleiner Ball sehr schnell gespielt wird. Noch kleiner ist der Ball beim Tischtennis. Auch ändern diese Bälle schnell ihre Richtung. Daher sieht DIN EN 12193 bei diesen Disziplinen bereits für den Schul-

[28+29] Bewegungsraum für Ballsport. Die Halle wird in allen Beleuchtungsklassen gleichmäßig ausgeleuchtet. Gutes Licht ist auch für Flure und Nebenräume ein Muss.





30



31

und Freizeitsport (Beleuchtungsklasse III) eine horizontale Beleuchtungsstärke von 300 lx bei guter Gleichmäßigkeit vor. In den beiden anderen Beleuchtungsklassen sind die Werte mit denen beim Spiel mit großen Bällen identisch.

Für Schul- und Freizeitsport sowie das Training genügt die Hallenbeleuchtung. Beim Wettkampf-Tischtennis sind außerdem vier Scheinwerfer pro Platte notwendig. Sie sollten seitlich angeordnet werden, damit ihr Licht die Spieler nicht blendet und auf den Platten keine störenden Reflexe erzeugt. Immer ist zu beachten, dass der häufig von Spielern genutzte Bereich im Umkreis der Platte bis zu fünf Meter gut ausgeleuchtet wird.

Damit Bälle auch in der Höhe mit den Augen verfolgt werden können, sind dort entsprechend hohe vertikale Beleuchtungsstärken notwendig.

Badminton

Beim Badminton ist das Spielgerät ebenfalls klein und sehr schnell. Damit die Spieler beim Blick auf hoch geschlagene

Federbälle nicht geblendet werden, sollten direkt über dem Spielfeld keine Leuchten platziert sein.

Für Badminton sollten wie für Tischtennis in der Höhe ausreichende vertikale Beleuchtungsstärken vorgesehen werden: Sie verhindern Tarnzonen, die den Augen die Verfolgung der Flugbahn des Balles erschweren würden. So können die Spieler den Ball auch am höchstmöglichen Punkt seiner Flugbahn gut erkennen und vor dem Schlag sicher fixieren.

Fechten

Blitzschnelle Aktionen kennzeichnen das Fechten. Weil hier die „feine Klinge“ geführt wird, stellt DIN EN 12193 erhöhte Anforderungen an die vertikale Beleuchtungsstärke. Denn die Hauptseh Aufgabe ist auf den Körper des Gegners gerichtet.

Auch die horizontale Beleuchtungsstärke liegt für Schul- und Freizeitsport mit 300 lx auf dem höheren Beleuchtungsniveau in allgemeinen Sporthallen, die anderen beiden Beleuchtungsklassen haben dieselben Werte wie beim Fußball.

Boxen

Beim Boxen erfordern Schnelligkeit und Wucht der Bewegungen im Ring hohe horizontale Beleuchtungsstärken von 500 bis 2.000 lx. Auch muss die Farbwiedergabe der Lampen nach DIN EN 12193 unbedingt $R_a \geq 80$ sein, um Sportlern, Schiedsrichtern und Zuschauern Sehkomfort zu bieten. Die gute Farbwiedergabe ist zugleich Voraussetzung für Film- und Fernsehaufnahmen.

Typisch für die Atmosphäre eines Boxkampfes ist der hell beleuchtete Ring in der Hallenmitte. Hier kommen tiefstrahlende, direkt über dem Ring montierte Leuchten zum Einsatz. Während der Boxkämpfe bleibt die Beleuchtung des Zuschauerraumes meist auf ein Sicherheitsniveau reduziert.

[30] Die Sehaufgabe beim Fechten ist anspruchsvoll und verlangt relativ hohe Beleuchtungsstärken.

[31] Der kleine, schnell gespielte Tischtennisball bestimmt die Sehaufgabe. Auch der von Spielern im Umkreis der Platte genutzte Bereich muss gut ausgeleuchtet werden.

A.2 Handball / Basketball Volleyball¹ / Faustball Fußball / Kampfsport / Gewichtheben

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke $E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$
I	750	0,7
II	500	0,7
III	200	0,5

A.1 Hockey / Tischtennis / Badminton

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke $E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$
I	750	0,7
II	500	0,7
III	300	0,7

A.1 Fechten

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke		vertikale Beleuchtungsstärke	
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	$E_{v,av}$ lx	$E_{v,min}/E_{v,av}$
I	750	0,7	500	0,7
II	500	0,7	300	0,7
III	300	0,7	200	0,7

A.10 Boxen

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke Ring		vertikale Beleuchtungsstärke Ring $E_{v,av}$	horizontale Beleuchtungsstärke Trainingsbereich $E_{h,av}$ lx
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$		
I	2.000	0,8	E_v sollte mindestens 50 % von E_h betragen	300
II	1.000	0,8		300
III	500	0,5		300

¹ Diese Leuchten sollten sich nicht direkt über dem Spielfeld befinden.

Indoor: Spezielle Sporthallen

Einige Sportarten können nur auf ausschließlich für sie vorgesehenen Spielfeldern ausgeübt werden. Um den jeweiligen Sehanforderungen gerecht zu werden, weicht die Leuchtenanordnung meist vom Standard einer allgemeinen Sporthalle ab. Sie muss meist auch auf spezielle Dachkonstruktionen abgestimmt werden.

Tennis

Tennis stellt als sehr schnelles Spiel hohe Anforderungen an die Sehleistung der Spieler. Das Licht in Tennishallen sollte deshalb wenig Schatten erzeugen, weitgehend blendfrei sein und den deutlichen Kontrast zwischen Ball und Hintergrund unterstützen. Die horizontalen Beleuchtungsstärken dürfen einige Meter über die Seitenlinien hinaus nur wenig abfallen, weil die Spieler häufig auch in diesen Bereichen agieren.

Damit Tennisspieler beim Blick auf hoch fliegende Bälle nicht geblendet werden, sollten sich direkt über dem Spielfeld keine Leuchten befinden. Auch die Deckenfläche bis zu drei Meter hinter der Grundlinie muss frei von Leuchten sein, da die Sportler hier sehr oft, insbesondere beim Aufschlag, nach oben schauen. Üblich ist die Anordnung der Leuchten parallel zu den Längsseiten des Spielfeldes.

Besonderen Komfort bietet die Beleuchtungsanlage einer Tennishalle, wenn die Spieler das Beleuchtungsniveau je nach Wunsch und Geldbeutel selbst bestimmen dürfen. Dafür wird die Anlage auf 750 lx Beleuchtungsstärke (Beleuchtungsklasse I) ausgelegt, die in zwei Schaltstufen auf 500 lx und 300 lx reduziert werden können.

In Tennishallen eingesetzte Leuchten müssen ballwurfsicher sein.

Squash

Der schnelle Gummiball beim Squash stellt höchste Anforderungen an die Sehaufgabe, insbesondere an die Gleichmäßigkeit der Beleuchtung: Er ist viel kleiner als ein Tennisball, bewegt sich oft auch in der Vertikalen und behält seine Geschwindigkeit von bis zu 200 Stundenkilometer nahezu über das gesamte Spiel. Weil die vertikalen Spielflächen komplexe Ballflugbahnen er-

lauben, müssen die Spieler sehr schnell Standort und Blickrichtung wechseln und dabei stets die Bewegungen des Gegenspielers beachten.

Sinnvoll sind eine Leuchtenreihe parallel zur Stirnwand und zwei Leuchtenreihen parallel zu den Seitenwänden. Die Stirnwand-Leuchten sollten asymmetrisch in Richtung Wand strahlen und in Richtung der Spieler gut entblendet sein. Mindestens ein Meter Abstand der Leuchten zu allen Wänden beugt Reflexionen vor.

In Squashhallen eingesetzte Leuchten müssen ballwurfsicher sein.

Schießsport

Beim Schießsport richtet sich der Blick der Aktiven vor allem in eine Richtung: zum Ziel. Voraussetzung für gute Trefferquoten sind hohe vertikale Beleuchtungsstärken – zum Schießen mit Bogen, Armbrust, Gewehr oder Pistole sieht DIN EN 12193 für die Zielscheibe bei 25 Meter Abstand 1.000 lx, bei 50 Meter Abstand 2.000 lx vor.

Für die Schussbahn und den vorgelagerten Bereich genügen 200 lx horizontale Beleuchtungsstärke für alle Beleuchtungsklassen. Um Entfernung und Weg zum Ziel möglichst gut einschätzen zu können, ist die gute Gleichmäßigkeit des Lichts wichtig. Empfehlenswert für Schießanlagen sind Leuchtenreflektoren, die um 30 bis 40 Grad in Richtung des Zieles geneigt sind. Sie verhindern zugleich den direkten Blick in die Leuchten. Für den Schützenstand empfiehlt sich indirektes Licht, das keine Reflexe auf der Waffe erzeugt.



32



33

A.4 Tennis

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke	
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$
I	750	0,7
II	500	0,7
III	300	0,5

A.1 Squash

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke	
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$
I	750	0,7
II	500	0,7
III	300	0,7

[32+33] Das Licht in Tennishallen ist gut, wenn es wenig Schatten erzeugt, weitgehend blendfrei ist und einen deutlichen Kontrast zwischen Ball und Hintergrund unterstützt. Üblich ist die Anordnung der Leuchten parallel zu den Längsseiten des Spielfeldes.



Kegeln, Bowling

Ähnlich wie Schützen haben Kegel- und Bowling-Spieler vor allem das Ziel im Visier. Allerdings muss die vertikale Beleuchtungsstärke hier nicht so hoch sein wie beim Schießsport: 500 lx reichen für den Standort der Kegel (Ris) aus. Dieser Wert gilt für alle Beleuchtungsklassen. Für die Kegel- oder Bowlingbahn und den vorgelagerten Anlaufbereich genügen 200 lx horizontale Beleuchtungsstärke, ebenfalls für alle Beleuchtungsklassen.

Auch wenn es immer um den Sieg geht, Bowling und Kegeln sind weniger Wettkampf- als beliebter Freizeitsport. Die normgerechte Beleuchtung der Bowling- oder Kegelbahn erleichtert zwar die Sehaufgabe, doch die Aktiven erwarten mehr: Licht zum Wohlfühlen.

Deshalb kommt der Beleuchtung im Vor- und Umfeld der Bowling- oder Kegelbahn besondere Bedeutung zu. Akzentuierendes, auch indirektes Licht, nicht zu hell und



nicht zu dunkel, ist hier die Basis für ein ansprechendes Beleuchtungskonzept.

Reitsport

In Hallen für den Reitsport (Springen, Dressur) ist die Beleuchtungsanlage nicht allein auf die Bedürfnisse der Menschen abzustimmen, sondern auch auf das Sehvermögen der Pferde. Ihr Dämmerungssehen ist sehr stark ausgeprägt, die Unterschiedsempfindlichkeit deshalb größer als beim Menschen. Damit sich die Tiere nicht irritiert und beunruhigt fühlen, sollten große Unterschiede in der Leuchtdichte vermieden werden.

Zum guten Erkennen mancher Hindernisse sind höhere vertikale Beleuchtungsstärken notwendig. Auch die Zuschauer sind darauf angewiesen, um Ross und Reiter gut sehen zu können. Weil es in Reithallen häufig staubig ist und außerdem erhöhte Luftfeuchtigkeit herrscht, müssen Leuchten höherer Schutzart eingesetzt werden.



Radsport

Wenn Bahnradfahrer ins Rollen kommen, halten sie so bald nicht wieder an – nicht zuletzt, weil ihre Sportgeräte keine Bremsen haben. Dennoch versuchen die Fahrer meist, möglichst dicht im Windschatten des Vordermannes zu fahren. Um Kollisionen und schmerzhaftige Stürze zu vermeiden, müssen sie bei hohen Geschwindigkeiten den Fahrweg der Konkurrenten genau einschätzen können. Das setzt gute Sehverhältnisse voraus.

Die in DIN EN 12193 normierten Beleuchtungsstärken gelten für die Bahnoberfläche. Die zusätzliche vertikale Beleuchtungsstärke von 1.000 lx im Ziel unterstützt die Sehaufgabe der Schiedsrichter und ist maßgeblich für die Qualität des Zielfotos.

A.5 Bogenschießen / Schießen / Kegeln

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke Schussbahn		vertikale Beleuchtungsstärke			
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	Ziel $E_{v,av}$ 25 m lx	Kegel $E_{v,av}$ 50 m lx	$E_{v,min}/E_{v,av}$	
I	200	0,5	1.000	2.000	500	0,8
II	200	0,5	1.000	2.000	500	0,8
III	200	0,5	1.000	2.000	500	0,8

A.3 Reiten

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke	
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$
I	500	0,7
II	300	0,6
III	200	0,5

A.2 Radsport

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke	
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$
I	750	0,7
II	500	0,7
III	200	0,5

[34] Im Visier: Mit 500 lx Beleuchtungsstärke muss der Standort der Kegel am hellsten beleuchtet sein.

[35] Das Licht auf der Radbahn soll den Fahrern ermöglichen, den Fahrweg ihrer Konkurrenten genau einschätzen zu können. Nur wenn das möglich ist, bleiben Kollisionen und schmerzhaftige Stürze die Ausnahme.



A.3 Kletterhallen

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke		vertikale Beleuchtungsstärke	
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	$E_{v,av}$ lx	$E_{v,min}/E_{v,av}$
I	500	0,7	500	0,7
II	300	0,6	300	0,6
III	200	0,5	200	0,5

A.2 Spielplatz-Halle* / Go-Kart*

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke**	
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$
I	750	0,7
II	500	0,7
III	200	0,5

* Analog allgemeine Sporthalle

** Für Spielplatz-Hallen gilt Beleuchtungsklasse III



Kletterhallen

Das Indoor-Klettern hat sich etabliert: Witterungsunabhängig bietet es Freizeitspaß und Trainingsmöglichkeiten „am Berg“. Die Schwierigkeitsgrade reichen von „Anfänger“ bis „Fortgeschrittene“. Für den naturnahen Eindruck empfiehlt sich eine tageslichtähnliche Lichtfarbe. Außerdem sollten die Lampen gute Farbwiedergabeeigenschaften mit dem Index $R_a \geq 80$ haben.

Die Kletterer sind alle gekleidet wie Profis und durch Seilsicherungssysteme geschützt. Zu den grundlegenden Schutzmaßnahmen gehört außerdem, richtig sehen zu können. Das setzt zunächst gleichmäßig verteiltes Licht voraus: Jede Wand sollte ohne große Leuchtdichteunterschiede gleichmäßig ausgeleuchtet werden.

Besonders wichtig sind daneben Lichtrichtung und Schattigkeit. Das richtige Verhältnis von diffusem zu gerichtetem Licht verdeutlicht die Struktur der Wand, macht Tritte und Griffe plastisch und damit deutlich erkennbar. Seitlich einfallendes Licht und Licht von oben verhindern, dass der Kletterer selbst starke und störende Schlagschatten wirft. Beim Blick nach

oben und zu seitlich von ihm angebrachten Griffen darf er außerdem nicht geblendet werden.

Indoor-Spielplatz

Kinder brauchen Bewegung, suchen Spaß und freuen sich über jede Abwechslung. All das bieten Spielplatz-Hallen unabhängig von der Witterung. Als Freizeitangebot für die ganze Familie sind diese Hallen weit mehr als Beschäftigungstherapie am Kindergeburtstag. Steigende Besucherzahlen belegen, dass die Konzepte stimmen.

Lichttechnisch ist die leere Halle einer allgemeinen Sporthalle nach Tabelle A.2 gleichzusetzen. Das bedeutet für das Freizeitvergnügen (Beleuchtungskategorie III): 200 lx horizontale Beleuchtungsstärke. In der Spielplatz-Halle kann deshalb die Leuchten-Anordnung einer allgemeinen Sporthalle nachvollzogen werden. Weil Spielgeräte das Licht abschatten, wird die Beleuchtungsstärke an einigen Stellen unterschritten, dürfte insgesamt aber für das Geschehen ausreichen. Damit es nicht zu dunkel wird, sind helle Hallenwände ratsam. Sie dienen dem Deckenlicht auch als Reflektionsfläche. Spielaufbauten, die das

Licht ganz aussperren, sollten auf wenige Tunnelstrecken beschränkt werden.

Go-Kart

Go-Kart-Bahnen sind bei Freizeit-Rennfahrern und begeisterten Motorsportlern gleichermaßen beliebt. Indoor-Bahnen bieten nicht nur wetterunabhängiges Fahren, sondern haben als „geschlossene“ Veranstaltungen ein besonderes Flair. Die Go-Karts fahren zwar schnell, die Geschwindigkeiten sind im Verhältnis zur Größe der Wagen aber nicht übermäßig hoch. Die Anforderungen an die Beleuchtung sind daher nicht höher als in allgemeinen Sporthallen, so dass analog die Vorgaben für den Ballsport und Radrennbahnen (Tabelle A.2) gelten.

Hinweis für Outdoor-Anlagen: Für Go-Kart-Bahnen im Freien gilt Tabelle A.18 aus DIN EN 12193.

[36] Für die Kletterwand ist gleichmäßiges Licht richtig. Es sollte ein auf die Wand abgestimmtes Verhältnis von diffusen und gerichtetem Anteil haben, damit Tritte und Griffe deutlich erkennbar sind.

[37] Spaß und Abwechslung: Spielplatz-Hallen werden wie allgemeine Sporthallen beleuchtet.

Indoor: Wintersport

Indoor-Wintersport ist überwiegend Sport oder Freizeitvergnügen auf einer Eisfläche. Weil sich ihre Oberfläche in der Halle leichter kontrollieren lässt, ist sie bei vielen Sportlern beliebter als das Eis im Freien. In den wenigen Hallen für Indoor-Ski gelten analog die Vorgaben für den Outdoor-Skisport (siehe Seite 26).

Eislaufen

Schlittschuhläufer schätzen Eisflächen in Hallen auch, weil sie hier unabhängig von der Witterung trainieren können. Meist nutzen die verschiedenen Sportarten – vom Eishockey über Eisschnelllauf bis zum Eiskunstlauf – dieselbe Halle. Die Ausführung der Beleuchtung wird daher von den Sportarten mit den höchsten Sehanforderungen bestimmt: Eishockey und Eisschnelllauf. Diese Beleuchtung wird auch den Anforderungen für das Freizeit-Eislaufen gerecht, zu dem die meisten Hallen regelmäßig öffnen.

Deckenleuchten sollten gleichmäßig über der Spielfläche verteilt werden. Bei Auswahl und Anordnung der Leuchten ist generell darauf zu achten, möglichst wenig Reflexionen auf der glänzenden Eisoberfläche zu erzeugen. Die Leuchten in Eislaufhallen müssen ballwurfsicher sein.

Eishockey: Licht für den Puck

Beim Eishockey müssen die Torzonen etwas heller beleuchtet sein als die Spielfläche. Die höheren Beleuchtungsstärken lassen sich alternativ mit zwei Maßnahmen erzielen: Entweder werden die Leuchtenabstände über dem Tor verkleinert oder die Tor-Leuchten werden mit stärkeren Lampen bestückt.

Den Eishockey-Zuschauern fällt es nicht leicht, dem Spiel mit kleinem und äußerst schnellem Puck zu folgen. Die Wahrnehmung eines fliegenden Pucks verbessert sich deutlich, wenn die Leuchtdichte des Hintergrunds im Vergleich zum schwarzen Puck höher ist und damit die Kontraste schärfer werden. Darum sollten die Umgebung des Spielfeldes – einschließlich der Zuschauerränge – unbedingt entsprechend aufgehellt werden.

Eisstockschießen

Beim Eisstockschießen (Curling) kommt es auf das genaue Abschätzen von Entfernungen an. Dazu brauchen die Spieler gutes Augenmaß und gute Sehverhältnisse auf der Eisfläche. DIN EN 12193 schreibt eine horizontale Beleuchtungsstärke von 200 lx für alle Beleuchtungsklassen vor. Im Ziel soll sie um 100 lx erhöht werden. Damit die Spieler den Weg des Eisstocks genau verfolgen können, ist eine gute Gleichmäßigkeit der Beleuchtung wichtig.

A.3 Eisschnelllauf*		
Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke $E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$
I	500	0,7
II	300	0,6
III	200	0,5

A.1 Eishockey /Eiskunstlauf		
Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke $E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$
I	750	0,7
II	500	0,7
III	300	0,7

*Anmerkung: Blendungsbegrenzung kann nicht festgelegt werden. Die Blendung kann jedoch begrenzt werden durch eine sorgfältige Anordnung der Leuchten. Die vertikalen Beleuchtungsstärken am Ziel sollten 1.000 lx für die Fotoanlage und die Kampfrichter betragen.

A.12 Eisstockschießen (Curling)				
Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke Ziel/House		horizontale Beleuchtungsstärke Spielfläche/Rink	
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$
I	300	0,7	200	0,7
II	300	0,7	200	0,7
III	300	0,7	200	0,7

[38] Ruhe vor dem Sturm: Das schnelle Spiel mit dem kleinen Puck verlangt helles Licht mit guter Gleichmäßigkeit.

[39] Seit kurzem gibt es einige Indoor-Skiabfahrten. Für diese neue Sportart wurden noch keine Beleuchtungsregeln formuliert, es gelten analog die Vorgaben für die Outdoor-Abfahrt (siehe Seite 26).



38



39

Mehrzweckhallen

Aus wirtschaftlichen Gründen kann es sinnvoll sein, eine Halle nicht nur für Sport, sondern auch für andere Veranstaltungen zu nutzen. Derartige Mehrzweck- oder Multifunktionshallen müssen als solche geplant sein, eine nachträgliche Nutzungsänderung ist nicht möglich. Mehrzweckhallen werden aufwendiger beleuchtet als Sporthallen.

Grundsätzlich lässt sich jede Sporthalle als Mehrzweckhalle planen. Selbst eine Eisfläche für Eishockey stellt kein Hindernis dar: Sie kann für andere Sportarten oder für Veranstaltungen nicht sportlicher Natur abgedeckt werden. Eine oder zwei Bühnen, bequeme Tribünenplätze, versenkbare erste Tribünenreihen für mehr Stehplätze – vieles ist denk- und machbar. Eine solche Halle lässt sich auch als Vortrags- oder Ausstellungsraum nutzen, Theater, Karnevalssitzungen und Vereinsveranstaltungen sind ebenso möglich.

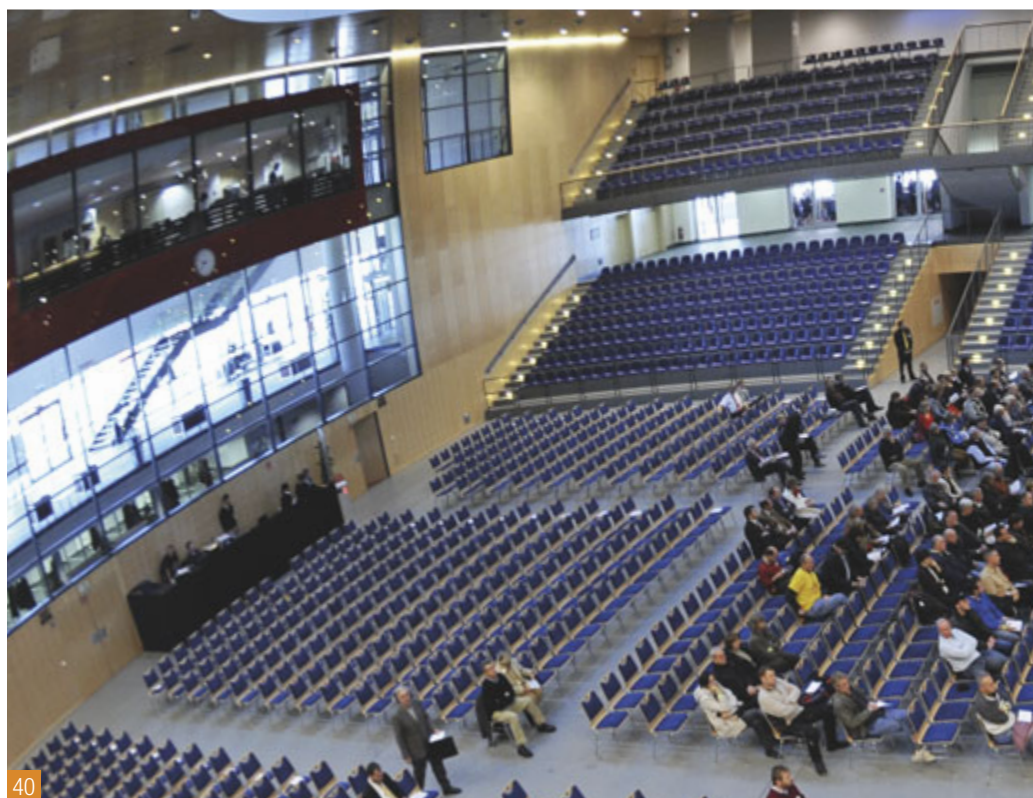
Alle voraussichtlichen Nutzungen müssen zu Beginn der Lichtplanung bekannt sein, damit die Beleuchtung multifunktional ausgeführt wird und alle Lichtszenen berücksichtigt werden können. Vorübergehend für ein Event – wie zum Beispiel ein Popkon-

zert – zusätzlich installierte Leuchten sind eine Option, müssen aus Kostengründen aber meist die Ausnahme bleiben. Es ist jedoch sinnvoll, die Elektroinstallation dafür vorzusehen.

Dimmbares Licht

Die Allgemeinbeleuchtung sollte möglichst dimmbar sein. Sie wird ergänzt um zusätzliche Beleuchtungssysteme an separaten Schaltkreisen und mit einer durchdachten Lichtsteuerung ausgestattet. In größeren Hallen mit fernsehtauglicher Sportbeleuchtung in Schaltstufen kann diese in der Regel auch für Nicht-Sport-Veranstaltungen genutzt werden.

Wichtig: Da es sich immer auch um eine Sporthalle handelt, müssen alle Leuchten



ballwurfsicher sein. Leuchten, die diese Anforderung nicht erfüllen, zum Beispiel unterhalb fünf Meter Hallenhöhe installierte Strahler für die Bühnenbeleuchtung, müssen für das Sportgeschehen abmontiert werden.

Blenden für Strahler

Werden für den Sport Hochdruck-Entladungslampen eingesetzt, ist zu berücksichtigen, dass diese zehn Minuten abkühlen müssen, bevor sie wieder eingeschaltet werden können. Für diesen Zweck die Technik der sofortigen Heißwiederzündung einzusetzen – sie ist für Notfälle (Sicherheitsbeleuchtung) gedacht – ist nicht sinnvoll, weil sich dadurch die Lebensdauer der Lampen verkürzt. Alternativ kann das Licht der Strahler mit Blenden abgeschirmt werden. Sie sollten sich mit wählbarer Geschwindigkeit schließen und wieder öffnen lassen.

[40+41] Mehrzweckhallen sind vorgesehen für Sport und andere Nutzungen. Die Beleuchtungsanlage muss für jeden dieser Zwecke – außer Sporthalle sind dies zum Beispiel Vortrags- und Ausstellungsraum – ausgerüstet sein.

41

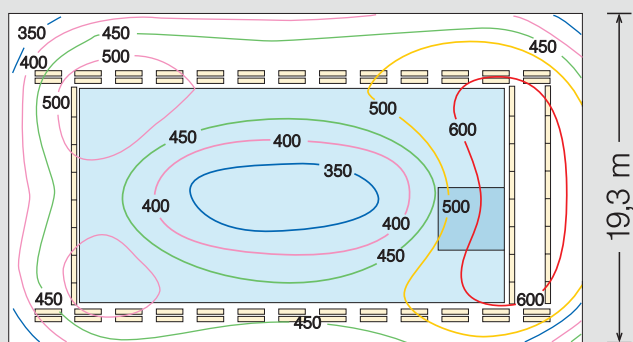




42



43



44

A.6 Wasserball / Wetschwimmen / Synchronschwimmen / Turm- und Kunstsprünge

Klasse	horizontale Beleuchtungsstärke		zusätzliche Forderungen beim Kunstsprünge $E_{h,av}/E_{v,av}$
	$E_{h,av}$ lx	$E_{h,min}/E_{h,av}$	
I	500	0,7	0,8
II	300	0,7	0,5
III	200	0,5	0,5

Indoor: Schwimmbäder

Im Wasser haben die Athleten in den verschiedenen Disziplinen jeweils eigene Anforderungen an das Licht. Die Erfahrung lehrt, dass gute Sehbedingungen für die Außenstehenden meist auch gute Sicht für die Athleten nahezu aller Disziplinen bedeuten. Die Anforderungen an die Beleuchtung können jedoch von Halle zu Halle sehr unterschiedlich sein.

Wassersport

Wasserball-Spielern kommt es vor allem auf die Helligkeit in der Halle an. Wettkampfschwimmer, die sich auf ihre Bahnen konzentrieren, benötigen dagegen weniger Licht. Schwimmlehrer, Trainer und Bademeister sind angewiesen auf gute Sicht vom Beckenrand auf das Wasser. Bei Wettkämpfen wollen die Zuschauer das Geschehen im Becken auch aus größerer Entfernung gut verfolgen können.

Reflexe vermindern

Weil die Wasseroberfläche direkt auftreffendes Licht besonders stark reflektiert, sollten Deckenleuchten seitlich vom Schwimmbecken montiert werden. Wo das nicht möglich ist, mindern asymmetrisch strahlende Leuchten über der Wasserfläche die Reflexe. Kleinere Wasserflächen kommen mit über den Beckenrändern installierten Leuchten aus.

Auch Unterwasserbeleuchtung reduziert die Reflexblendung auf der Wasseroberfläche. Sie erleichtert zudem den Blick in das Wasser. Beim Synchronschwimmen sind Unter-

wasserscheinwerfer – ausgeführt als Schwimmbadleuchten – ein Muss, beim Freizeitschwimmen ist ihr Licht ein schöner dekorativer Effekt. Zum Wasserballspiel und zum Wettkampfschwimmen dagegen sollten die Unterwasserscheinwerfer ausgeschaltet bleiben.

Lampen mit einem Farbwiedergabe-Index $R_a \geq 80$ – besser als es DIN EN 12193 vorschreibt – erhöhen den Sehkomfort und tragen bei zu einem Ambiente, in dem sich auch Freizeitschwimmer wohlfühlen.

Turm- und Kunstspringen

Sprunganlagen brauchen eine Zusatzbeleuchtung. Sie ergänzt im gesamten Sprungbereich die vertikalen Beleuchtungsstärken. Auch die Sprungrichter benötigen das zusätzliche Licht in der Vertikalen – insbesondere am Eintauchpunkt. Denn sie müssen den Springer vom Beckenrand aus direkt von der Seite oder aus schräger Sicht beurteilen.

Für Kunstspringen muss das Verhältnis von horizontaler zu vertikaler Beleuchtungsstärke besonders sorgfältig geplant werden.

[42+43] Reflexe auf der Wasserfläche lassen sich vermeiden, indem Deckenleuchten seitlich vom Schwimmbecken montiert werden. Direkt über dem Wasser angebrachte Leuchten sollten eine asymmetrisch strahlende Lichtverteilung haben.

[44] Beispiel für die Verteilung der horizontalen Beleuchtungsstärken in einer Schwimmhalle

Hohe Schutzart und Korrosionsschutz

Die feuchte, meist chlor- oder auch salzhaltige Luft in Schwimmhallen stellt hohe Anforderungen an die elektrotechnische Sicherheit und den Korrosionsschutz der Leuchten. Betriebssicher sind Leuchten hoher Schutzart, mindestens IP 44 für die Teile der Leuchte, in denen Lampen und Vorschaltgeräte untergebracht sind. Für diesen Einsatzzweck gebaute Qualitätsleuchten haben einen zusätzlichen Korrosionsschutz und trotz der widrigen Bedingungen eine lange Lebensdauer.

Wichtig: Auch die Befestigungselemente der Leuchten dürfen nicht korrodieren; am sichersten sind Befestigungen aus korrosionsbeständigem austenitischen Stahl.

Indoor: Erlebnisbäder

Freizeitschwimmer, die nicht so sehr auf Muskel- und Herz-/Kreislauftraining aus sind, wollen Spaß haben. Mit Beckenlandschaften, Rutschen, Spielinseln, Aktionsflächen am Wasser und mit großen Wellness-Bereichen inklusive Sauna und Solarium bieten die meisten Erlebnisbäder das volle Unterhaltungs- und Verwöhn-Programm.

Für die Beleuchtung von Erlebnisbädern gelten grundsätzlich dieselben Regeln wie für „normale“ Schwimmhallen (siehe Seite 44), insbesondere die Anforderungen an eine hohe Schutzart der Leuchten und an ihren Korrosionsschutz. Ansonsten sind hier mehr Ambiente und eine anregende Lichtatmosphäre gefragt. Zusätzlich beleuchtet werden müssen die Erlebnisflächen am Wasser, die von „rustikal“ bis „tropisch“ inszeniert sein können.

Inszenierungen mit Licht

Den höheren Gestaltungsanspruch erfüllt die Beleuchtungsplanung durch die Auswahl der Lichtquellen, ihrer Lichtfarbe und mit der Anordnung besonders formschöner Leuchten. Im Wasser schaffen Unterwasserscheinwerfer eine anregende Erlebniswelt mit Inszenierungen von Kaskaden, Fontänen, Grotten, Pflanzen, Nischen und Steinen. Diese effektvolle Lichtgestaltung mit versteckten und sichtbaren Leuchten wird ergänzt durch Anstrahlungen von Wandbereichen oder Teilen der Hallendecke.

Ambiente für „normale“ Hallen

Um „normale“ Schwimmhallen für Freizeitschwimmer attraktiver zu gestalten, können auch hier höhere Ansprüche an das Ambiente berücksichtigt werden: Designorientierte und dennoch technisch perfekte Leuchten für die Allgemeinbeleuchtung, punktförmige Lampen mit der Lichtfarbe Warmweiß zur Akzentbeleuchtung sowie Unterwasserscheinwerfer erhöhen den Erlebniswert.

[45] Die Tonnen neben dem Whirlpool setzen mit einem dynamischen Farbwechsel Lichtakzente. Das farbige Licht stammt von LEDs.

[46] Licht im Erlebnisbad inszeniert vor allem das Wasser. Die Beleuchtung um das Schwimmbecken herum sollte mehr Ambiente haben als in „normalen“ Schwimmbädern.



45



46





47



48



49

Fitness-Studios

Fitness-Anlagen, an Sportstätten angegliedert oder als eigenständige Studios, bieten vielfältige Trainingsmöglichkeiten. Sie reichen vom Bodybuilding im Einzeltraining bis zur Gymnastik und anderen Übungen in der Gruppe. Dafür stehen Trainingsflächen mit Geräten und Übungsräume bereit.

Trainingsfläche

Grundsätzlich muss die Beleuchtung die sichere Bedienung aller Geräte ermöglichen. Dafür sorgt auf Trainingsflächen eine horizontale Beleuchtungsstärke von mindestens 300 lx. Die Anordnung der Leuchten sollte auf die Geräte abgestimmt sein. Wichtig ist, dass auf Bildschirmen und Displays keine übermäßige, das Ablesen der Informationen störende Reflexblendung entsteht.

Es ist empfehlenswert, Geräte und Plätze für Übungen in Rückenlage in einem Bereich zusammenzufassen. Denn dieser wird anders beleuchtet, um die Liegenden vor Blendung zu schützen, die beim direkten Einblick in Leuchten unvermeidlich ist. Weitgehenden Blendschutz haben asymmetrisch strahlende Leuchten, die außerhalb des direkt einsehbaren Deckenfeldes montiert werden.

Besonderen Komfort bietet die Beleuchtung, wenn sich die Deckenleuchten bereichsweise dimmen lassen. So kann das Licht besser auf die Bedürfnisse der Trainierenden abgestimmt werden. Auch entsteht mit einer auf diese Weise differenzierten Beleuchtung ein ansprechender Gesamteindruck. Ergänzend eingesetzt, wirkt akzentuierendes Licht, beispielsweise von Wandleuchten, auflockernd.

Übungsräume

Das Beleuchtungskonzept von der Trainingsfläche ist übertragbar auf die Übungsräume für Spinning, Power Step, Stretching, Bauch-Beine-Po und Rückengymnastik. In mindestens einem der Räume sollte das Licht von Lampen mit warmweißer Lichtfarbe dimmbar sein: Das abgesenkte Beleuchtungsniveau fördert die Entspannung bei Trainingseinheiten mit mentalen Übungen.

Umkleieräume

Ein gleichmäßiges Beleuchtungsniveau von mindestens 160 lx sehen Vorschriften aus der Arbeitswelt für Umkleieräume vor. Komfortabler jedoch sind 300 lx Beleuchtungsstärke. Das hellere Licht vereinfacht auch das Ein- und Ausräumen von Spind und Sporttasche.

Das höhere Beleuchtungsniveau stärkt außerdem das subjektive Sicherheitsgefühl. Und es vermittelt Sauberkeit. Akzentbeleuchtung zur Auflockerung der Lichtatmosphäre verbessert den Sehkomfort und die Sympathiewerte.

Für die wirtschaftliche Allgemeinbeleuchtung von Sammelumkleideräumen eignen sich besonders gut Leuchten für Leuchtstofflampen Ø 26 mm oder Ø 16 mm. Mehr Lichtpunkte sind notwendig, wenn in Einzelkabinen ausreichend Licht zur Verfügung stehen soll: Hier sind Downlights oder andere Deckenleuchten für Kompaktleuchtstofflampen – immer eine über jeder Kabine platziert – die richtige Wahl. Wandleuchten mit Halogen- oder Kompaktleuchtstofflampen eignen sich für akzentuierendes Licht.

[47] Auf der Trainingsfläche sollte die Anordnung der Leuchten auf die Geräte abgestimmt sein. Mindestens 300 lx sind die richtige horizontale Beleuchtungsstärke.

[48] Hell und freundlich beleuchtete Umkleieräume vermitteln Sauberkeit und stärken das subjektive Sicherheitsgefühl. 300 lx sind besser als die mindestens vorgeschriebenen 160 lx Beleuchtungsstärke.

[49] Spinning mit noch mehr Abwechslung: Das Licht ändert seine Farbe im dynamischen Farbwechsel nach dem RGB-Muster (rot, grün, blau). Es wird erzeugt von RGB-Leuchtstofflampen.



Servicebereiche

Im Mittelpunkt jeder Sport- und Freizeitanlage steht die Sport- oder Aktionsfläche. Doch Sportler und Zuschauer sind nicht nur hier auf gutes Licht angewiesen: Auch in den angrenzenden Servicebereichen ist die richtige Beleuchtung wichtig, inklusive des Lichts auf Fluren und Gängen. Gute Beleuchtungsqualität in diesen Bereichen verbessert das Image der Gesamtanlage.

Sauna

Saunabaden ist erholsam. Entsprechend sollte das Umfeld gestaltet sein: Formschöne Leuchten und akzentuierendes Licht – hell für sichere Wege zwischen Sauna, Tauchbecken und Dusche, auf ein geringeres Beleuchtungsniveau gedimmt in Ruheräumen.

Die Sauna und ihre unmittelbare Umgebung stellen hohe Anforderungen an die Hygiene. Deshalb sind in allen Bereichen zuschaltbare Leuchten sinnvoll: Sie sollten für die Reinigungsarbeiten das Beleuchtungsniveau auf mindestens 300 lx anheben.

Innerhalb der Sauna werden spezielle Leuchten eingesetzt. Im nahen Umfeld erfordert die Feuchtigkeit Leuchten höherer Schutzart – mindestens IP 44. Eine gute Lösung sind Downlights für Kompaktleuchtstofflampen.

Solarium

Auch Solarium-Räume brauchen eine sorgfältig geplante Allgemeinbeleuchtung. Um Veränderungen der Hautfarbe gut beurteilen zu können, müssen die eingesetzten Lampen den Farbwiedergabe-Index $R_a \geq 80$ haben – das gilt auch für das Umfeld der Sauna. Die Lichtfarbe: Warmweiß.

Massage

Anhaltspunkt für die Beleuchtungsstärke in Massage-Räumen geben die Vorgaben für Therapieräume im Gesundheitswesen: 300 lx. Vor allem ist dieses Beleuchtungsniveau für Reinigungsarbeiten notwendig. Für die Massage selbst muss es nicht hell sein. Hierfür genügt das gedimmte Licht der Allgemeinbeleuchtung. Alternativ kann in dieser Zeit das Licht der Akzentbeleuch-



tung ausreichen. Die Lichtfarbe: Warmweiß. Das Akzentlicht darf auch farbig sein.

Duschen und Toiletten

In Dusch- und Toilettenräumen zählt die Hygiene. Zwar sehen die Normen einen Mindestwert von 100 lx vor, für die Reinigung wird jedoch eine Beleuchtungsstärke von 300 lx empfohlen. Auch entsteht so erst gar nicht der Eindruck mangelnder Sauberkeit.

Wie in allen Feuchträumen müssen in Duschen und Toiletten Leuchten hoher Schutzart eingesetzt werden, mindestens IP X4 (geschützt gegen Spritzwasser). Sind die Brauseköpfe im Nassbereich von Duschräumen nicht fest montiert, ist die höhere Schutzart IP X5 (geschützt gegen Strahlwasser) erforderlich. In jedem Fall dürfen hier nur Leuchten mit Schutzkleinspannung bis 12 Volt betrieben werden.

Für die natürliche Wiedergabe aller Farbtöne müssen die Lampen den Farbwiedergabe-Index $R_a \geq 80$ haben. Das ist bei Leuchtstoff- und Kompaktleuchtstofflampen der Fall. Ihre Lichtfarbe: Warmweiß. In Toilettenräumen erhöht ein Präsenzmelder den Komfort und spart zugleich Energie.



51



52

Licht am Spiegel

Für die schattenfreie Wiedergabe aller Gesichtspartien sind zwei Leuchten notwendig. Sie werden links und rechts neben der Spiegelfläche montiert. Bei großen Spiegelflächen ergänzen zusätzliche Leuchten über dem Spiegel die Beleuchtung. Alle Leuchten sollten nach vorne blendarm abgeschirmt sein.

[50] Sonnen im Haus: Die Solarium-Kabinen grenzen an den Schwimmbereich.

[51] In Duschen und Toilettenräumen ist die Hygiene wichtig. 300 lx Beleuchtungsstärke sind das Mindestmaß für die Reinigungsaufgabe.

[52] Farbige Licht trägt zur Entspannung bei. Hier taucht es den gesamten Raum in ein Meer wechselnder Farben, erzeugt von LEDs nach dem RGB-Muster (rot, grün, blau).

Eingänge

Für Zuschauer hat der Eingang repräsentative Funktion, ein freundlicher Empfang gebührt natürlich auch den Sportlern. Entsprechend sollte die Beleuchtung ausgelegt sein. Ihr freundliches Licht sollte auch die Wartebereiche erfassen.

An Kassenautomaten erleichtern zusätzliche vertikale Beleuchtungsstärken das Ablesen der Informationen auf Bildschirmen und Displays.

Generell unterstützt die Beleuchtung im Eingangsbereich die Orientierung: Licht gliedert weitläufige Grundrisse, weist den Weg zu Kassen, Tribünen und den Toiletten. Zusätzlich können Wegeleitsysteme eingesetzt werden; besonders energieeffizient arbeiten sie mit Licht emittierenden Dioden (LEDs). LEDs haben einen weiteren Vorteil: Sie erzeugen außer weißem farbiges Licht, bei Bedarf auch als RGB-Mischung.

Verkehrswege und Treppen

Licht an Treppen, auf Gängen und Fluren macht diese Verkehrswege sicher. Meist genügen 100 lx Beleuchtungsstärke für die Orientierung. Dieser in Normen genannte Mindestwert geht jedoch davon aus, dass der Verkehrsweg regelmäßig genutzt wird und deshalb gut bekannt ist.

Für Besucher sind 200 lx komfortabler und sicherer. Denn diese höhere Beleuchtungsstärke verbessert das Erkennen möglicher Stolperfallen, auch lässt sich das Verhalten anderer Personen leichter einschätzen.

Auf den Verkehrswegen ist außerdem auf die gute Gleichmäßigkeit der Beleuchtung zu achten. Eingesetzt werden Decken- oder Wandleuchten mit Kompaktleuchtstofflampen oder stabförmigen Leuchtstofflampen. Beide sind besonders energieeffizient. Die Schaltung mit Präsenzmeldern hilft, Energie und Kosten zu sparen.



53



54

Akzentuierendes Licht im Flur, zum Beispiel die Beleuchtung von Wandbereichen, verbessert mit erhöhten vertikalen Beleuchtungsstärken den Sehkomfort. Treppen werden vom oberen Absatz aus richtig beleuchtet. So entstehen kurze, weiche Schatten für eine deutliche Trennung der Trittstufen.

[53] Licht im Eingangsbereich bietet einen freundlichen Empfang und unterstützt die Orientierung.

[54+55] Gleichmäßiges freundliches Licht begleitet Besucher auf den Verkehrswegen. 100 Lux Beleuchtungsstärke genügen zwar für die Orientierung, 200 Lux sind für ortsfremde Gäste aber komfortabler und sicherer.





56



57

Gastronomie

Beleuchtungsplanung und Lichtgestaltung in Bistros und Cafeterien werden auf deren Architektur und Einrichtung abgestimmt. Wichtigstes Planungsziel: Die Gäste sollen sich wohlfühlen. Dafür muss die Beleuchtung den Servicebereich im Hintergrund halten. Die Tische dagegen können mit mehr Licht hervorgehoben werden.

In kleineren Räumen genügen meist wenige Leuchten gleichen Typs. In größeren Räumen schaffen Deckenleuchten oder Strahler und Leuchten an Stromschienen die erforderliche Allgemeinbeleuchtung. Ein zweites oder drittes Beleuchtungssystem sorgt für akzentuierendes Licht, beispielsweise den Tischen zugeordnete Pendelleuchten oder Wandfluter.

An der Bar ist Akzentbeleuchtung kombiniert mit indirektem Licht die richtige Wahl. Empfehlenswerte Lichtfarbe für alle gastronomischen Bereiche ist Warmweiß. Lampen mit dem Farbwiedergabe-Index $R_a \geq 80$ stellen sicher, dass Getränke und Speisen appetitlich aussehen.

An Bildschirmkassen muss darauf geachtet werden, dass auf dem Bildschirm keine störenden Reflexe die Sehauflage stören. Auf der Tastatur darf es nicht zu dunkel sein, gegebenenfalls ist zusätzliches Licht notwendig. Wenn sich Fehleingaben häufen, sollte immer auch die Beleuchtungssituation geprüft werden.

[56] In der Gastronomie bestimmt das Lichtkonzept maßgeblich, ob sich die Gäste wohlfühlen. Es sollte mit Architektur und Einrichtung abgestimmt sein.

[57] Von außen ist das Restaurant am Badesee ein Blickfang. Sein Beleuchtungskonzept setzt Leuchten für hohe Räume für ein relativ hohes Beleuchtungsniveau ein, das Licht kann aber gedimmt werden.

[58] Restaurantbetrieb im Fußballstadion: Um die Sicht auf die Bildschirme nicht zu stören, darf das Licht nicht blenden.



Lampen

Die nächste Doppelseite (58/59) zeigt Lampen, die zur Beleuchtung von Sport- und Freizeitanlagen geeignet sind. Ergänzend und als alternative Leuchtmittel werden LEDs verwendet, Bild 59 auf dieser Doppelseite zeigt Beispiele.

Die Tabelle unter dem Bild auf Doppelseite 58/59 vermittelt Anhaltswerte für die Leistungsdaten der einzelnen Lampen. Exakte Werte für jede verfügbare Leistungsstufe und weitere Angaben enthalten die Kataloge der Hersteller.

In der Regel werden geeignete Leuchten erst nach den Lampen ausgesucht. Die Lampen müssen den Anforderungen der Beleuchtungsaufgabe an Lichtqualität (Farbe, Farbwiedergabe), Betriebsweise (Zeiten, Anlauf- bzw. Ausfallverhalten usw.) und Energieeffizienz entsprechen.

Fachbegriffe kurz erklärt

Lampen brauchen elektrische Energie (Strom) zum Betrieb. Dazu nehmen sie elektrische Leistung in Watt (W) auf, siehe „**Lampenleistung**“ in der Tabelle. Durch Multiplikation mit der Betriebsdauer in Stunden ergibt sich der Energieverbrauch (kWh). Für den Betrieb von Entladungslampen (Lampen 1 bis 19) sind Vorschaltgeräte und bei einigen Typen Zündgeräte erforderlich, die zusätzlich elektrische Leistung aufnehmen und damit den Energieverbrauch erhöhen. Diese sogenannten Betriebsgeräteverluste werden in der Tabelle nicht berücksichtigt. Effiziente Vorschaltgeräte und Betriebsarten verbessern die Wirtschaftlichkeit von Beleuchtungsanlagen. Die EU-Richtlinie für energiebetriebene Produkte (EuP) und deren Verordnungen fordern einen effizienten Betrieb.

Der **Lichtstrom** ist die in alle Richtungen abgestrahlte Lichtleistung einer Lampe. Er wird in Lumen (lm) gemessen. Wie wirtschaftlich eine Lampe Licht erzeugt, beschreibt ihre **Lichtausbeute**. Sie setzt den Lichtstrom in Relation zur elektrischen Leistung: Lumen/Watt. Je höher das Ver-

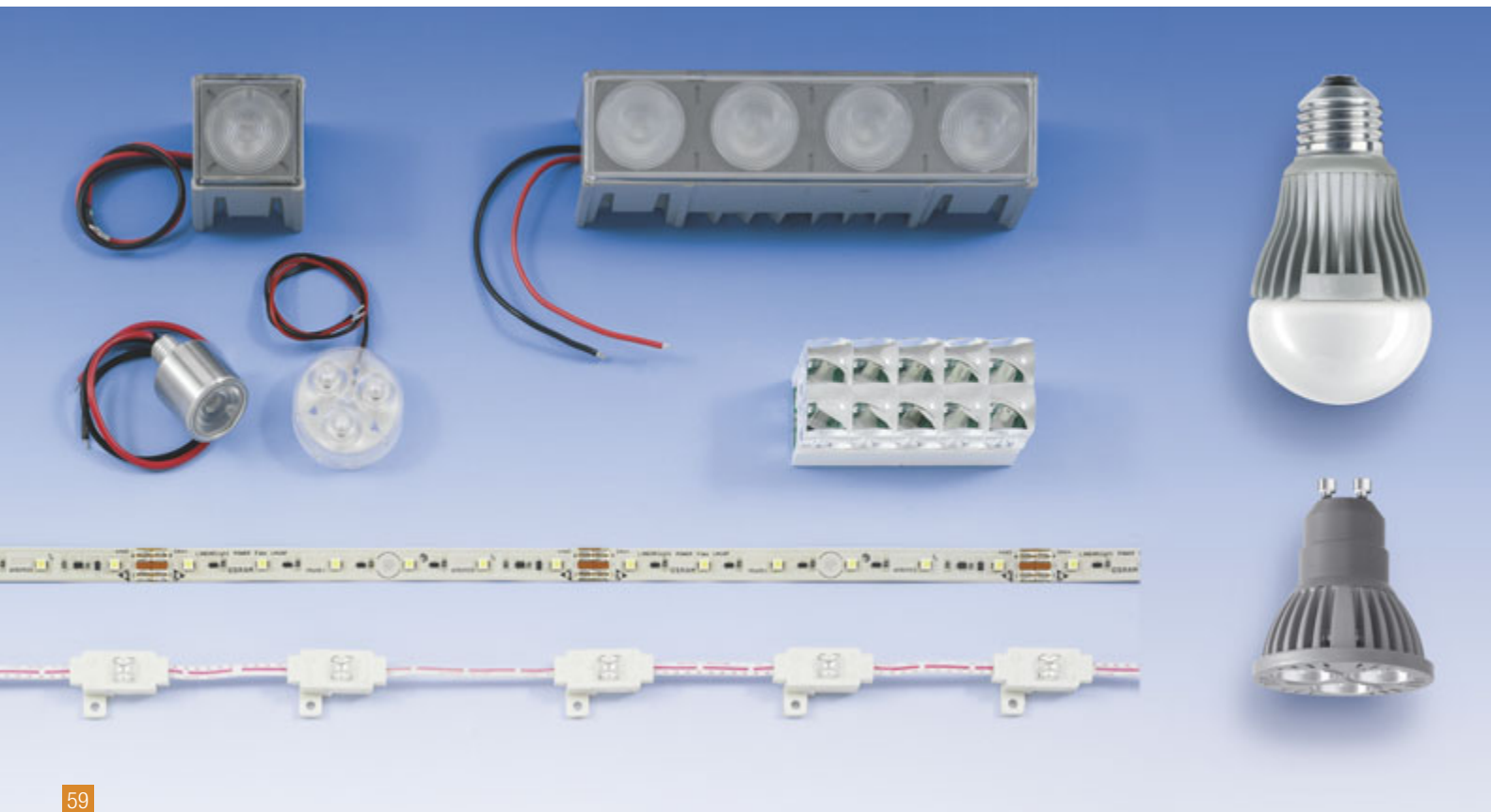
hältnis lm/W, desto besser wandelt eine Lampe die aufgenommene elektrische Leistung in Licht um, desto effizienter ist sie. Bei einigen Lampentypen geben EU-Richtlinien Mindestwerte für die Lampen-Lichtausbeute vor, um den Energieverbrauch zu begrenzen und damit einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten.

Lampen haben unterschiedliche **Lichtfarben**, die von ihrer charakteristischen spektralen Strahlungsverteilung im Bereich des sichtbaren Lichts bestimmt wird. Wenn der Schwerpunkt der Strahlung im roten Bereich liegt, ist die Lichtfarbe Warmweiß (ww), bei höheren Blau-Anteilen entsteht neutralweißes (nw) oder tageslichtweißes (tw) Licht. Die Lichtfarbe innerhalb eines dieser Bereiche wird durch die Farbtemperatur in Kelvin genauer beschrieben.

Die Farbwiedergabe-Eigenschaft von Lampen wird mit dem allgemeinen **Farbwiedergabe-Index R_a** beschrieben, der sich aus bestimmten Einzelfarben zusammensetzt. Der Maximalwert beträgt $R_a = 100$, was perfekte Farbwiedergabe bedeutet. Je niedriger ihr Farbwiedergabe-Index, desto schlechter ist die Farbwiedergabe-Eigenschaft und damit die Lichtqualität einer Lampe.

Leuchtstoff- und Hochdruckentladungslampen geben im Laufe **ihrer Lebensdauer** immer weniger Licht ab. Mit einem Lichtstromrückgang ist früher zu rechnen, wenn statt elektronischer konventionelle Betriebsgeräte eingesetzt werden. Über das „Lebensdauerverhalten von Entladungslampen für die Beleuchtung“ informiert der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie – ZVEI (www.zvei.org).

Wichtig zu wissen: Entladungslampen haben verschiedene Zünd- und Anlaufverhalten. So sind einige – in der Regel zweiseitig gesockelte – Lampentypen heiß wieder zündfähig, andere müssen erst einige Minuten abkühlen, bevor sie wieder gestartet werden können.



59

Der **Socket** stellt die mechanische Verbindung zur Leuchte her, dient also der Stromversorgung der Lampe und der Positionierung in der Leuchte. Je besser das Licht von der Leuchte gelenkt werden kann, desto größer ist deren Wirkungsgrad. Grundsätzlich zu unterscheiden sind Lampensockel zum Schrauben, zum Beispiel alle E-Sockel, und zum Stecken. Die Sockel werden mit einem oder mehreren Buchstaben und einer Ziffernfolge bezeichnet.

Licht emittierende Dioden

LEDs sind Halbleiter. Das Licht wird erzeugt, indem der Halbleiter elektronisch mit Kleinspannung zum Leuchten angeregt wird. Zum Schutz vor Umwelteinflüssen wird jeder Halbleiter in ein Gehäuse eingebracht. Es gibt Einzel-LEDs, LED-Module, LED-Systeme (Leuchte mit LEDs) und LED-Lampen. Im Gegensatz zu herkömmlichen Leuchtmitteln erzeugen LEDs monochromatisches farbiges Licht. Weißes Licht unterschiedlicher Farbtemperaturen (Neutralweiß, Warmweiß) entsteht mittels Lumineszenzkonversion: Das Licht einer monochrom blauen LED wird durch einen gelblichen Konverterstoff wie zum Beispiel Phosphor geleitet.

Ihre Karriere als Lichtquellen starteten farbige LEDs als Status- und Signalanzeigen

in elektronischen Geräten. Es folgten zunächst Anwendungen als Orientierungs- und in der Effektbeleuchtung, heute werden weiße LEDs zunehmend auch für Beleuchtungszwecke eingesetzt. Da das Licht von LEDs keine ultraviolette (UV) und infrarote (IR) Strahlung enthält, eignet es sich gut für die Beleuchtung licht- und wärmeempfindlicher Materialien.

LEDs sind dimmbar. Wenn sie dazu pulsiert werden (PWM), verläuft die Lichtreduktion linear bei stabiler Lichtfarbe. Die Dioden haben mit bis zu 50.000 Betriebsstunden eine äußerst lange Lebensdauer. Sie fallen selten aus, im Gegensatz zu hochwertigen LEDs verlieren günstige Produkte jedoch relativ schnell an Helligkeit.

LEDs sind relativ einfach elektronisch steuerbar. Neben der Dimm-Funktion wird vor allem der dynamische Farbwechsel genutzt: Im RGB-Farbmuster, bei dem rotes, grünes und blaues Licht – auch zu Weiß – gemischt werden, entstehen unzählige Farben. Eine weitere Funktion der Lichtsteuerung ist das Abspielen vorher programmierter Lichtszenen.

Weitergehende Informationen zu LEDs hat die Brancheninitiative licht.de in ihrem Heft licht.wissen 17 zusammengefasst (www.licht.de).

[59] Licht emittierende Dioden (LEDs): Einzel-LEDs (nicht im Bild) werden eher selten eingesetzt, sondern als Module – wie hier gezeigt – verwendet. Die beiden rechts abgebildeten LED-Lampen sind gedacht für den direkten Austausch gegen Glühlampen mit Schraubsockel (oben) und gegen Halogen-Reflektorlampen mit Stecksockel (unten).



60

Lampentyp	Lampenart	Dreibanden Ø 26 mm	Dreibanden Longlife Ø 26 mm	Dreibanden Ø 16 mm hohe Lichtausbeute	Dreibanden Ø 16 mm hoher Lichtstrom	Dreibanden mit Amalgam Ø 16 mm hoher Lichtstrom	Dreibanden 1-, 2- oder 3-Rohrlampe ^(3/4)	Dreibanden gestreckte Bauform ^{¶)}	Dreibanden 4-Rohr lampe und quadra- tische Bauform	Dreibanden 3- oder 4-Rohrlampe	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Merkmale		Stabförmige Leuchtstofflampen					Kompaktleuchtstofflampen				
Lampenleistung (Nennleistung in Watt)	von bis	18 58	18 58	14 35	24 80	24 120	5 70	18 80 ^{§)}	16 36	60 120	
Lichtstrom (Lumen)	von bis	1.350 5.200	1.350 5.200	1.300 3.650	1.900 7.000	1.850 8.850	250 5.200	1.200 6.000	1.100 2.800	4.000 9.000	
Lampen-Lichtausbeute (Lumen / Watt)	von bis	75 ^{¶)} 90 ^{¶)}	75 ^{¶)} 90 ^{¶)}	79 (93) ^{¶)} 93 (104) ^{¶)}	69 (84) ^{¶)} 88 (99) ^{¶)}	72 (76) ^{¶)} 90 (93) ^{¶)}	50 82	67 88	61 78	67 75	
Lichtfarbe		ww, nw, tw	ww, nw, tw	ww, nw, tw	ww, nw, tw	ww, nw, tw	ww, nw, tw	ww, nw, tw	ww, nw, tw	ww, nw	
Farbwiedergabe-Index R _a (zum Teil als Bereich)		80 – 85	80 – 85	80 – 85	80 – 85	80 – 89	80 – 85	80 – 85	80 – 85	80 – 85	
Lebensdauer (in Stunden)	von bis	15.000 20.000	40.000 90.000	20.000 24.000	20.000 24.000	18.000 24.000	5.000 15.000	9.000 15.000	5.000 10.000	20.000	
Socket		G13	G13	G5	G5	G5;	G23; G24; 2G7; GX24 GR14q	2G11; 2GX11	2G10; GR8; GR10q	2G8-1	

Lampen

Zur Tabelle

- ¹⁾ Bei Betrieb mit EVG wird die Lichtausbeute auf 81 bis 100 lm/W gesteigert. Die Leistungsaufnahme der Lampen sinkt von 18 W auf 16 W, von 36 W auf 32 W und von 58 W auf 50 W.
- ²⁾ Hohe Werte bei 35° C Umgebungstemperatur
- ³⁾ Lampen 6.3 und 9 für erweiterten Temperaturbereich
- ⁴⁾ Lampen 6.2 und 7 auch als Spezialausführung für erweiterten Temperaturbereich
- ⁵⁾ 40 W bis 80 W nur mit EVG
- ⁶⁾ Auch in anderen Formen erhältlich

ww = Warmweiß

Farbtemperatur
unter 3.300 K

nw = Neutralweiß

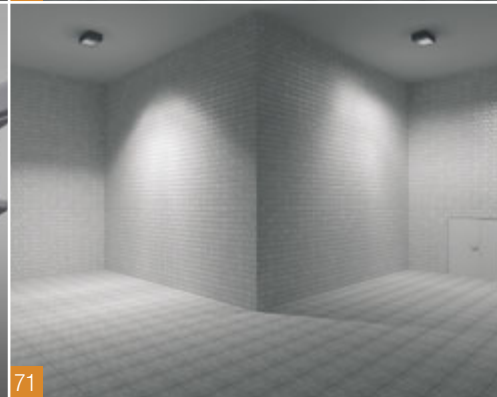
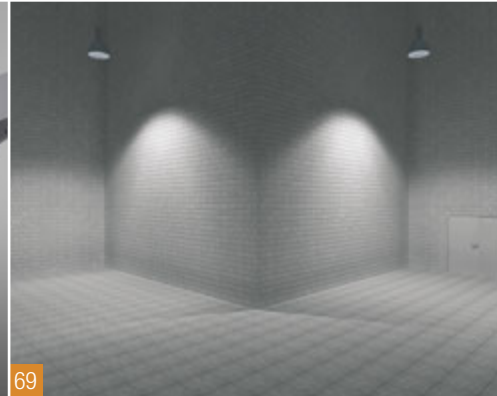
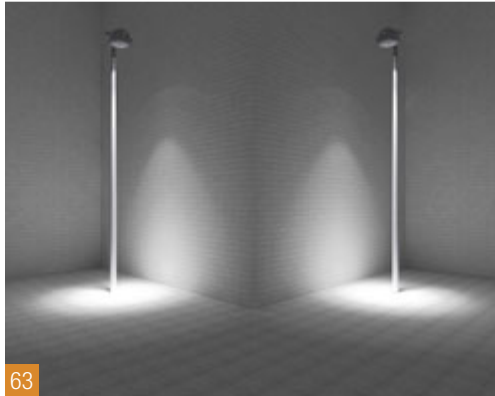
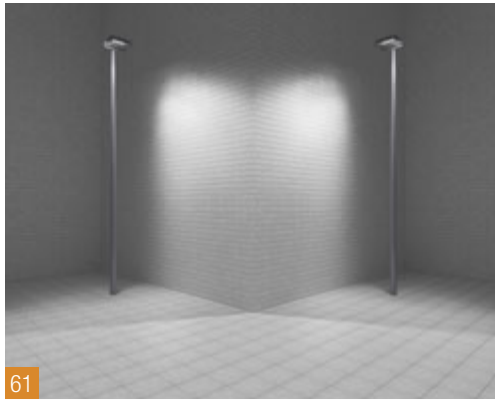
Farbtemperatur
3.300 bis 5.300 K

tw = Tageslichtweiß

Farbtemperatur
über 5.300 K



Einseitig gesockelt mit Keramikbrenner	Zweiseitig gesockelt mit Keramikbrenner	Zweiseitig gesockelt mit Quarzbrenner	Zweiseitig gesockelt mit Quarzbrenner, Kurzbogen	Zweiseitig gesockelt mit Quarzbrenner, Langbogen	Röhrenform (T) in Quarztechnik	Ellipsoidform (E) in Quarztechnik	T- oder E-Form mit Keramikbrenner	E-Form	T-Form	Mit Schraubsockel, Glühlampen-/Röhrenform ⁶⁾	Zweiseitig gesockelt
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Halogen-Metaldampflampen								Na-Hochdruck		Halogenlampen	
20 400	70 250	70 400	1.000 2.000	1.000 2.000	70 2.000	70 1.000	70 250	50 1.000	50 1.000	18 205	48 2.000
1.600 41.500	5.100 25.000	5.500 36.000	90.000 220.000	90.000 230.000	5.800 240.000	4.700 110.000	4.700 26.000	3.500 128.000	4.400 130.000	220 4.200	700 44.000
80 106	73 104	79 90	90 110	90 107	83 120	74 110	80 104	63 139	70 150	12 20	14 22
ww, nw	ww, nw	ww, nw, tw	nw, tw	nw, tw	ww, nw, tw	ww, nw, tw	ww, nw	ww	ww	ww	ww
80 – 96	75 – 95	76 – 93	80 – 90	65-85	65-93	65 – 90	80 – 95	25, 65	25, 65	100	100
9.000 12.000	9.000 12.000	9.000 12.000	4.000 6.000	8.000 12.000	6.000 12.000	9.000 13.000	12.000 32.000	18.000 32.000	18.000 32.000	1.000 2.000	1.500 2.000
G12; G22; GU6.5; GU8.5; GX8.5; PGJ5	Fc2 RX7s	RX7s; Fc2	Kabel, K12s	Kabel K12s	G12; E40	E27 E40	E27 E40	E27 E40	E27 E40	E27 E14	R7s



Leuchten

Der gesamte Beleuchtungskörper inklusive aller für Befestigung, Betrieb und Schutz der Lampe notwendigen Komponenten ist die „Leuchte“. Sie schützt die Lampe, verteilt und lenkt deren Licht, verhindert, dass es blendet.

Die Auswahl der Leuchten wird bestimmt von den lichttechnischen Anforderungen der Beleuchtungsaufgabe, von der Wahl der Lampen dafür sowie von den mechanischen und elektrischen Anforderungen. Auch die Architektur des Raumes und die Gestaltungsabsicht spielen eine Rolle.

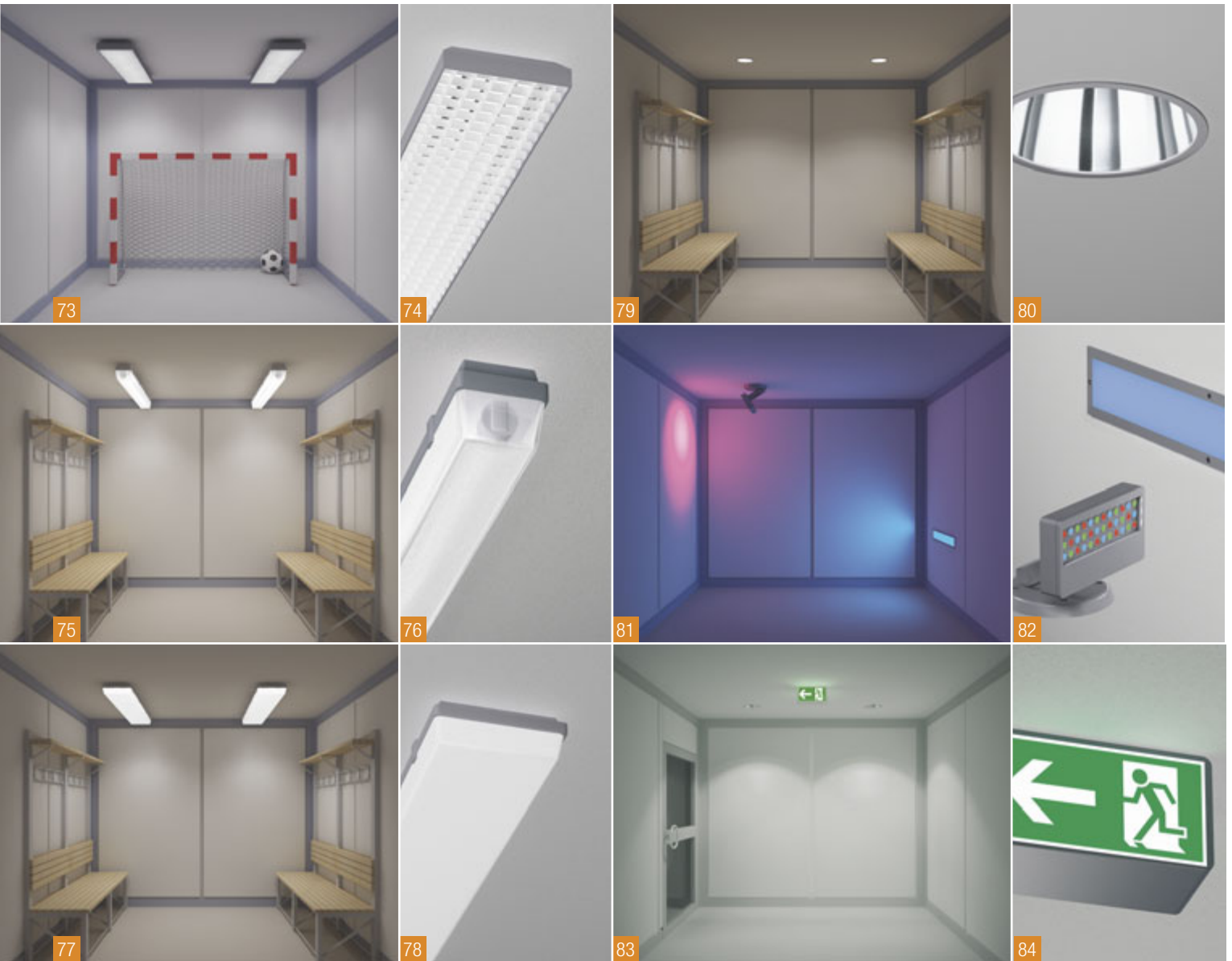
Die Schutzart von Leuchten gewährleistet ihre Betriebssicherheit. Ausgewiesen wird der IP-Code (Ingress Protection) mit zwei Kennziffern. Die erste Kennziffer (1 bis 6) beschreibt den Schutzbereich gegen

das Eindringen von Fremdkörpern, die zweite Kennziffer (1 bis 8) informiert über den Grad des Feuchtigkeitsschutzes. Die höhere Schutzart schließt jeweils die niedrigere mit ein. Ein „X“ steht für „ungeprüft“.

Ballwurfsicher

Leuchten für Sporthallen müssen ballwurfsicher nach DIN VDE 0710-13 sein. Das bedeutet: Auftreffende Bälle dürfen die Leuchte nicht derart beschädigen, dass Leuchtenteile herabfallen.

Die schematisierten, nicht maßstabsgerechten Darstellungen dieser Doppelseite zeigen eine Auswahl typischer Leuchten für Sport- und Freizeitanlagen. Jeweils im linken Bild werden beispielhaft Abstrahlcharakteristik und Lichtwirkung der im rechten Bild dargestellten Leuchten gezeigt.



[61 + 62] Scheinwerfer, asymmetrisch strahlend, für Sportplätze – Scheinwerfer dieser Bauart für Sporthallen sehen genauso aus, sind nur kleiner.

[63 + 64] Scheinwerfer rund, symmetrisch engstrahlend, für Sportplätze

[65 + 66] Scheinwerfer eckig, symmetrisch strahlend, für Sportplätze

[67 + 68] Schwimmbadleuchten für spezielle Niervolt-Halogenlampen (links) und für LEDs (rechts)

[69 + 70] Hallenreflektorleuchte, rotationssymmetrisch strahlend

[71 + 72] Hallentiefstrahler, symmetrisch (links) und asymmetrisch (rechts) strahlend

[73 + 74] Ballwurfsichere Rasterleuchte

[75 + 76] Feuchtraumwannenleuchte

[77 + 78] Opale Wannenleuchte

[79 + 80] Downlights, symmetrisch strahlend

[81 + 82] Akzentleuchte (links) und Orientierungsleuchte (rechts) mit LEDs für farbiges Licht

[83 + 84] Rettungszeichenleuchte

Jedes Heft!

€ 9,-

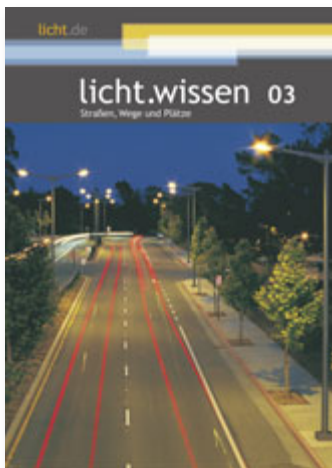
Die Schriftenreihe von licht.de



licht.wissen 01

Die Beleuchtung mit künstlichem Licht

60 Seiten Grundlagen: Heft 01 vermittelt allgemein verständlich und herstellerneutral die Grundlagen moderner Beleuchtungstechnik. Es ist der Auftakt zu insgesamt 18 „licht.wissen“-Heften.



[licht.wissen 03] 40 Seiten öffentliche Außenbeleuchtung: Das Heft erklärt, wie „Sehen und gesehen werden“ funktioniert. Es erläutert die lichttechnischen Grundlagen und zeigt, wie wichtig das Licht für die Sicherheit ist.



[licht.wissen 10] 40 Seiten Not- und Sicherheitsbeleuchtung: Das Heft informiert vor allem über die licht- und elektrotechnischen Anforderungen. Anwendungsbeispiele belegen die Bedeutung für die Sicherheit.



[Heft 11] 48 Seiten gastliches Licht: Zahlreiche Anwendungsbeispiele im Heft belegen den großen Einfluss, den künstliches Licht und Beleuchtungskonzept auf den Geschäftserfolg von Hotellerie und Gastronomie haben.



[Heft 12] 28 Seiten Beleuchtungselektronik: Das Heft erklärt das Zusammenspiel von Lichterzeugung und Elektronik. Es beschreibt, wie Elektronik Energie spart und zugleich die Beleuchtungsqualität verbessert.

licht.wissen – per Post oder als kostenfreie PDF-Datei (Download) unter www.licht.de/lichtwissen

01* Die Beleuchtung mit künstlichem Licht (2008)

02* Gutes Licht für Schulen und Bildungsstätten (2003)

03* Straßen, Wege und Plätze (2007)

04* Gutes Licht für Büros und Verwaltungsgebäude (2003)

05* Industrie und Handwerk (2009)

06* Gutes Licht für Verkauf und Präsentation (2002)

07* Gutes Licht im Gesundheitswesen (2004)

08* Sport und Freizeit (2009)

09 Repräsentative Lichtgestaltung (1997)

10* Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung (2008)

11* Gutes Licht für Hotellerie und Gastronomie (2005)

12* Beleuchtungsqualität mit Elektronik (2003)

13* Arbeitsplätze im Freien (2007)

14* Ideen für Gutes Licht zum Wohnen (2009)

15* Gute Beleuchtung rund ums Haus (2009)

16* Stadtmarketing mit Licht (2002)

17* LED – Licht aus der Leuchtdiode (2005)

18* Gutes Licht für Museen, Galerien, Ausstellungen (2006)

* available in English as pdf-file, download free of charge at www.all-about-light.org

Alles über Beleuchtung!

Herstellernerneutrale Informationen

licht.de informiert über die Vorteile guter Beleuchtung. Die Brancheninitiative hält zu allen Fragen des künstlichen Lichts und seiner richtigen Anwendung umfangreiches Informationsmaterial bereit. Die Informationen sind herstellerneutral und basieren auf den einschlägigen technischen Regelwerken nach DIN und VDE.

licht.wissen

Die Hefte 1 bis 18 der Schriftenreihe licht.wissen (bisher: Informationen zur Lichtanwendung) helfen allen, die auf dem Gebiet der Beleuchtung planen, Entscheidungen treffen und investieren, Grundkenntnisse zu erwerben. Damit wird die Zusammenarbeit mit Fachleuten der Licht- und Elektrotechnik erleichtert. Alle lichttechnischen Aussagen sind grundsätzlicher Art.

licht.forum

licht.forum behandelt aktuelle Fragen der Lichtenanwendung und stellt Beleuchtungstrends vor. Diese kompakten Fachinformationen erscheinen in loser Folge.

www.licht.de

Die Brancheninitiative präsentiert ihr Lichtwissen im Internet unter www.licht.de. Beleuchtungsbeispiele in den Rubriken „Licht für Zuhause“ und „Licht für Profis“ geben praxisorientierte Tipps für private und professionelle Lichtenwendungen.

„Licht-Know-how“ bündelt Erläuterungen lichttechnischer Begriffe. Eine Datenbank mit umfangreichen Produktübersichten, Liefermatrix sowie den Adressdaten der licht.de-Mitgliedsunternehmen weist den direkten Weg zum Hersteller und seinen Produkten. „Info und Service“ ergänzen das Angebot mit einem Online-Shop mit gedruckten Publikationen und Downloads, Linktipps zu „Licht im Web“, FAQs und einem umfangreichen Lichtlexikon.



Impressum

Herausgeber

licht.de

Fördergemeinschaft Gutes Licht

Lyoner Straße 9, 60528 Frankfurt am Main,

Tel. 069 6302-353, Fax 069 6302-400

licht.de@zvei.org, www.licht.de

Redaktion, Gestaltung und Realisation:

rfw. kommunikation, Darmstadt

Druck

Holtz Druck, Neudrossenfeld

ISBN-Nr. Druckausgabe 978-3-926193-52-0

ISBN-Nr. PDF-Ausgabe 978-3-926193-53-7

01/10/25/8V

Berücksichtigt wurden die bei Herausgabe gültigen DIN-Normen (Bezug: Beuth Verlag, Berlin) und VDE-Vorschriften (Bezug: VDE-Verlag, Berlin).

Der komplette oder auszugsweise Nachdruck von licht.wissen 08 ist mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

Bildnachweis

Bildnummern Rückseite:

		85	
86	87	88	
89	90	91	

Bilder

Titel, 12, 13, 21, 22, 37 Blitzwerk, Mühlthal • 3, 35

F. A. Rümmele, Alfter • 6 B. Friese, Pforzheim • 14, 15,

24 Frank Mühlbauer, Licht-Ton-Datenkommunikation

GmbH, Usingen • picture-alliance: 19 (15429409),

30 (12567388, Sven Simon), 40 (13144712) • 23

Andreas Kelm, Darmstadt • 26 Lars Hagen, elemental-

SPORTS / DESGphoto, Berlin • 48, 56 Grote + Laleicke,

Lemgo • 59, 60 Blitzwerk, Mühlthal und LSD, Darmstadt

• 61 bis 84 JARO-Medien, Mönchengladbach

Alle anderen Bilder und Grafiken wurden von licht.de-Mitgliedsunternehmen zur Verfügung gestellt oder im Auftrag von licht.de angefertigt.

licht.wissen 08
Sport und Freizeit



licht.de

Förderungsgemeinschaft Gutes Licht
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt am Main
Germany
Tel. +49 (0)69 63 02-353
Fax +49 (0)69 63 02-400
licht.de@zvei.org
www.licht.de