



Handbuch:

Stufenbeleuchtung in Versammlungsstätten

– Sicherheit, Technik und Design

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung: Die fundamentale Rolle der Stufenbeleuchtung

2. Bedeutung und Zweck

- Sicherheit
- Orientierung
- Fluchtwegkennzeichnung
- Ästhetik

3. Technische Umsetzung

- Vorteile der LED-Technik
- Realisierungsformen der Beleuchtung
- Materialien und Profile

4. Dimmung der Stufenbeleuchtung

- Gängige Dimmungsverfahren (PWM, 0-10V/1-10V, DALI, DMX, Phasenanschnitt/-abschnitt)
- Praktische Anwendungsbeispiele

5. Verkabelung und Montage

- Verkabelungsvarianten (Bohrung, Nut, Lötarbeiten)
- Kabelmanagement
- Anschluss an den LED-Treiber
- Zweikreisige Verkabelung für erhöhte Ausfallsicherheit
- Empfohlene Kabeltypen und Querschnitte
- Berechnung des Spannungsabfalls
- Verkabelung im Detail (Parallel, Lötverbindungen)

6. Wichtige Merkmale der Stufenbeleuchtung

- Lichtfarbe und Farbtemperatur
- Notstromfähigkeit
- Integration in Steuerungssysteme
- Sichtbarkeit und Blendfreiheit

7. Gesetzliche Vorschriften und Normen

- Muster-Versammlungsstättenverordnung (MVStättVO)
- DIN EN 1838: Beleuchtung – Sicherheitsbeleuchtung
- DIN VDE 0100-718: Errichten von Niederspannungsanlagen

- ASR A3.4: Beleuchtung von Arbeitsstätten
- Vorgeschriebene Stufenbreiten nach MVStättVO

8. Ästhetische Aspekte

9. Wartung und Betrieb

10. Markt und Anbieter (Beispiel: Bissinger Lights)

11. Glossar / Weiterführende Informationen

1. Einleitung: Die fundamentale Rolle der Stufenbeleuchtung

Die **Stufenbeleuchtung** in Versammlungsstätten ist weit mehr als nur ein optisches Detail; sie ist ein integraler Bestandteil des Sicherheitskonzepts, der Orientierung bietet und maßgeblich zur Atmosphäre beiträgt. Sie beleuchtet gezielt Treppenstufen in öffentlichen Gebäuden wie Kinos, Theatern, Konzerthallen, Stadthallen, Auditorien und sogar in großen Sportarenen.

2. Bedeutung und Zweck

In Versammlungsstätten mit potenziell hohen Besucherzahlen ist die sichere Begehbarkeit von Treppen essenziell, insbesondere bei gedämpfter Allgemeinbeleuchtung während Veranstaltungen oder in einem Notfall. Die Stufenbeleuchtung erfüllt hierbei mehrere kritische Funktionen:

- **Sicherheit:** Sie verhindert Stolperunfälle, indem sie die Kanten der Treppenstufen deutlich sichtbar macht. Dies ist besonders wichtig, wenn Zuschauer ihre Plätze im Dunkeln aufsuchen oder verlassen.
- **Orientierung:** Die Beleuchtung leitet Besucher sicher durch das Gebäude, auch wenn die Hauptbeleuchtung ausgeschaltet ist. Dies ist entscheidend für die Navigation zu den Sitzplätzen oder zu den Ausgängen.
- **Fluchtwegkennzeichnung:** Im Falle eines Stromausfalls oder eines Brandes wird die Stufenbeleuchtung zu einem essenziellen Bestandteil der **Flucht- und Rettungswegbeleuchtung**. Sie muss dann autonom funktionieren und die schnellste und sicherste Evakuierung der Personen ermöglichen.
- **Ästhetik:** Darüber hinaus trägt die Beleuchtung zur Atmosphäre bei. Durch unterschiedliche Lichtfarben und -intensitäten kann sie das Ambiente des Raumes unterstreichen, beispielsweise ein gedämpftes, warmes Licht für eine Theateraufführung oder ein dynamisches, farbiges Licht in einem modernen Konzerthaus.

Die rechtlichen Anforderungen an die Stufenbeleuchtung sind in Deutschland detailliert in der **Muster-Versammlungsstättenverordnung (MVStättVO)**, insbesondere in **§ 15 (Sicherheitsbeleuchtung, Sicherheitsstromversorgung)**, festgelegt. Diese Vorschrift fordert eine ausreichende Beleuchtung der Flucht- und Rettungswege, um die Sicherheit der Besucher zu gewährleisten.

3. Technische Umsetzung

Moderne Stufenbeleuchtungssysteme basieren fast ausschließlich auf **LED-Technik** (Light Emitting Diode). Dies liegt an den zahlreichen Vorteilen, die LEDs gegenüber herkömmlichen Leuchtmitteln bieten:

- **Energieeffizienz:** LEDs verbrauchen deutlich weniger Strom, was die Betriebskosten senkt und die Umwelt schont. Beispielsweise kann eine LED-Beleuchtung im Vergleich zu Halogenlampen bis zu 80% Energie einsparen.

- **Langlebigkeit:** LEDs haben eine extrem lange Lebensdauer von typischerweise 50.000 bis 100.000 Betriebsstunden, was den Wartungsaufwand erheblich reduziert. Das bedeutet, dass der Austausch von Leuchtmitteln seltener erforderlich ist.
- **Flexible Farbgestaltung:** RGB-LEDs ermöglichen die dynamische Änderung der Lichtfarbe, wodurch die Beleuchtung an verschiedene Veranstaltungen oder Stimmungen angepasst werden kann. Von warmweißem Licht (ca. 2700K für eine gemütliche Atmosphäre) bis zu kaltweißem Licht (ca. 6000K für eine helle, funktionale Ausleuchtung) ist alles möglich.
- **Geringe Wärmeentwicklung:** LEDs erzeugen nur sehr wenig Wärme, was sie sicherer macht und die Notwendigkeit einer aufwendigen Kühlung reduziert.
- **Kompakte Bauweise:** Ihre geringe Größe erlaubt eine unauffällige Integration in Treppenstrukturen.

Die Beleuchtung kann auf verschiedene Weisen realisiert werden:

- **Integrierte Lösungen in Treppenkantenprofilen:** Dies ist die häufigste und optisch ansprechendste Methode. Die LEDs werden direkt in spezielle Aluminiumprofile eingelassen, die gleichzeitig als Treppenkanten Schutz bieten und die Rutschfestigkeit erhöhen können. Diese Profile sind oft mit **rutschhemmenden Eigenschaften** (z. B. R9-R13 nach DIN 51130) ausgestattet, was die Sicherheit weiter erhöht. Beispiel: Ein Profil mit einer Breite von 50mm und einer Höhe von 10mm, das eine durchgehende LED-Linie aufnimmt.
- **Einbauleuchten:** Kleine, diskrete LED-Leuchten werden direkt in die Setzstufen oder Trittstufen eingelassen. Diese erzeugen oft punktuelle Lichtakzente. Beispiel: Runde LED-Einbauleuchten mit einem Durchmesser von 30mm, die in Abständen von 50cm in der Setzstufe montiert sind.
- **Lichtlinien entlang der Stufen:** Flexible LED-Strips können entlang der Unterseite der Treppenhandläufe oder in speziellen Nuten an der Wand oder den Stufen installiert werden, um eine durchgehende Lichtlinie zu erzeugen.

Häufig kommen speziell gefertigte **Aluminiumprofile** zum Einsatz. Diese Profile sind nicht nur Träger für die LEDs, sondern bieten auch einen mechanischen Schutz für die Treppenkanten, verhindern das Ausfransen von Teppichbelägen und können selbst **rutschhemmende Eigenschaften** aufweisen. Sie enthalten oft Endkappen für ein sauberes Erscheinungsbild und eine Abdeckung (z. B. aus Polycarbonat) für die LEDs, die das Licht diffundiert und gleichzeitig vor Beschädigungen schützt.

4. Dimmung der Stufenbeleuchtung

Die Möglichkeit, die Helligkeit der Stufenbeleuchtung anzupassen, ist in Versammlungsstätten von entscheidender Bedeutung. Sie erlaubt es, die Beleuchtung den jeweiligen Anforderungen und der gewünschten Atmosphäre anzupassen. Moderne LED-Systeme bieten hierfür diverse Dimmungsmöglichkeiten:

- **Pulsweitenmodulation (PWM):** Dies ist die gängigste Methode zur Dimmung von LEDs. Dabei wird die LED nicht kontinuierlich mit Strom versorgt, sondern mit kurzen Pulsen. Die Helligkeit wird durch die Länge der Pulse (Duty Cycle) gesteuert. Je länger die Pulse,

desto heller leuchtet die LED. PWM-Dimmer können über verschiedene Schnittstellen angesteuert werden.

- **0-10V / 1-10V Dimmung:** Dies sind analoge Steuersignale. Bei 0-10V steht 0V für minimale Helligkeit (oft Aus) und 10V für maximale Helligkeit. Bei 1-10V steht 1V für die minimale (nicht immer Aus) und 10V für die maximale Helligkeit. Diese Schnittstellen sind weit verbreitet und relativ einfach zu implementieren.
- **DALI (Digital Addressable Lighting Interface):** DALI ist ein digitaler Kommunikationsstandard speziell für Beleuchtung. Er ermöglicht die individuelle Adressierung und Steuerung jeder einzelnen Leuchte oder Leuchtengruppe. Mit DALI lassen sich komplexe Lichtszenen programmieren und auch die Farbtemperatur (Tunable White) oder RGB-Farben steuern. DALI bietet zudem Rückmeldefunktionen über den Zustand der Leuchten. Es ist besonders flexibel und zukunftssicher für größere Installationen.
- **DMX (Digital Multiplex):** DMX ist ein Protokoll, das hauptsächlich in der Bühnen- und Eventtechnik für die Steuerung von Lichteffekten und Scheinwerfern verwendet wird. Es ermöglicht eine sehr schnelle und präzise Steuerung von Lichtfarben, Bewegungen und Intensitäten. Wenn die Stufenbeleuchtung Teil einer dynamischen Showbeleuchtung sein soll, ist DMX eine geeignete Wahl. Es erfordert jedoch spezifische Controller und ist für reine Sicherheitsbeleuchtung oft überdimensioniert.
- **Phasenanschnitt- / Phasenabschnittdimmung:** Diese Methoden sind eher für konventionelle Leuchtmittel (z.B. Glühlampen) oder spezielle dimmbare LED-Treiber (oft "Trailing Edge" oder "Leading Edge") geeignet, die eine direkte Dimmung über die Netzspannung erlauben. Sie sind weniger präzise als digitale Methoden und können bei nicht kompatiblen LEDs zu Flimmern führen. Im professionellen Bereich von Versammlungsstätten werden sie seltener eingesetzt.

Beispiele für Dimmung im Einsatz:

- **Vorstellungsbeginn:** Die Allgemeinbeleuchtung wird gedimmt, die Stufenbeleuchtung wird auf eine sanfte, minimale Helligkeit eingestellt (z.B. 10-20% über DALI), um Orientierung zu bieten, aber nicht zu stören.
- **Pausen/Reinigung:** Die Stufenbeleuchtung wird auf volle Helligkeit geschaltet (100% über DALI oder 0-10V), um maximale Sichtbarkeit und Sicherheit zu gewährleisten.
- **Notfall:** Bei Aktivierung des Notstromsystems schaltet die Stufenbeleuchtung sofort auf 100% Helligkeit (Notlichtfunktion), unabhängig von der vorherigen Dimmung.

5. Verkabelung und Montage

Die Installation von LED-Stufenbeleuchtung erfordert eine sorgfältige Planung und Ausführung, um eine sichere und zuverlässige Stromversorgung zu gewährleisten. Da LEDs in der Regel mit **Niederspannung (typisch 12V oder 24V DC)** betrieben werden, ist ein passender **LED-Treiber (Konstantspannung oder Konstantstrom)** erforderlich, der die Netzspannung (230V AC) umwandelt.

Verkabelungsvarianten und Montagethoden:

- **Bohrung durch die Stufe:** Eine präzise Bohrung (z. B. Ø 8-10mm) wird in ca. 20mm Abstand zur Stufenkante gesetzt, um das Kabel von der Unterseite der Stufe in das Profil zu führen. Diese Methode erfordert eine genaue Planung, um die Ästhetik nicht zu beeinträchtigen und die Kabel unsichtbar zu führen.
- **Kabelverlegung in einer Nut:** Eine gefräste Nut (z. B. 10x5mm) entlang oder unterhalb der Stufen dient zur unsichtbaren Verlegung der Kabel. Diese Nut verbindet die einzelnen Stufenprofile miteinander und führt die Stromversorgung zum LED-Treiber. Diese Methode ist besonders bei Massivholztreppen verbreitet.
- **Lötarbeiten und Schutz:** Die einzelnen LED-Module oder LED-Streifen innerhalb der Profile werden oft miteinander verlötet, um eine durchgehende elektrische Verbindung herzustellen. Dabei ist unbedingt auf die **richtige Polung (+/-)** zu achten, um Schäden an den LEDs zu vermeiden. Nach dem Löten werden **Schrumpfschläuche** über die Lötstellen gezogen und mit einem Heißluftfön erwärmt. Der Schrumpfschlauch zieht sich zusammen und umschließt die Lötstelle wasserdicht und isolierend, was Kurzschlüsse und Korrosion verhindert. Bei Lötarbeiten in situ, insbesondere auf empfindlichen Bodenbelägen wie Parkett oder Marmor, ist eine **Metallunterlage** zum Schutz vor Hitzeschäden unerlässlich.
- **Kabelmanagement:** Beim Aufsetzen der Profile ist darauf zu achten, dass die Kabel nicht gequetscht oder beschädigt werden. Ein sauberes **Kabelmanagement** innerhalb des Profils oder in der Nut ist entscheidend für die Langlebigkeit und Sicherheit der Installation. Überstände sollten gekürzt und die Kabel sicher fixiert werden, um ein Verrutschen zu verhindern.
- **Anschluss an den LED-Treiber:** Die gesamte Stufenbeleuchtung wird in der Regel an einen zentralen LED-Treiber angeschlossen. Bei größeren Installationen oder langen Treppenläufen können mehrere Treiber erforderlich sein, die die Last gleichmäßig verteilen, um Spannungsabfälle zu minimieren und eine gleichmäßige Helligkeit über die gesamte Länge zu gewährleisten.

Es ist wichtig zu beachten, dass der Austausch von LED-Leuchtmitteln oder Anschlusskabeln aufgrund der elektrischen Sicherheit und der komplexen Verkabelung in der Regel nur von **qualifizierten Personen** oder dem Hersteller durchgeführt werden sollte. Die meisten Produkte sind ausschließlich für den **Innenbereich** konzipiert und nicht für den Einsatz im Freien geeignet, da sie nicht die notwendigen Schutzarten gegen Wasser und Staub aufweisen.

Zweikreisige Verkabelung für erhöhte Ausfallsicherheit:

Die **zweikreisige Verkabelung** ist eine gängige und sicherheitsrelevante Methode, insbesondere für Flucht- und Rettungswege in Versammlungsstätten. Sie bietet eine erhöhte Ausfallsicherheit.

Prinzip der zweikreisigen Verkabelung:

Hierbei wird die Stufenbeleuchtung nicht nur über eine einzige Stromversorgung, sondern über zwei voneinander unabhängige Stromkreise gespeist:

1. **Regelkreis (Allgemeinbeleuchtung):** Dieser Kreis wird für den normalen Betrieb der Stufenbeleuchtung genutzt und ist in der Regel über die zentrale Lichtsteuerung (DALI, DMX, etc.) dimmbar. Er ist an die reguläre Netzstromversorgung des Gebäudes angeschlossen.
2. **Notlichtkreis (Sicherheitsbeleuchtung):** Dieser Kreis ist separat von der regulären Stromversorgung und direkt an die **Sicherheitsstromversorgung (Notstromversorgung)** des Gebäudes angeschlossen. Im Falle eines Stromausfalls oder einer Störung des Regelkreises schaltet dieser Notlichtkreis automatisch ein und versorgt die Stufenbeleuchtung mit Energie. Die Leuchten leuchten dann typischerweise mit 100% Helligkeit, um die Fluchtwege optimal auszuleuchten.

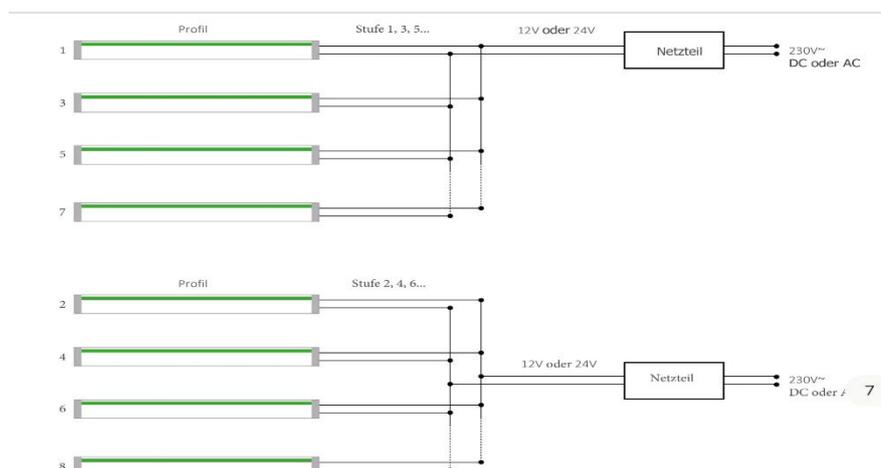
Vorteile der zweikreisigen Verkabelung:

- **Erhöhte Ausfallsicherheit:** Fällt ein Stromkreis aus (z.B. durch Kurzschluss, Überlastung oder Ausfall der Hauptstromversorgung), übernimmt der andere Kreis die Versorgung.
- **Gesetzeskonformität:** Für Flucht- und Rettungswege in Versammlungsstätten ist eine ausfallsichere Beleuchtung, oft über eine Sicherheitsstromversorgung, gesetzlich vorgeschrieben (z.B. MVStättVO, DIN EN 1838).
- **Flexibilität:** Der Regelkreis kann für ästhetische und funktionale Zwecke (Dimmen, Farbanpassung) genutzt werden, während der Notlichtkreis ausschließlich der Sicherheit dient.

Umsetzung in der Praxis:

Bei der Implementierung einer zweikreisigen Verkabelung gibt es zwei Hauptansätze:

1. **Getrennte Leuchten:** Die Stufen werden abwechselnd auf zwei Stromkreise aufgeteilt. Das bedeutet, dass zum Beispiel die ungeraden Stufen (1, 3, 5, ...) an einen Stromkreis und die geraden Stufen (2, 4, 6, ...) an den zweiten Stromkreis angeschlossen werden. So kann jede Gruppe unabhängig voneinander versorgt oder im Notfall geschaltet werden.



2. **Kombinierte Leuchten mit Umschaltmodul:** Es gibt auch spezielle LED-Treiber oder Leuchten, die über zwei Eingänge verfügen und automatisch zwischen dem Regelkreis und dem Notlichtkreis umschalten können. Das ist oft eleganter und spart Platz. Im Normalbetrieb wird die Leuchte über den Regelkreis versorgt und gedimmt. Fällt dieser aus, schaltet ein integriertes Relais auf den Notlichtkreis um und die Leuchte leuchtet mit voller Helligkeit.

Empfohlene Kabel für Stufenbeleuchtung:

Die Auswahl der richtigen Kabel ist entscheidend für die Sicherheit, Langlebigkeit und elektrische Performance der Stufenbeleuchtung. Da LEDs in der Regel mit **Niederspannung (typisch 12V DC oder 24V DC)** betrieben werden, kommen spezifische Kabeltypen zum Einsatz.

Wichtige Kriterien bei der Kabelauswahl:

- **Spannungsfestigkeit:** Die Kabel müssen für die Betriebsspannung der LEDs ausgelegt sein (z.B. 30V oder 60V).
- **Strombelastbarkeit (Querschnitt):** Der Kabelquerschnitt muss dem zu erwartenden Strom entsprechen, um Spannungsabfälle zu minimieren und eine Überhitzung zu vermeiden. Je länger das Kabel und je höher der Strom, desto größer muss der Querschnitt sein. Für 12V-Systeme sind größere Querschnitte erforderlich als für 24V-Systeme bei gleicher Leistung.
- **Flexibilität:** Für die Verlegung in Nuten oder engen Profilen sind flexible Kabel mit feinen Litzen (z.B. Litzenleiter der Klasse 5 oder 6 nach DIN VDE 0295) von Vorteil.
- **Mantelmaterial und Isolierung:** Das Mantelmaterial sollte robust, abriebfest und idealerweise schwer entflammbar sein. Für Innenräume kommen oft PVC- oder halogenfreie Isolierungen zum Einsatz.
- **Polarität:** Für DC-Systeme sind zweiadrige Kabel mit Kennzeichnung der Polarität (+/-) erforderlich (z.B. rot/schwarz oder farbige Ader).
- **EMV-Schutz:** Bei langen Kabelstrecken in der Nähe von empfindlicher Elektronik kann ein geschirmtes Kabel sinnvoll sein, um elektromagnetische Störungen (EMI) zu minimieren.

Empfohlene Kabeltypen und Querschnitte (Beispiele):

Für die Zuleitung zu den einzelnen LED-Modulen oder -Streifen innerhalb der Stufenprofile werden in der Regel flexible, zweiadrige Niederspannungskabel verwendet.

- **Standard-Niederspannungskabel (H03VV-F, H05VV-F oder vergleichbare Typen):**
 - **Querschnitt 0,5 mm²:** Ausreichend für sehr kurze Strecken (wenige Meter) und geringe Lasten (z.B. 10-20W bei 12V).
 - **Querschnitt 0,75 mm²:** Geeignet für mittlere Strecken (bis ca. 5-10m) und Leistungen (z.B. bis 50W bei 12V oder 100W bei 24V). Dies ist ein häufig verwendeter Querschnitt.

- **Querschnitt 1,0 mm² bis 1,5 mm²:** Für längere Strecken oder höhere Leistungen, um Spannungsabfälle signifikant zu reduzieren und eine gleichmäßige Helligkeit zu gewährleisten. Bei langen Treppenläufen, wo die LEDs seriell (mit parallelem Anschluss an den Bus) verkabelt sind, kann dies notwendig sein.
-

Berechnung des Spannungsabfalls:

Ein zu kleiner Kabelquerschnitt führt zu einem Spannungsabfall über die Länge des Kabels. Dies äußert sich in einem Helligkeitsabfall der LEDs, die weiter vom LED-Treiber entfernt sind. Der maximale erlaubte Spannungsabfall liegt üblicherweise bei **2-3%**.

Die Formel zur Abschätzung des Spannungsabfalls (ΔV) ist:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \rho}{A}$$

Wobei:

- L = Länge des Kabels (m)
- I = Stromstärke (A)
- ρ = Spezifischer Widerstand des Leitermaterials (für Kupfer ca. $0,0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$)
- A = Querschnitt des Kabels (mm^2)

Beispielrechnung: Eine LED-Leiste mit 50W Leistung bei 12V. Der Strom beträgt $I = 50\text{W}/12\text{V} \approx 4,17\text{A}$. Wenn wir ein 10m langes Kabel mit $0,75\text{mm}^2$ Querschnitt verwenden: $\Delta V = \frac{2 \cdot 10\text{m} \cdot 4,17\text{A} \cdot 0,0175 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}}{0,75 \text{mm}^2} \approx 1,94\text{V}$ Der Spannungsabfall von 1,94V bei einer Eingangsspannung von 12V ist ein Verlust von über 16%, was zu einem deutlichen Helligkeitsverlust führen würde. In diesem Fall müsste ein größerer Querschnitt (z.B. $1,5\text{mm}^2$ oder $2,5\text{mm}^2$) oder mehrere kürzere Zuleitungen verwendet werden.

Verkabelung im Detail:

- **Parallele Verkabelung:** Mehrere LED-Strips oder Module werden parallel an eine gemeinsame Hauptzuleitung (Busleitung) angeschlossen, die vom LED-Treiber kommt. Dies ist oft die bevorzugte Methode, um Spannungsabfälle zu minimieren. Die Hauptzuleitung muss entsprechend dimensioniert sein, die Abzweige zu den einzelnen Modulen können dünner sein.
- **Lötverbindungen:** Wie bereits erwähnt, sind professionelle Lötverbindungen mit Schrumpfschläuchen entscheidend für die elektrische Sicherheit und Langlebigkeit, insbesondere an den Übergängen zwischen den festen Installationskabeln und den flexiblen Kabeln in den Profilen.

Die genaue Dimensionierung der Kabel und die Wahl der Verkabelungsmethode sollten immer von einem qualifizierten Elektrofachplaner oder -installateur durchgeführt werden, um die Einhaltung aller relevanten Normen und die optimale Funktion der Stufenbeleuchtung zu gewährleisten.

6. Wichtige Merkmale der Stufenbeleuchtung

Die Auswahl der Stufenbeleuchtung hängt von den spezifischen Anforderungen der Versammlungsstätte ab. Wichtige Merkmale sind:

- **Lichtfarbe:** Die Farbtemperatur kann von **warmweiß** (ca. 2700-3000 Kelvin für eine gemütliche Atmosphäre) bis **kaltweiß** (ca. 5000-6500 Kelvin für eine hellere, modernere Optik) variieren. RGB-LEDs erlauben zudem die Einstellung beliebiger Farben für spezielle Effekte.
- **Notstromfähigkeit:** Eine Anbindung an die **Notstromversorgung** des Gebäudes ist für Flucht- und Rettungswege zwingend vorgeschrieben. Dies stellt sicher, dass die Beleuchtung auch bei einem Ausfall der regulären Stromversorgung in Betrieb bleibt. Systeme können entweder über eine zentrale Notstromanlage oder über integrierte Akku-Packs betrieben werden, die eine definierte Leuchtdauer (z. B. 1 Stunde) im Notfall gewährleisten.
- **Integration in Steuerungssysteme:** Moderne Stufenbeleuchtung kann in zentrale Gebäudeleitsysteme (GLT), Lichtsteuerungen (z. B. DALI, DMX) oder Brandmeldeanlagen (BMA) integriert werden. Dies ermöglicht eine automatisierte Steuerung und schnelle Reaktion auf Notfälle.
- **Sichtbarkeit und Blendfreiheit:** Die Platzierung und Art der Beleuchtung müssen so gewählt werden, dass die Stufenkanten optimal sichtbar sind, aber gleichzeitig **keine Blendung** für die Besucher entsteht. Dies wird oft durch opale Abdeckungen oder spezielle Optiken erreicht, die das Licht diffus verteilen. Der Abstrahlwinkel der LEDs spielt hierbei eine wichtige Rolle.

7. Gesetzliche Vorschriften und Normen

Die Installation und der Betrieb von Stufenbeleuchtung in Deutschland unterliegen strengen Normen und Vorschriften, um die Sicherheit der Öffentlichkeit zu gewährleisten. Die wichtigste Grundlage ist die **Muster-Versammlungsstättenverordnung (MVStättVO)**. Weitere relevante Normen können sein:

- **DIN EN 1838: Beleuchtung – Sicherheitsbeleuchtung:** Diese europäische Norm legt die lichttechnischen Anforderungen an Sicherheitsbeleuchtungsanlagen fest, einschließlich der Mindestbeleuchtungsstärken auf Fluchtwegen. Für Treppen sind hier spezifische Werte einzuhalten (z. B. mindestens 1 Lux auf den Stufenkanten im Notbetrieb).
- **DIN VDE 0100-718: Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-718: Anforderungen an Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Gaststätten, Gemeinschaftsunterkünfte und ähnliche Anlagen:** Diese Norm enthält zusätzliche Anforderungen für elektrische Installationen in Versammlungsstätten.
- **ASR A3.4: Beleuchtung von Arbeitsstätten (Technische Regeln für Arbeitsstätten):** Auch wenn es sich primär um Arbeitsstätten handelt, können hieraus Aspekte der Beleuchtungsplanung abgeleitet werden, insbesondere bezüglich der Gleichmäßigkeit und Blendfreiheit.

Wesentliche Anforderungen umfassen:

- **Gleichmäßige Ausleuchtung der Stufenkanten:** Es müssen keine Schattenwürfe oder Dunkelzonen entstehen, die eine Stolpergefahr darstellen könnten.
- **Blendfreiheit:** Die Lichtquellen dürfen die Augen der Besucher nicht unangenehm blenden, da dies zu Orientierungsverlusten führen kann.
- **Ausfallsicherheit und Notstromversorgung:** Die Beleuchtung muss auch bei Stromausfall über eine unabhängige Energiequelle weiterfunktionieren.
- **Wartungsfreundlichkeit:** Das System muss so konzipiert sein, dass Wartungsarbeiten und eventuelle Reparaturen einfach und schnell durchgeführt werden können, ohne den Betrieb der Versammlungsstätte zu lange zu unterbrechen.

Vorgeschriebene Stufenbreiten nach MVStättVO:

Die MVStättVO definiert auch die Mindestbreiten von Treppen in Versammlungsstätten, um eine zügige und sichere Evakuierung zu ermöglichen. Diese Breiten stehen in direktem Zusammenhang mit der potenziellen Besucherzahl:

- **§ 7 (Flucht- und Rettungswege) der MVStättVO** legt fest, dass die erforderliche Breite der Fluchtwege je nach der Anzahl der Personen, für die sie bestimmt sind, bemessen werden muss. Eine genaue Zahl pro Meter Breite ist nicht pauschal festlegbar, da auch die Art der Nutzung, die Anordnung der Sitzplätze und die Länge des Fluchtweges eine Rolle spielen.
- **Grundregel:** Für je 200 Personen muss die nutzbare Breite eines notwendigen Treppenlaufs und der zugehörigen Treppenabsätze **mindestens 1,20 m** betragen.
- **Beispiel:** Eine Versammlungsstätte für 1000 Personen benötigt demnach notwendige Treppen mit einer Gesamtbreite von mindestens $1000/200 \times 1,20\text{m} = 6,00\text{m}$. Diese Breite kann sich auf mehrere Treppen verteilen.
- Die lichte Breite der Treppen darf nicht durch Einbauten oder hervorstehende Elemente (wie zu weit herausragende Stufenbeleuchtungsprofile) eingeengt werden.

Diese Vorgaben zur Stufenbreite sind essenziell, da die beste Stufenbeleuchtung nutzlos ist, wenn die Treppe selbst den Anforderungen an die Personenzahl und Evakuierung nicht genügt.

8. Ästhetische Aspekte

Neben der rein funktionalen Komponente spielt die Stufenbeleuchtung eine wichtige Rolle bei der **Gestaltung und Atmosphäre** von Versammlungsstätten. Sie kann:

- **Akzente setzen:** Durch gezielte Beleuchtung der Treppenstufen wird die Architektur des Raumes hervorgehoben und ein Blickfang geschaffen.
- **Ambiente schaffen:** Die Wahl der Lichtfarbe und Helligkeit kann die Stimmung eines Raumes maßgeblich beeinflussen. Warmweißes Licht wirkt einladend und gemütlich, während dynamische Farbwechsel ein modernes oder aufregendes Ambiente erzeugen können.

- **Designelement sein:** Die Profile, in die die LEDs integriert sind, können selbst zu einem Designelement werden. Hochwertige Materialien wie gebürstetes Aluminium oder Edelstahl verleihen der Treppe eine edle Optik.
 - **Besucherleitsystem:** In einigen Fällen kann die Farbcodierung der Stufenbeleuchtung auch zur Führung der Besucher eingesetzt werden, beispielsweise um den Weg zu bestimmten Bereichen anzuzeigen.
-

9. Wartung und Betrieb

Dank der **LED-Technologie** ist die Stufenbeleuchtung in der Regel äußerst **wartungsarm**. Die lange Lebensdauer der LEDs minimiert die Notwendigkeit des Austauschs von Leuchtmitteln. Neben der **regelmäßigen Reinigung** der Profile und Abdeckungen, um die Lichtdurchlässigkeit zu gewährleisten und Staubansammlungen zu vermeiden, ist nur gelegentlich ein Austausch einzelner LED-Module oder bei Bedarf des LED-Treibers notwendig. Viele moderne Systeme sind **modular aufgebaut**, was den Austausch defekter Segmente erheblich vereinfacht und Kosten spart, da nicht die gesamte Treppenbeleuchtung ausgetauscht werden muss. Dies reduziert Ausfallzeiten und minimiert die Betriebskosten.

10. Markt und Anbieter (Beispiel: Bissinger Lights)

Der Markt für Stufenbeleuchtung ist vielfältig und reicht von Standardlösungen bis zu maßgeschneiderten Systemen. Ein Beispiel für einen spezialisierten Anbieter ist **Bissinger Lights aus Sandhausen, Deutschland**. Das Unternehmen hat sich auf die Entwicklung und Produktion hochwertiger Stufenbeleuchtungslösungen für anspruchsvolle Anwendungen in Kinos, Theatern, Konzerthallen und anderen öffentlichen Einrichtungen spezialisiert.

Das Portfolio von Bissinger Lights umfasst:

- **Beleuchtete Treppenkantenprofile:** Maßgeschneiderte Profile, die sowohl mechanischen Schutz als auch integrierte LED-Beleuchtung bieten. Diese Profile sind oft aus eloxiertem Aluminium gefertigt und können in verschiedenen Oberflächen und Farben angeboten werden.
- **Kompakte Einbauleuchten:** Diskrete LED-Leuchten, die direkt in die Treppenstufen integriert werden und eine punktuelle Beleuchtung ermöglichen.
- **Individuell angepasste Leuchtlinien:** Flexible LED-Streifen oder Profile, die entlang der Stufen oder an Handläufen eine durchgehende Lichtlinie erzeugen.

Bissinger Lights setzt auf modernste **LED-Technik** und legt Wert auf die Einhaltung relevanter Normen und Standards (z. B. MVStättVO, DIN EN 1838), um sowohl funktionelle als auch ästhetische Anforderungen zu erfüllen. Die Produkte sind oft für den Dauerbetrieb ausgelegt und auf Langlebigkeit und geringen Wartungsaufwand optimiert.

11. Glossar / Weiterführende Informationen

- **Versammlungsstättenverordnung (MVStättVO):** Die zentrale rechtliche Grundlage für den Bau und Betrieb von Versammlungsstätten in Deutschland.

- **Fluchtwegbeleuchtung:** Umfassenderes Thema der Beleuchtung von Notausgängen und Fluchtwegen.
- **LED-Technik:** Die zugrundeliegende Technologie, die die Vorteile moderner Stufenbeleuchtung ermöglicht.
- **DALI:** Digital Addressable Lighting Interface, ein digitaler Kommunikationsstandard für Beleuchtungssysteme.
- **DMX:** Digital Multiplex, ein digitales Kommunikationsprotokoll für die Licht- und Bühnensteuerung.