

Deutsche Gesellschaft
für das Badewesen e. V.

**DGfdB R 66.01
- Entwurf -**

Technischer Ausschuss
AK Elektrotechnik

Die Einspruchsfrist läuft bis zum 1. März 2024

Diese Richtlinie ersetzt die Richtlinie DGfdB R 66.01
„Beleuchtungsanlagen in Bädern“, Februar 2018.

Entwurf

Beleuchtungsanlagen in Bädern

Fassung
Januar 2024

Beleuchtungsanlagen in Bädern

DGfdB R 66.01

Beleuchtungsanlagen in Bädern

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Vorbemerkungen | 2 |
| 2 | Geltungsbereich | 2 |
| 3 | Begriffsbestimmungen | 2 |
| 4 | Normative Verweise | 2 |
| 5 | Allgemeine Grundlagen | 3 |
| 6 | Anforderungen an die Beleuchtung | 3 |
| 6.1 | Beleuchtungskonzepte | 3 |
| 6.1.1 | Lichttechnische Gütemerkmale | 3 |
| 6.1.2 | Beleuchtungsstärke (E) | 3 |
| 6.1.3 | Wartungsfaktor | 4 |
| 6.1.4 | Gleichmäßigkeit..... | 5 |
| 6.2 | Leuchtdichte | 5 |
| 6.3 | Begrenzung der Blendung | 5 |
| 6.3.1 | Direktblendung | 5 |
| 6.3.2 | Reflexionsblendung | 5 |
| 6.3.3 | UGR-Wert | 5 |
| 6.4 | Lichtrichtung und Schattigkeit | 5 |
| 6.5 | Lichtfarbe und Farbwiedergabe | 5 |
| 7 | Planung von Beleuchtungsanlagen | 6 |
| 7.1 | Anforderungen | 6 |
| 7.2 | Notwendige lichttechnische Güte | 6 |
| 8 | Anforderungen an Unterwasserbeleuchtung | 6 |
| 8.1 | Allgemeines | 6 |
| 8.2 | Ausführung der Unterwasserbeleuchtung | 6 |
| 8.3 | Elektrischer Anschluss der Unterwasserscheinwerfer | 7 |
| 9 | Anforderungen an die Sicherheitsbeleuchtung | 7 |
| 10 | Verkehrsflächen | 7 |
| 11 | Anforderung an die Außenbeleuchtung..... | 7 |
| 12 | Anforderungen an Ausführung und Betrieb | 7 |
| 12.1 | Auswahl der Leuchten | 8 |
| 12.2 | Anbringung der Leuchten..... | 8 |
| 12.3 | Instandhaltung | 8 |
| 12.4 | Leuchtmitteltausch | 8 |
| 12.5 | Wirtschaftlichkeit von Beleuchtungsanlagen | 9 |
| 12.6 | Lichtsteuerung/-regelung | 9 |
| 12.7 | Managementbedienebene (Gebäudeleittechnik) | 9 |
| 13 | Besondere Hinweise für die Umrüstung von Beleuchtungsanlagen | 9 |
| 13.1 | Gründe für die Umrüstung von Beleuchtungsanlagen..... | 9 |
| 13.2 | Erstellung einer Gesamtplanung | 10 |
| 14 | Literatur | 10 |

1 Vorbemerkungen

Mit dieser Richtlinie sollen Planerinnen/Planer, Ausführende und Betreiberinnen/Betreiber einen Überblick über die Anforderungen an die zu beachtenden Regeln der Technik für Beleuchtungsanlagen in öffentlichen Schwimmbädern erhalten.

2 Geltungsbereich

Diese Richtlinie gilt für Beleuchtungsanlagen in Schwimmbädern der Typen 1 und 2.

3 Begriffsbestimmungen

Schwimmbad Typ 1

Schwimmbad, bei dem die mit Wasser verbundenen Aktivitäten das Hauptangebot sind (z. B. kommunale Schwimmbäder, Freizeitbäder, Aqua-Parks) und dessen Nutzung „öffentlich“ ist

Schwimmbad Typ 2

Schwimmbad, das ein Zusatzangebot zum hauptsächlichen Angebot ist (z. B. Hotelschwimmbäder, Campingschwimmbäder, Clubschwimmbäder, therapeutische Schwimmbäder) und dessen Nutzung „öffentlich“ ist

Öffentliche Nutzung

Nutzung eines Schwimmbades, das für alle oder eine bestimmte Gruppe von Nutzerinnen/Nutzern (z. B. Hotelgäste, Vereinsmitglieder) zugänglich und das nicht ausschließlich für Familie und Gäste der Eigentümerin/des Eigentümers, der Besitzerin/des Besitzers, der Betreiberin/des Betreibers bestimmt ist; unabhängig von der Zahlung eines Eintrittsgeldes.

Private Nutzung

Nutzung eines Schwimmbades ausschließlich durch die Familie und Gäste der Eigentümerin/des Eigentümers, der Besitzerin/des Besitzers, der Betreiberin/des Betreibers.

Beleuchtung

Beleuchtung im Sinne dieser Richtlinie ist tagesunabhängige Beleuchtung.

Beleuchtungsstärke

Die Beleuchtungsstärke E (Maßeinheit Lux bzw. lx) gibt an, welche Lichtmenge auf eine festgelegte Fläche auftrifft. Die Beleuchtungsstärke von 1 Lux wird erreicht, wenn eine Fläche von einem Quadratmeter durch einen Lichtstrom von 1 Lumen gleichmäßig ausgeleuchtet wird.

Wartungsfaktor

Wert, unter den die mittlere Beleuchtungsstärke auf einer bestimmten Fläche nicht sinken darf

Nennbeleuchtungsstärke

Die Nennbeleuchtungsstärke ist die mittlere Beleuchtungsstärke der Arbeitsstätte oder der einer bestimmten Tätigkeit dienenden Raumzone einer Arbeitsstätte, für die die Beleuchtungseinrichtung ausgelegt ist. Sie bezieht sich auf den mittleren Alterungszustand der Beleuchtungseinrichtung. Die Nennbeleuchtungsstärke bezieht sich im Allgemeinen auf horizontale, in Sonderfällen auch auf vertikale Arbeitsflächen.

Lichtstrom

Der Lichtstrom Φ (Maßeinheit Lumen bzw. lm) gibt die von einer Lampe in allen Richtungen abgestrahlte Lichtleistung im sichtbaren Bereich an.

Leuchtdichte

Die Leuchtdichte L ist das Maß für den Helligkeitseindruck, den das Auge von einer leuchtenden oder beleuchteten Fläche hat. Die Leuchtdichte wird in Candela pro Flächeneinheit (cd/m^2) gemessen.

LED (Light Emitting Diode)

Eine Leuchtdiode (LED, dt. lichtemittierende Diode, auch Lumineszenz-Diode) ist ein lichtemittierendes Halbleiter-Bauelement, dessen elektrische Eigenschaften denen einer Diode entsprechen.

Klemmstelle

Verbindung von unterschiedlichen Kabeltypen und Querschnitten (z. B. starr/flexibel)

Managementbedienebene (GLT)

Sie besteht aus der Feldebene als Sockel, der Automations-ebene in der Verknüpfung und der Managementbedienebene als Bedienelement.

4 Normative Verweise

GEG-Gebäudeenergiegesetz 1. Nov. 2020

EG 245/2009/EG zu Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Nicht-Haushaltslampen mit ungebündeltem Licht und zugehörige Leuchten und Vorschaltgeräte

EG 244/2009/EG zu Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Haushaltslampen mit ungebündeltem Licht
ASR A 2.3 „Technische Regeln für Arbeitsstätten; Fluchtwege und Notausgänge, Flucht- und Rettungsplan“

ASR A 3.4 „Technische Regeln für Arbeitsstätten; Beleuchtung“
DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“
DIN EN 12464-1: „Licht und Beleuchtung von Arbeitsstätten Teil 1: Arbeitsplätzen in Innenräumen, 06/2019“
DIN EN 12464-2: „Licht und Beleuchtung von Arbeitsstätten“ Teil 2: Arbeitsplätze im Freien, 05/2014
DIN EN 12193: „Sportstättenbeleuchtung“ 07/2019
DIN EN 50172 VDE 0108-100 „Sicherheitsbeleuchtungsanlagen“
DIN VDE 0100-560 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Elektrische Anlagen für Sicherheitszwecke“
DIN VDE 0100-703 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Räume und Kabinen mit Saunaheizungen“
DIN VDE 0100-718 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Bauliche Anlagen für Menschenansammlungen“

5 Allgemeine Grundlagen

Schwimmbäder dienen dem Baden und Schwimmen, dem Schul- und Schwimmsport sowie der Freizeitgestaltung. Da der Badebetrieb zu allen Jahreszeiten von den frühen Morgenstunden bis in die späten Abend- und auch Nachtstunden stattfindet, ist eine tageslichtunabhängige Beleuchtung erforderlich. Die Auslegung der Beleuchtung hat nach den jeweils erforderlichen Sehaufgaben zu erfolgen. Auf die in Schwimmbädern erhöhten Anforderungen an den Korrosionsschutz ist zu achten.

Die Auswahl des Leuchtmittels ist ein wesentlicher Faktor bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Beleuchtungsanlagen. Insbesondere die unterschiedliche Lebensdauer sowie die damit verbundenen Ersatz- und Auswechsellkosten, die Lichtausbeute und das Lichtstromverhalten haben einen maßgeblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. Die Lebensdauer eines Leuchtmittels ist von der Lampenbauart, ggf. dem verwendeten Vorschaltgerät und der Betriebsart, abhängig.

6 Anforderungen an die Beleuchtung

Die Anforderungen an die Beleuchtung beziehen sich auf die nachfolgend beschriebenen lichttechnischen Gütemerkmale.

6.1 Beleuchtungskonzepte

Bei der Beleuchtung unterscheidet man vier Beleuchtungskonzepte:

- Raumbezogene Beleuchtung
- Arbeitsbereichsbezogene Beleuchtung
- Teilflächenbezogene Beleuchtung
- Beleuchtung in Außenbereichen

6.1.1 Lichttechnische Gütemerkmale

Um die Anforderungen an eine Beleuchtungsanlage optimal zu erfüllen, müssen die lichttechnischen Gütemerkmale beachtet werden. Es sind dies insbesondere:

- Leuchtdichteverteilung
- Beleuchtungsstärke
- Blendungsbegrenzung
- Lichtrichtung und Schattigkeit
- Lichtfarbe und Farbwiedergabe
- Reflexion

6.1.2 Beleuchtungsstärke (E)

In den Normen werden die angegebenen Nennbeleuchtungsstärken einer bestimmten Raumart oder Tätigkeit zugeordnet; sie beziehen sich auf die Schwierigkeit der Sehaufgabe. Da die Lichtverteilung einer Beleuchtungsanlage nicht gleichmäßig erfolgt, werden in den Verordnungen, Regeln und Normen die mittleren Beleuchtungsstärkewerte angegeben; dazu sind bestimmte Werte für die „Gleichmäßigkeit“ der Beleuchtung einzuhalten.

Die empfohlene Beleuchtungsstärke ist gemäß den in der DIN EN 12464-1 angegebenen Werten zu wählen und darf unabhängig vom Alter und Zustand der Beleuchtungsanlage nicht unter den angegebenen Wert fallen. Diese Werte der Beleuchtungsstärke sind Wertungswerte. Wertungswert = Mindestwert der Beleuchtungsstärke.

Folgende Beleuchtungsstärken sind erforderlich:

| | |
|----------------------------|--------|
| Verkehrswege | 100 lx |
| Umkleieräume, Sanitärräume | 200 lx |
| Technikräume | 200 lx |
| Sanitätsräume | 500 lx |

Für den Wettkampfsport werden nach DIN EN 12464-1 folgende Beleuchtungsklassen unterschieden:

- I Internationale/nationale Hochleistungswettkämpfe mit großen Zuschauerzahlen sowie Hochleistungstraining
- II Regionale/örtliche Wettkämpfe auf mittlerem Niveau mit Zuschauerbeteiligung sowie Leistungstraining
- III Einfache örtliche- und Vereinswettkämpfe ohne Zuschauerbeteiligung sowie allgemeiner Trainings-, Schul- und Freizeitsport

Es gilt:

- Beleuchtungsklasse I 500 lx
- Beleuchtungsklasse II 300 lx
- Beleuchtungsklasse III 200 lx

Die World Aquatics bzw. der Deutsche Schwimmverband (DSV) unterscheiden für den Wettkampfsport folgende Anforderungsklassen:

Kategorie A für höchste Anforderungen

Internationale Wettkämpfe von World Aquatics und LEN sowie Deutsche Meisterschaften mit Qualifikation für Olympia-, World Aquatics- und LEN-Wettkämpfe

Kategorie B für hohe Anforderungen

Nationale amtliche Wettkämpfe des DSV und seiner Landes-schwimmverbände

Kategorie C für mittlere Anforderungen

Weitere amtliche Wettkämpfe des DSV und seiner Landes-schwimmverbände

Kategorie D für nachgeordnete Anforderungen

Regionale amtliche Wettkämpfe

Für Wettkämpfe nach diesen Kategorien gilt zusätzlich:

Schwimmerbecken der Kategorie „A“

Die Beleuchtungsstärke muss über dem ganzen Becken nach World Aquatics mindestens 1500 lx betragen.

Schwimmerbecken der Kategorien „B“ bis „D“

Die Beleuchtungsstärke über den Start- und Wendebereichen sowie über einem Wasserballspielfeld beträgt mindestens 600 lx. Diese Werte werden für den Wettkampfbetrieb gefordert. Im Trainingsbetrieb kann die Beleuchtungsstärke auf 200 lx verringert werden.

Anmerkung:

Die Werte der Beleuchtungsstärke für Wettkampfschwimmen, Wasserball und Wasserspringen sind innerhalb der jeweiligen Beleuchtungsklassen gleich. Sie sind Wartungsfaktoren der Nennbeleuchtungsstärken.

Die Beleuchtungsanlage sollte mit einem alle Einflüsse berücksichtigenden Wartungsfaktor geplant werden, der für die vorgesehene Beleuchtungseinrichtung, die räumliche Umgebung und den festgelegten Wartungsplan errechnet wurde. Die Fachplaner/innen müssen u. a. den Wartungsfak-

tor angeben sowie einen umfassenden Wartungsplan erstellen.

Die Anordnung der Leuchten sollte möglichst parallel zu den Längsseiten, nicht über der Wasserfläche erfolgen. Grundsätzlich ist eine sichere und wirtschaftliche Zugänglichkeit zur Instandhaltung (Lampenwechsel) sicherzustellen.

Im Sprungbereich sowie an Start und Wende empfiehlt sich eine Zusatzbeleuchtung zur Anhebung der Beleuchtungsstärke um ca. 30 %. Bei Flutlichtanlagen für Sportbecken in Freibädern soll die Lichtpunkthöhe nicht niedriger als die Beckenbreite sein, um die Blendung der Zuschauer zu begrenzen. Ferner wird hier ggf. eine zusätzliche Beleuchtung der Umgänge erforderlich. Sofern für Wettkämpfe Fernsehübertragungen vorgesehen werden, sind die Anforderungen in der DIN EN 12193, Abschnitt 5.3, zu beachten.

6.1.3 Wartungsfaktor

Die Beleuchtungsstärke einer Beleuchtungsanlage muss zum Zeitpunkt des Einbaus höher angesetzt werden als die erforderliche Nennbeleuchtungsstärke am Einsatzort, damit diese bis zum Ende der mittleren Lebensdauer erhalten bleibt. Zur Berechnung der Beleuchtungsstärke wird der Wartungsfaktor (WF) herangezogen.

Der Neuwert wird wie folgt berechnet:

$$\text{Neuwert (lx)} = \text{Wartungswert (lx)} / \text{WF}$$

Nach der Norm EN 12464 wird der Wartungswert der Beleuchtungsstärke definiert als derjenige Wert, unter den die mittlere Beleuchtungsstärke auf einer bestimmten Fläche nicht absinken darf.

Wartungswert = Mindestwert der Beleuchtungsstärke

Der Wartungsfaktor WF ergibt sich aus:

$$\text{WF} = \text{WF}_{\text{LM}} \times \text{WF}_{\text{LMT}} \times \text{WF}_{\text{LEU}} \times \text{WF}_{\text{R}}$$

| | |
|-------------------|---------------------------------|
| WF _{LM} | Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor |
| WF _{LMT} | Lampenausfall-Wartungsfaktor |
| WF _{LEU} | Leuchten-Wartungsfaktor |
| WF _R | Raum-Wartungsfaktor |

Dabei ist der Lampenlichtstrom-Wartungsfaktor (WF_{LM}) den spezifischen Leuchtendaten des Herstellers (Leuchten-Datenblatt) zu entnehmen.

Bei LED-Leuchten ist eine generelle Aussage zum Wartungsfaktor nicht möglich. Jede LED-Leuchte hat in der Praxis ihren eigenen spezifischen Wartungsfaktor. Das macht es derzeit unmöglich, einen allgemeingültigen Wert zu definieren. Daher sind die Hersteller dazu übergegangen, praktisch handhabbare Wartungsfaktortabellen zu veröffentlichen.

6.1.4 Gleichmäßigkeit

Die Gleichmäßigkeit der Beleuchtungsstärke wird durch das Verhältnis der kleinsten Beleuchtungsstärke zur mittleren Beleuchtungsstärke auf einer Fläche dargestellt.

Dabei gilt: $g_1 = E_{\min}/E_m$

g_1 Gleichmäßigkeit

E_m die mittlere Beleuchtungsstärke, d. h. das arithmetische Mittel der Beleuchtungsstärken in einem Raum oder der einer bestimmten Tätigkeit dienenden Raumzone

E_{\min} die kleinste Beleuchtungsstärke, in einem Raum oder der einer bestimmten Tätigkeit dienenden Raumzone

In der DIN EN 12193 wird g_1 beim Sportbetrieb in Hallen- und Freibädern für alle Sportarten in den Beleuchtungsklassen I und II mit 0,7 und in der Beleuchtungsklasse III mit 0,5 angegeben.

6.2 Leuchtdichte

Für gute Sehbedingungen ist ein ausgewogenes Verhältnis der Leuchtdichten im Gesichtsfeld erforderlich. Für die Beleuchtung von Schwimmhallen wird dies durch eine Aufhellung der Raumbegrenzungsflächen erreicht. Der mittlere Reflexionsgrad soll bei den Decken 0,6 bis 0,9, bei den Wänden 0,3 bis 0,8 und beim Boden 0,1 bis 0,5 betragen. Die Raumbegrenzungsflächen sollen möglichst matt sein, damit störende Reflexionen vermieden werden. Bei baulichen Veränderungen der Räume (Flächen) sind die Auswirkungen auf die Beleuchtungsstärke zu beachten.

6.3 Begrenzung der Blendung

Blendung entsteht durch zu hohe Leuchtdichten und zu große Leuchtdichteunterschiede im Gesichtsfeld. Im Allgemeinen gilt, je schwieriger die Sehaufgabe ist, desto stärker muss auf die Vermeidung von Direktblendung geachtet werden.

6.3.1 Direktblendung

Direktblendung ist die Blendung, die unmittelbar durch Leuchten oder z. B. leuchtende Decken hervorgerufen wird. Eine Verminderung ist möglich durch:

- die Wahl der Leuchten, z. B. Flächenleuchten mit Leucht-

- stofflampen statt punktförmiger Beleuchtung (Strahler),
- die richtige Anordnung der Leuchten,
- Leuchten mit geeigneter Lichtstärkeverteilung oder
- Blendraster u. ä.

6.3.2 Reflexionsblendung

Reflexionsblendung ist die Blendung, die durch Spiegelung hoher Leuchtdichten auf glänzenden Oberflächen, z. B. auf der Wasseroberfläche, verursacht wird. Eine Verminderung ist wie in 6.3.1 beschrieben und durch eine Unterwasserbeleuchtung möglich.

6.3.3 UGR-Wert

Der UGR-Wert beschreibt die Blendung der gesamten Beleuchtungsanlage in einem Raum. Die Mindestanforderungen an die Blendung findet man in der DIN EN 12464-1 und wird auf einer Skala vom Wert 10 bis 30 dargestellt (wenig 10 bis stark 30) z. B.:

- UGR-Wert 19 für Büroarbeiten
- UGR-Wert 22 für Kassen und Schalter und Eingangshallen
- UGR-Wert 25 für Umkleide- und Waschräume, Toiletten, Bäder

Dies ist eine unvollständige Auflistung aus der o.g. Norm. Dieser Wert entscheidet über das Wohlbefinden von Personen in einem künstlich beleuchteten Raum z. B. Schwimmhalle.

6.4 Lichtrichtung und Schattigkeit

Das Erkennen der Körperlichkeit eines Gegenstandes und seiner Oberflächenbeschaffenheit wird durch die Schatten wesentlich unterstützt. Die Beleuchtung von Schwimmhallen soll deshalb in der Regel nicht zu schattenarm sein, dies ist besonders bei der Beleuchtung von Sportbecken zu beachten.

Dies bedingt:

- mäßige Schattenhärte
- Vermeidung starker Schlagschatten
- weiche Schattenränder

6.5 Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Die Farbwiedergabeeigenschaften von Leuchtmitteln beschreiben deren Fähigkeit, Farben der Umgebung möglichst wirklichkeitsgetreu wiederzugeben. Zur Kennzeichnung wird der Farbwiedergabeindex R_a verwendet. Der höchstmögliche Farbwiedergabeindex ist 100 und wird mit geringerer Farbwiedergabequalität kleiner.

Farbwiedergabeindex z. B.:

- Ra zwischen 90 und 100: LED, Mehrbanden - Leuchtstofflampen, ausgezeichnete Farbwiedergabeeigenschaften
- Ra zwischen 80 und 90: LED, Kompakt - Leuchtstofflampen, gute Farbwiedergabeeigenschaften
- Ra zwischen 60 und 80: mittlere Farbwiedergabeeigenschaften
- Ra kleiner 60: mangelhafte Farbwiedergabeeigenschaften

Die Lichtfarbe eines Leuchtmittels bezieht sich auf die wahrgenommene Farbe des abgestrahlten Lichtes. Nach DIN EN 12464-1 (Tabelle 6) werden verschiedene Lichtfarben unterschieden. Die Farbtemperatur wird in Kelvin gemessen.

| Lichtfarbe | Farbtemperatur |
|---------------------|----------------------------|
| Warmweiß (ww) | unter 3300 K |
| Neutralweiß (nw) | 3300 und 5300 K |
| Tageslichtweiß (tw) | Farbtemperatur über 5300 K |

Für Schwimmbäder sind folgende Leuchtmittel besonders geeignet:

- LED-Lampen
- Halogen-Metaldampflampen, Verwendung nur im Bestand
- Leuchtstofflampen (warmweiß), Verwendung nur im Bestand

In Freizeitbädern sind die Leuchtmittel auf die jeweiligen Aktionsbereiche abzustimmen.

7 Planung von Beleuchtungsanlagen

7.1 Anforderungen

Das Thema Nachhaltigkeit ist in der Planung der Beleuchtung zu beachten, dies zeigt sich auch im Gebäudeenergiegesetz (GEG). Im Bereich der Beleuchtung soll dies durch die Installation einer „Tageslichtabhängigen Beleuchtungssteuerung“ oder die Nutzung von Präsenzmeldern erreicht werden.

Bei der Planung von Beleuchtungsanlagen sind zunächst die Anforderungen und Gegebenheiten des zu planenden Raums bzw. des Objekts festzustellen. Die Beleuchtungsplanung sollte auf der Basis einer verbindlichen Einrichtungsplanung erfolgen, denn nur so sind optimale Lösungen möglich.

7.2 Notwendige lichttechnische Güte

Im nächsten Planungsschritt sind die sich aus der Art der Raumnutzung ergebenden notwendigen lichttechnischen Gütemerkmale zu ermitteln.

Es handelt sich dabei um:

- Leuchtdichtevertelung entsprechend DIN EN 12464-1
- Beleuchtungsstärke
- Blendungsbegrenzung
- Lichtfarbe nach DIN EN 12464-1
- Farbwiedergabe nach DIN EN 12464-1

8 Anforderungen an Unterwasserbeleuchtung

8.1 Allgemeines

LED-Leuchten sind für die Errichtung der Unterwasserbeleuchtung anzuwenden. Hierbei sollten die gestalterischen, energetischen und wirtschaftlichen Überlegungen der LED-Technik genutzt werden. Eine unabhängige Wirtschaftlichkeitsberechnung wird empfohlen.

8.2 Ausführung der Unterwasserbeleuchtung

Wenn eine Unterwasserbeleuchtung installiert wird und ohne die Beleuchtung der Schwimmhalle zum Einsatz kommen soll, muss sie so ausgelegt sein und installiert werden, dass eine Sicht auf den Beckenboden und damit die Möglichkeit der Wasseraufsicht gegeben ist. Die Beleuchtungsstärke muss dann so bemessen sein, dass eine in der Mitte des jeweiligen Beckens am Beckenboden liegende Person deutlich sichtbar ist. Dabei ist auch die Lichtfarbe von Bedeutung; rotes Licht ist für diesen Fall z. B. ungünstig.

Wenn ein computergestütztes Ertrinkenden-Erkennungssystem zum Einsatz kommt, müssen Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe nach Herstellerfordernis installiert werden. Das ist wichtig, damit die Kameras des Systems ausreichende Daten für eine Erkennung aufnehmen und auswerten können.

Um eine gleichmäßige Leuchtdichtevertelung, und daraus resultierend, gleichmäßige Leuchtdichtekontraste zu erzielen, müssen die Einbautiefe und der Achsabstand abhängig vom Leuchtentyp festgelegt werden. Die Unterwasserbeleuchtung bringt für den Badebetrieb folgende Vorteile:

- Die gleichmäßige Ausleuchtung des Beckens ohne Hell-Dunkel-Zonen wird verbessert.
- Beckenwände und insbesondere der Beckenboden sind besser erkennbar.
- Reflexionsblendung (vgl. auch 6.3.2) wird vermindert.
- Fernseh-, Foto- und Filmaufnahmen sind auch unter Wasser möglich.

Unterwasserscheinwerfer, in der Regel mit Halogen-Metaldampflampen, Halogenlampen oder LED-Lampen bestückt, werden in korrosionsbeständigen Scheinwerfergehäusen unter Verwendung einer zusätzlichen, druckwasserfesten Dich-

tung zur Wasserseite hin bündig mit der Beckenwand eingebaut, wobei eine leichte Wölbung der Glasscheibe zulässig ist. Unterwasserscheinwerfer müssen trittsicher ausgeführt werden.

Die Einbautiefe der Scheinwerfer (Lampenachse) soll bei kleinen Schwimmbecken ca. 0,6 m, bei Sportbecken ca. 1 m unter dem Normalwasserspiegel liegen. Die Abstände der Scheinwerfer voneinander sollten kleiner als 2,80 m sein. Die Einbautiefe von Unterwasserscheinwerfern in Sprungbecken ist entsprechend der Wassertiefe anzupassen, ggf. durch eine zweite Scheinwerferebene.

Bei Vorhandensein einer Netzersatzanlage (z. B. Diesel-Aggregat) wird empfohlen, die Unterwasserbeleuchtung bei einem Netzausfall vom Aggregat aus mitzuversorgen.

8.3 Elektrischer Anschluss der Unterwasserscheinwerfer

Die Kabel der Unterwasserleuchten, zumindest der Teil, der ständig dem Chlorwasser ausgesetzt ist, sind sehr hohen Beanspruchungen ausgesetzt. Scheinwerferanschlusskabel sind als Verschleißteile anzusehen. Sie müssen deshalb jederzeit austauschbar sein, ggf. zusammen mit dem gesamten Scheinwerfer.

Um diese Kabel problemlos wechseln zu können, sind folgende Punkte bei der Montage zu beachten.

- Die Entfernung vom Scheinwerfereinbautopf bis zur ersten Klemmstelle sollte die Länge entsprechend der Breite des Beckenumgangs nicht überschreiten.

Anmerkung:

Eine Länge von 2 m hat sich bewährt.

- Die Klemmstelle muss so ausgeführt werden, dass die Kabelenden keiner Kapillarwirkung unterliegen (z. B. Abzweigdose IP 68, vollständig mit Gel vergossen).
- Bei einzelnen Betonierabschnitten muss das Kabelleerrohr ohne Unterbrechung verlegt werden.

Sollte eine Klemmstelle direkt am Becken nicht möglich sein, kann z. B. im Außenbereich eine Klemmstelle im Erdreich geschaffen werden.

- Eine Klemmstelle benötigt eine Zugentlastung für die Kabel. Sie kann durch eine EPOM-Verschraubung hergestellt werden.
- Hinweise siehe AB Archiv des Badewesens, Ausgabe 10/2019 „Praxis-Tipps zur Installationsausführung der Unterwasserbeleuchtung“

9 Anforderungen an die Sicherheitsbeleuchtung

In Schwimmbädern ist eine Sicherheitsbeleuchtung erforderlich. Die Sicherheitsbeleuchtung muss bei einem örtlichen oder vollständigen Ausfall der allgemeinen Stromversorgung wirksam werden. Je nach Anwendung gelten nach der ASR A 2.3 und der ASR A 3.4 unterschiedliche Anforderungen an eine Sicherheitsbeleuchtungsanlage, z. B. für die Beleuchtungsstärke, den Farbwiedergabeindex und die Gleichmäßigkeit.

Schwimmbädern sind baurechtlich in der Regel „Sonderbauten“. Hierbei sind die Versammlungsstättenverordnungen der einzelnen Bundesländer zu berücksichtigen. In Schwimmbädern kann aufgrund der Versammlungsstättenverordnung die Ausstattung mit einer Sicherheitsbeleuchtungsanlage verlangt werden.

Die Bestimmungen zum Errichten und Betreiben der Sicherheitsbeleuchtung sind in den VDE-Bestimmungen DIN VDE 0100-560 (Elektrische Anlagen für Sicherheitszwecke), DIN VDE 0100-718 (Bauliche Anlagen für Menschenansammlungen), DIN EN 50172 VDE 0108-100 (Sicherheitsbeleuchtungsanlagen) sowie weiteren Normen, die zur Anwendung der vorgenannten Normen erforderlich sind, enthalten.

10 Verkehrsflächen

Bei der Beleuchtung von Fluren, Eingangsbereichen und Aufzugsvorräumen ist besonderer Wert auf eine ausgewogene Gleichmäßigkeit zu legen. Blendung soll hierbei vermieden werden. Im Bereich von Verkehrsflächen, die auch von Fahrzeugen benutzt werden, müssen 150 lx auf dem Boden gewährleistet werden. Bei Treppen und Rolltreppen sind ebenfalls 150 lx notwendig. Hier ist die EN 12464-1 anzuwenden.

11 Anforderung an die Außenbeleuchtung

Eine Außenbeleuchtung ist an Zugangswegen (z. B. Fuß- und Fahrwegen, Zugängen der Ver- und Entsorgung), an Parkflächen und bei Dunkelheit genutzten Außenbecken vorzuhalten. Die Sicherheitsbeleuchtung ist bis zu den Sammelstellen gemäß Flucht- und Rettungswegeverzeichnis auszuführen. Die Beleuchtungsstärke muss mindestens 5 lx betragen. Für die genannten Bereiche muss zusätzlich eine Sicherheitsbeleuchtung von mindestens 1 lx vorgesehen werden. Hier ist die EN 12464-2 anzuwenden.

12 Anforderungen an Ausführung und Betrieb

Die Beleuchtung muss sich harmonisch in die architektonische Gestaltung der Schwimmhalle einfügen. Daher ist eine rechtzeitige Abstimmung des lichttechnischen Konzepts zwischen Lichtplaner und Architekt dringend erforderlich.

12.1 Auswahl der Leuchten

Leuchten müssen der Niederspannungsrichtlinie und den VDE-Normen, insbesondere DIN EN 60598-1, genügen; das betrifft besonders:

- die Maßnahmen zum Schutz bei direktem Berühren
- den Schutz gegen Einfluss von Staub und Wasser
- den Explosions- und Schlagwetterschutz
- den Schutz gegen unzulässige Erwärmung
- die elektromagnetische Verträglichkeit

Die Leuchten müssen außerdem in Form und Ausführung dem Verwendungszweck entsprechen, es sollen

- Leuchten mit hohem lichttechnischem Wirkungsgrad
- Leuchten, bei denen das Platzen der Lampe keine Gefahren für den Nassbereich bringt und
- energiesparende Leuchtmittel unter Beachtung der erforderlichen Schutzart nach DIN 40 050 verwendet werden.

Wesentliche Entscheidungskriterien für die Auswahl von Leuchten sind:

- Leuchtengeometrie (z. B. Langfeldleuchte, quadratische Leuchte, Einzelleuchte)
- Führung des Lichtstroms (z. B. Ausstrahlungswinkel, Strahlungssymmetrie, direkte/indirekte Beleuchtung)
- Montageart (z. B. Einbauleuchte, Anbauleuchte, Pendelleuchte)
- Verwendungszweck (z. B. Feuchtraum, explosionsgeschützt, Sporthallenbeleuchtung)

Bei Wasserballspielen sind ballwurfsichere Leuchten zu verwenden. In Saunen, Dampfbädern o. ä. ist neben dem Schutz vor Eindringen von Feuchtigkeit und Wasser die besondere thermische Beanspruchung an die Beleuchtungskörper zu berücksichtigen (siehe auch DIN VDE 0100-703).

Auf einen hohen Leuchtenbetriebswirkungsgrad sowie auf Montage- und Wartungsfreundlichkeit ist zu achten. Es ist zu empfehlen, dass nur Leuchten eingesetzt werden, die das CE-Zeichen und das VDE- oder ENEC-Zeichen tragen.

Leuchten für LED gibt es in den unterschiedlichsten Ausführungen. Besonderheiten bei der Auswahl von LED-Leuchten sind in Tabelle 1 dargestellt.

12.2 Anbringung der Leuchten

Leuchten sollen so angebracht werden, dass sie für Instandhaltungsarbeiten gefahrlos erreichbar sind. Dies ist z. B. dann erfüllt, wenn geeignete Gerüste oder Steiger zur Verfügung stehen, die Beleuchtungseinrichtungen herabgelassen oder

über fest eingebaute Laufstege erreicht werden können (vgl. DGUV Regel 107-001 „Betrieb von Bädern“, Ziffer 4.1.9).

Unter Umständen ist es wirtschaftlicher, in einer Anlage nach einer bestimmten Betriebsdauer den Lampenwechsel in Gruppen vorzunehmen und gleichzeitig die Reinigung der Leuchten durchzuführen. Der Einbau von Betriebsstundenzählern ist empfehlenswert. Es ist darauf zu achten, dass Beleuchtungseinrichtungen tageslicht- bzw. nutzungsabhängig in Gruppen unterteilt zu schalten sind.

12.3 Instandhaltung

Um den Instandhaltungsaufwand zu minimieren, sollen in einem Gebäude möglichst wenige unterschiedliche Lampenbauarten verwendet werden. Bei Verwendung von Lampen mit langer Lebensdauer reduzieren sich die Betriebsstörungen. Als Grundlage zur Bewertung der Effizienz dient das EU-Energie-Label. Es unterscheidet zwischen den Energieeffizienzklassen A (geringer Verbrauch) bis G (hoher Verbrauch).

Während des Betriebes einer Leuchte nimmt deren Beleuchtungsstärke ab durch:

- Verschmutzung der Leuchtmittel und Leuchten,
- Alterung und Ausfall der Leuchtmittel und
- Alterung der Leuchten.

Unter den genannten Einflüssen hängen die Alterung und der Ausfall der Leuchtmittel von der Zahl der Betriebsstunden ab. Die anderen Einflüsse sind unabhängig von der Zahl der Betriebsstunden der Anlage.

Zur Instandhaltung gehören hier folgende Arbeiten:

- Reinigen der Leuchten und Leuchtmittel in Abhängigkeit von der Raumnutzung
- Auswechseln der Leuchtmittel in Abhängigkeit von der Anzahl der Betriebsstunden

12.4 Leuchtmitteltausch

Der Austausch von Leuchtmitteln richtet sich nach den örtlichen und betrieblichen Verhältnissen und muss von Fall zu Fall festgelegt werden. Nach wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten ist zu entscheiden, ob ein Einzelaustausch, Sammelaustausch oder ein Gesamtaustausch erforderlich ist. Der Gesamtaustausch kommt dort infrage, wo die Leuchten schwer zugänglich sind oder der Einzel- oder Sammelaustausch aus anderen Gründen unwirtschaftlich ist. Die Wartungsrichtlinien der Hersteller bzw. Errichter für die Beleuchtungsanlage sind beachten.

Tabelle 1: Besonderheiten bei der Auswahl von LED-Leuchten

| | |
|-------------------------|---|
| Anzahl der Schaltspiele | LED sind unempfindlich gegenüber einer hohen Anzahl von Schaltspielen. |
| Blendungsbegrenzung | LED verfügen gegenüber Leuchtstofflampen über eine mehrfach höhere Oberflächenleuchtdichte (cd/m^2). Das erfordert Maßnahmen an der Leuchte, um eine ausreichende Blendungsbegrenzung sicherzustellen. Der UGR-Wert ist zu beachten. |
| Dimmbarkeit | Dimmbare LED-Leuchten lassen sich in der Regel (0,1 bis 100 %) dimmen. |
| Ersatzteilkhaltung | Für LED-Leuchten sind derzeit keine normierten Bauteile auf dem Markt. Wenn z. B. bei Außenleuchten (Betriebsdauer 25 Jahre mit 4.000 h/a entspricht 100.000 Betriebsstunden) abzusehen ist, dass die vom Hersteller angegebene Bemessungslebensdauer von 50.000 bis 60.000 Stunden überschritten wird, muss sichergestellt werden, dass langfristig kompatible LED-Module erhältlich sind. Dies gilt auch sinngemäß für die Treiber. |
| Farbwiedergabe | Generell gilt, dass die Lichtausbeute mit steigendem Farbwiedergabeindex (R_a) abnimmt. Es sind auch LED-Leuchten auf dem Markt, deren $R_a < 80$ ist und somit für einige Anwendungen (z. B. Bürobeleuchtung) nicht infrage kommen. Unkontrolliertes Mischlicht verschiedener Farbtemperaturen von Leuchten ist zu vermeiden. |
| Helligkeitsempfinden | Das Spektrum der LED weicht nennenswert von dem des natürlichen Tageslichts ab. Bedingt durch den physikalischen Prozess werden bestimmte Spektralbereiche überhöht und andere reduziert abgestrahlt. Aus diesem Grund werden die Farbtemperaturen von LED nach dem Farbeindruck definiert. Der Blauanteil bei LED ist höher als bei anderen Leuchtmitteln. Da sich das Helligkeitsempfinden des Menschen zwischen Tag- und Nachtsehen ändert (In der Nacht kann sie/er besser blaue Anteile sehen; am Tag eher die grüngelben Anteile), blenden LED in der Nacht mehr als andere Leuchtmittel bei gleicher gemessener Lichtstärke. |
| IR-/UV-Strahlung | LED-Leuchten eignen sich aufgrund ihres Spektrums besonders für Anwendungen, die möglichst geringe IR- und/oder UV-Anteile erfordern (z. B. Museen). |
| Recycling | Es handelt sich bei zu entsorgenden LED nicht um Sondermüll. Zu beachten sind jedoch die Regelungen für die Entsorgung von Elektrogeräten. |

12.5 Wirtschaftlichkeit von Beleuchtungsanlagen

Bei der Planung und dem Betrieb von Beleuchtungsanlagen sind Maßnahmen zur Energieeinsparung zu untersuchen. Hierbei ist vor allem das Gebäudeenergiegesetz unbedingt zu berücksichtigen. Das verfügbare Tageslicht sollte optimal genutzt werden. Es müssen intelligente und nutzungsgerechte Steuer- und Regelungstechniken sowie geeignete Beleuchtungssysteme mit effizienten Leuchtmitteln eingesetzt werden. Ein Maß für die Wirtschaftlichkeit einer Lampe ist die Lichtausbeute. Die Hersteller von Lampen geben den Lichtstrom und die elektrische Leistung ihrer Produkte an, sodass aus diesen Informationen die Lichtausbeute berechnet werden kann. Eine Aufschaltung auf eine vorhandene Gebäudeautomation (Managementbedienebene) ist dringend vorzusehen. Die Planungen sollen sich jedoch nicht nur am technisch Machbaren, sondern insbesondere am wirtschaftlich Sinnvollen orientieren.

12.6 Lichtsteuerung/-regelung

In Schwimmbädern ist aus betrieblichen, wirtschaftliche und/oder ökologischen Gründen eine Lichtsteuerung bzw. Lichtregelung sinnvoll. Eine Lichtsteuerung schaltet oder dimmt die Beleuchtung, um sie der jeweiligen Nutzung anzupassen. Lichtregelungen regeln die Raumhelligkeit mittels

eines Lichtsensor auf einen konstanten Wert. Dadurch reduzieren sich bei ausreichendem Tageslicheinfall die Betriebskosten für die künstliche Beleuchtung.

12.7 Managementbedienebene (Gebäudeleittechnik)

In Objekten mit Managementbedienebene (Gebäudeleittechnik) ist es sinnvoll die Beleuchtungsanlagen aufzuschalten.

13 Besondere Hinweise für die Umrüstung von Beleuchtungsanlagen

13.1 Gründe für die Umrüstung von Beleuchtungsanlagen

Eine Umrüstung von Beleuchtungsanlagen kann aus energetischen und wirtschaftlichen Erwägungen notwendig sein, aber kann auch erforderlich werden, weil Ersatzleuchtmittel nicht mehr oder nur befristet erhältlich sind.

Durch die EG Verordnungen EG 244/2009 und EG 245/2009, EG 2019/2020, EG 2019/2015, RohS und Ökodesign Richtlinie 2024 wird die Ausphasung der meisten Leuchtmittel bzw. Geräte bewirkt. Ausphasung bedeutet, dass bestimmte Produktgruppen nicht mehr auf dem Markt der Europäischen Union gebracht werden dürfen. Betroffen ist nur das erstmalige Inverkehr bringen. Bestände bei OEM [Original-Equipment-Manufacturer (Erstausrüster)], im Großhandel und bei End-

kunden sind nicht betroffen und dürfen weiterhin verkauft und verwendet werden.

Folgende Leuchtmittel sind betroffen:

- Glühlampen
- Halogenglühlampen jeglicher Art
- Kompaktleuchtstofflampen
- veraltete Leuchtstofflampen, T5, T8, kreisförmige Leuchtstofflampen
- Niederdruckentladungslampen
- Hochdruckentladungslampen

Ausgenommen sind:

- Lampen unter 60 Lumen oder über 82.000 Lumen
- Engstrahlende Lichtquellen (< 10 Grad)
- Infrarot-Lichtquellen (außer R7s in bestehenden Längen)
- UV-Strahler (> 2mW/klm)
- Spezial-Anwendungen z. B. für Öfen (300 °C) oder Signalgebung

Bei den in den Verordnungen und Richtlinien definierten Produkten sind die technischen Daten im Internet veröffentlicht, und auf den Verpackungen sind mit Hilfe von Piktogrammen bspw. Informationen über Wattzahl, Energielevel, Lichtstrom, Lichtfarbe, Dimmbarkeit und Lebensdauer, angegeben.

Der Zeitpunkt einer Umrüstung muss unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse festgelegt werden. Zusätzliche Gründe können z. B.

- das Alter der Anlage,
 - Nutzungsänderungen der Räumlichkeiten und
 - ein erhöhter Wartungsaufwand
- sein.

Bei der Umrüstung von Beleuchtungsanlagen in Schwimmbädern sollten folgende Punkte beachtet werden:

- Die Leuchten müssen in Form und Ausführung dem Verwendungszweck entsprechen (u. a. Schutzart, Schutzklasse, Blendungsbegrenzung, ggf. Ballwurfsicherheit, thermische Beanspruchung in Saunaräumen und Dampfbädern).
- Der Montageort der Leuchten soll auf problemlose Wartung abgestimmt sein (in der Regel dort, wo die Zugänglichkeit mit Leitern, Steigern usw. vom Beckenumgang aus gewährleistet ist).
- Beachtung von Auflagen des Baurechts und der Arbeitssicherheit (z. B. Notwendigkeit einer Sicherheitsbeleuchtung usw.).

- Tageslicht- und nutzungsabhängiges Schalten oder Dimmen einzelner Beleuchtungsgruppen muss möglich sein.

13.2 Erstellung einer Gesamtplanung

Für die Erneuerung der Leuchten vor Beginn der Sanierung ist eine Gesamtplanung erforderlich. Hierbei sollten die unter Abschnitt 6 dargestellten Ausführungshinweise beachtet werden. Durch Verwendung lichtlenkender Leuchten und energiesparender Leuchtmittel lassen sich auch bei gleichzeitig erhöhten Ansprüchen an die Beleuchtungsanlage erhebliche Energie- und Betriebskosteneinsparungen erzielen.

Bei der Sanierung von Beleuchtungsanlagen sind auch die im Abschnitt 14 genannten weiteren Normen und Unterlagen zu beachten. Eine vorhandene Unterwasserbeleuchtung und/oder Außenbeleuchtungsanlage ist zu überprüfen und ggf. instand zu setzen. Sofern nicht vorhanden, empfiehlt sich die Umrüstung auf energiesparende Leuchtmittel wie LED-Leuchtmittel.

14 Literatur

Gebäudeenergiegesetz – (GEG) "Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden" 01. Nov. 2020
 ArbStättVo „Arbeitsstättenverordnung“
 ASR A 3.4 „Regel für Arbeitsstätten – Beleuchtung“
 DIN EN 1838 „Angewandte Lichttechnik – Notbeleuchtung“
 DIN 4844-1 „Graphische Symbole – Sicherheitsfarben und Sicherheitssymbole“
 DIN EN 12193 „Licht und Beleuchtung – Sportstättenbeleuchtung“
 DIN EN 12464-1: „Licht und Beleuchtung von Arbeitsstätten Teil 1: Arbeitsplätzen in Innenräumen“ 2021-11
 DIN EN 12464-2 „Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 2: „Arbeitsstätten im Freien“ 2014 -05
 DIN EN 12193: „Sportstättenbeleuchtung“ 07/2019
 DIN VDE 0100-559 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Leuchten und Beleuchtungsanlagen“
 DIN VDE 0100-560 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Elektrische Anlagen für Sicherheitszwecke“
 DIN VDE 0100-702 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Becken von Schwimmbädern...“
 DIN VDE 0100-703 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Räume und Kabinen mit Saunaheizungen“
 DIN VDE 0100-718 VDE 0100-718:2014-06 „Errichten von Niederspannungsanlagen Teil 7-718: Anforderungen für Be-

Deutsche Gesellschaft
für das Badewesen e. V.

**DGfdb R 66.01
- Entwurf -**

Technischer Ausschuss
AK Elektrotechnik

triebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Öffentliche Einrichtungen und Arbeitsstätten“
DIN V VDE V 0108-100 „Sicherheitsbeleuchtungsanlagen“
DIN EN 50172 VDE 0108-100 „Sicherheitsbeleuchtungsanlagen“
KOK – Richtlinien für den Bäderbau
DSV – „Wettkampfbestimmungen“
FINA Facilities Rules
ASRA 3.4/7. Ausgabe, „Technische Regeln für Arbeitsstätten; Sicherheitsbeleuchtung, optische Sicherheitssysteme“
Richtlinie 2014/35/EU (Niederspannungsrichtlinie) des europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014.
EMV-Richtlinie 2014/30/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014

Alle Rechte bleiben vorbehalten. Nachdruck und Vervielfältigung,
auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Deutschen Gesellschaft
für das Badewesen e. V., 45074 Essen, Postfach 34 02 01, gestattet.

**Fassung
Januar 2024**

Beleuchtungsanlagen in Bädern

DGfdb R 66.01