Planung von Notbeleuchtungsanlagen

R. Baer, Berlin

Im Gefahrenfall unterstützt die Notbeleuchtung die Betroffenen bei der Orientierung und den notwendigen Handlungen. Dazu gehören das Beenden gefährlicher Arbeiten und das Verlassen von Gebäuden. Für die einwandfreie Funktion der Notbeleuchtung muss ihre elektrische Versorgung sichergestellt sein. Auf der Grundlage von [1] gibt der Beitrag gibt Hinweise zur Installationstechnik und zur Energieversorgung solcher Anlagen.

1 Lampen und Leuchten

Neben den funktionellen Anforderungen an die Lampen und Leuchten der Sicherheitsbeleuchtung sind bei der Lampenauswahl wirtschaftliche Aspekte von maßgeblicher Bedeutung. Der Einsatz von Lampen mit hoher Lichtausbeute bedeutet eine Minimierung der Kapazität der Ersatzstromquellen. Die Anwendung von Lampen mit hoher Lebensdauer bewirkt vor allem beim Lampeneinsatz in Dauerschaltung eine wesentliche Verringerung des Wartungsaufwandes. Die Anforderungen an die in der Sicherheitsbeleuchtung eingesetzten Lampen werden bestimmt durch

- die Lampengeometrie,
- die Dauer der Einschaltzeit und
- die Möglichkeit ihres Betriebs an Wechsel- und Gleichspannung, auch bei einer geringeren Versorgungsspannung als der Nennspannung.

Autor

Dipl.-Ing. *Roland Baer* ist beratender Ingenieur und freier Fachjournalist im Bereich Lichttechnik, Berlin.

Bei Glühlampen und Halogenglühlampen werden die letzteren Voraussetzungen ohne zusätzliche Maßnahmen erfüllt. Sie sind jedoch wegen ihrer Lichtausbeute- und Lebensdauerwerte unwirtschaftlich. Ökonomisch ist der Einsatz von Leuchtstofflampen und Kompakt-Leuchtstofflampen mit den funktionell notwendigen elektronischen Vorschaltgeräten (EVG).

EVG und Starteigenschaften. Bezüglich der Auswahl der geeigneten EVG muss von den erreichbaren Einschaltzeiten sowohl beim Wechsel der Spannungsversorgung von Wechsel- auf Gleichspannung (Dauerschaltung) als auch beim Zuschalten der „kalten" Lampe (Bereitschaftsschaltung) ausgegangen werden. Eine Einschaltzeit von < 0,5 s wird nur mit einem EVG mit Kaltstarteigenschaften (geringe Schaltfestigkeit) bei Dauer- und Bereitschaftsschaltung erreicht. EVG mit Warmstarteigenschaften – hierzu gehören auch die eingebauten EVG in einigen Typen von Kompakt-Leuchtstofflampen (Energiesparlampen mit Schraubsockel) – erreichen Umschaltzeiten von Wechsel- auf Gleichspannungsbetrieb von < 0,5 s. Die Einschaltzeiten der Lampen bei Bereitschaftsschaltung betragen aber bis zu 2 s.

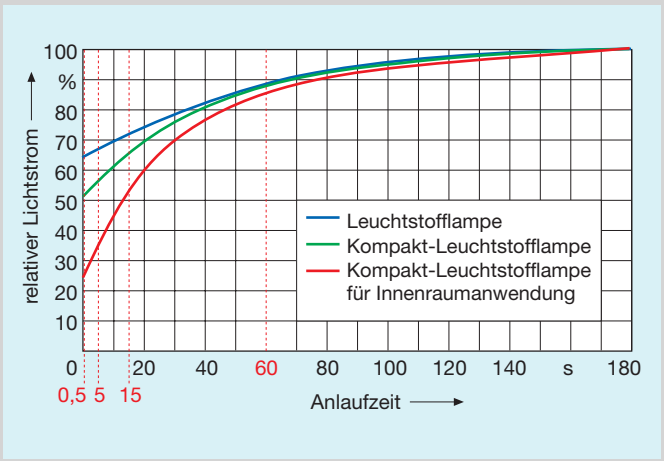
Man kann davon ausgehen, dass der Lichtstrom der Lampen beim Umschaltbetrieb der Dauerschaltung in kürzester Zeit wieder erreicht wird. Bei der Bereitschaftsschaltung ist das unterschiedliche Lichtstromanlaufverhalten unbedingt bei der lichttechnischen Planung zu berücksichtigen. Nur so ist den Anforderungen der Norm für die Beleuchtungsstärke oder Leuchtdichte für die zutreffenden Zeiten 0,5 s, 5 s, 15 s und 60 s Rechnung getragen. Bild ❶ zeigt typische zeitliche Verläufe des Lichtstromes nach dem Einschalten. Bei den Kompakt-Leuchtstofflampen hat die Lampenstellung in der Leuchte maßgeblichen Einfluss auf die lichttechnischen Werte. Eine hängende Anordnung weist die günstigsten Werte auf.

Die mit EVG betriebenen Leuchtstofflampen und Kompakt-Leuchtstofflampen sind an Gleichspannung betriebsfähig von 264 V bis 154 V. Ein Lampenstart wird aber nur oberhalb von 198 V gewährleistet.

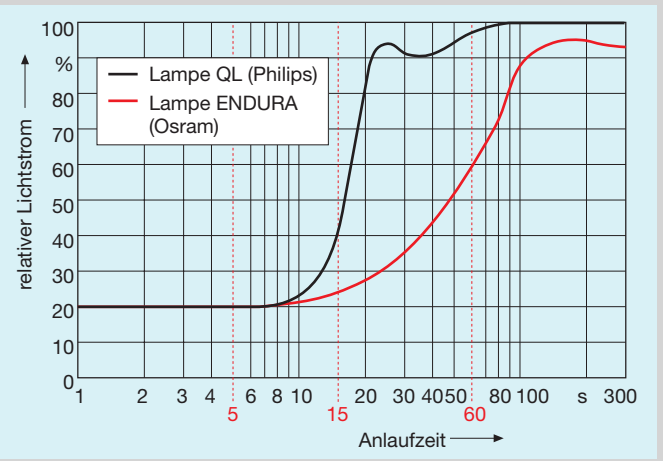
Induktionslampen. Aufgrund ihrer Sofortstarteigenschaft und der Möglichkeit des Lampenbetriebes an Gleichspannung können auch Induktionslampen (Osram: ENDURA, Philips: QL) für Notbeleuchtungsanlagen eingesetzt werden. Wegen des hohen Lichtstroms eignen sie sich besonders für hohe Hallen. Auch bei diesen Lampen ist das Anlaufverhalten entsprechend zu berücksichtigen (Bild ❷).

Leuchtdioden. Künftig gewinnen Leuchtdioden (LED) als wirtschaftliches Leuchtmittel mit geringen Abmessungen und hohen Lebensdauerwerten (bis zu 100.000 h) insbesondere für Rettungszeichenleuchten an Bedeutung. Die Einhaltung der vorgeschriebenen Leuchtdichteverhältnisse muss dabei auch nach langer Betriebszeit gewährleistet sein.

Betriebsanforderungen. Dem Einsatz der Leuchten für die Sicherheitsbeleuchtung liegen die gleichen Anforderungen in Bezug auf Schutzart, Schutzklasse, Umge-



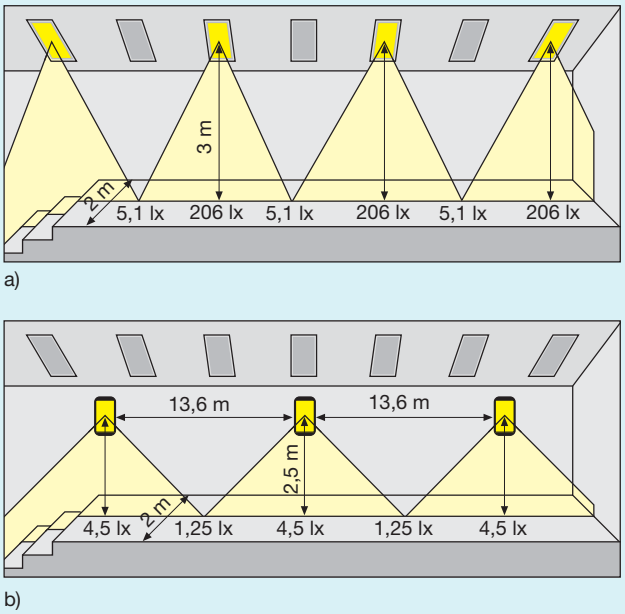
❶ Anlaufverhalten des Lichtstroms von Leuchtstofflampen und Kompakt-Leuchtstofflampen



❷ Lichtstromanlaufverhalten von Induktionslampen

Tafel 1 Grenzwerte der Lichtstärke für Sicherheitsbeleuchtung zur Vermeidung der physiologischen Blendung

Lichtpunkthöhe über dem Boden *h* in m	Maximale Lichtstärke I_{max} in cd	
	Rettungswege und Antipanikbeleuchtung	Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung
$h < 2{,}5$	500	1000
$2{,}5 \le h < 3{,}0$	900	1800
$3{,}0 \le h < 3{,}5$	1600	3200
$3{,}5 \le h < 4{,}0$	2500	5000
$4{,}0 \le h < 4{,}5$	3500	7000
$h \ge 4{,}5$	5000	10000



3 Leuchtenanordnung der Sicherheitsbeleuchtung von Rettungswegen
a) Nutzung einiger Leuchten der allgemeinen Beleuchtung
b) Anordnung von Rettungswegeleuchten

bungstemperatur und Resistenz gegen Feuchtigkeit, Reinigungs- und Desinfektionsmittel wie für die Leuchten der Allgemeinbeleuchtung zu Grunde. Für den Betrieb der Sicherheitsbeleuchtung können sowohl die Lampen der allgemeinen Beleuchtung als auch zuzuschaltende Lampen genutzt werden. Für beide Fälle ist die Einhaltung der Lichtstärkebegrenzung nach Tafel 1 wegen der Blendungsbegrenzung notwendig.

Für Beleuchtungsanlagen mit Hochdruck-Entladungslampen sind beim Einsatz von Batterieanlagen als Ersatzstromquelle separate Leuchten, bestückt mit Lampen mit für die Sicherheitsbeleuchtung erforderlichen Betriebseigenschaften, vorzusehen.

2 Lichttechnische Planung

Eine exakte lichttechnische Planung ist besonders bei der Sicherheitsbeleuchtung für Rettungswege angebracht. Die Ermittlung der notwendigen Leuchtenanzahl hat auf die Festlegung der Kapazität der Notstromversorgung entscheidenden Einfluss. Je geringer die Leuchtenanzahl und die Leistungsaufnahme der Lampenbestückung ist, desto geringer kann die notwendige Batteriekapazität ausgelegt werden. Bild 3 zeigt die Schaltung einiger Leuchten – a) allgemeine Beleuchtung für die Sicherheitsbeleuchtung der Rettungswege, b) eine separate Sicherheitsbeleuchtung durch die zusätzliche Installation von Rettungswegeleuchten. Im Fall a) sind die Leuchten mit Leuchtstofflampen 58 W/EVG bestückt. Die maßgebliche lichttechnische Größe ist die Gleichmäßigkeit $E_{max}:E_{min}$ = 40:1 [2]. Da sich die max. Beleuchtungsstärke E_{max} = 206 lx lotrecht unter den Leuchten ergibt, muss $E_{min} \ge 5{,}1$ lx sein. Die Beleuchtungsstärke liegt damit wesentlich über dem in DIN EN 1838 geforderten Wert. Die notwendige Batteriekapazität beträgt bei 100 Leuchten und einer Nennbetriebsdauer von drei Stunden 108 Ah.

Wirtschaftlicher ist eine Sicherheitsbeleuchtung bei der Anordnung von Sicherheitsleuchten nach b) mit Leuchtstofflampen 8 W/EVG, da diese auf die minimale Beleuchtungsstärke E_{min} = 1,25 lx in Abstandsmitte von zwei Leuchten ausgelegt

werden kann. Durch die auf den vorliegenden Beleuchtungsfall zugeschnittene Lichtstärkeverteilungskurve der eingesetzten Rettungswegeleuchte (I_{max} bei 60° Ausstrahlungswinkel längs zum Rettungsweg, Bild ❹) lassen sich die relativ großen Leuchtenabstände erzielen. Die notwendige Batteriekapazität beträgt bei 100 Leuchten und einer Nennbetriebsdauer von drei Stunden 18 Ah, also nur noch 17 % der Kapazität der Anordnung nach Bild ❸ a.

Ohne Reflexion. Bei der Berechnung der Beleuchtungsstärke dürfen keine Indirektanteile durch Reflexion an den Raumbegrenzungsflächen berücksichtigt werden. Für die Berechnung ist die Lichtstärkemethode [3] anzuwenden. Dabei ist die Bezugsebene die Horizontalebene 0,2 m über dem Fußboden.

Verminderungsfaktor. Da der geforderte Minimalwert der Beleuchtungsstärke von 1 lx auf der Mittellinie des Rettungsweges auch zum Wartungszeitpunkt noch eingehalten sein muss, ist bei der Planung ein Verminderungsfaktor von 25 % anzusetzen [5]. Damit wird der Verminderung der Beleuchtungsstärke im Laufe der Betriebszeit Rechnung getragen. Der Planungswert der minimalen Beleuchtungsstärke beträgt dann 1,25 lx.

Maximale Leuchtenabstände. Für die Beleuchtungsanlage einer Sicherheitsbeleuchtung für Rettungswege läuft die Berechnung darauf hinaus, den größtmöglichen gegenseitigen Leuchtenabstand zu bestimmen. Dieser ergibt sich, wenn bei einer einzelnen Leuchte $E_{min} = 1{,}25$ lx auf der Bezugsebene beträgt oder bei der Überlagerung der Beleuchtungsstärkeanteile zweier Leuchten als Summe dieser Wert erreicht wird.

Lampenalterung berücksichtigen. Bei der Planung können nicht die in den Unterlagen der Lampenhersteller angegebenen Nennwerte des Lichtstromes angesetzt werden. Da nach DIN EN 1838 und DIN VDE 0108 die geforderten Werte der Beleuchtungsstärke auf das Ende der Nennbetriebsdauer bezogen sind, muss bei den Leuchtstofflampen, Kompakt-Leuchtstofflampen und Induktionslampen der Lichtstromrückgang im Laufe der Betriebszeit beachtet werden. Für Leuchtstofflampen und Kompakt-Leuchtstofflampen ist dieser Rückgang stark abhängig vom Leuchtstoff, wie im Bild ❺ gezeigt. Geht man von einer Nennbetriebsdauer von 10.000 h aus, ergeben sich Lichtstromrückgänge um 10 %, 18 % und 30 % – je nach Lampenart und Leuchtstoff. Die Induktionslampen, die sehr hohe Lebensdauerwerte aufweisen (60.000 h), haben bei 10.000 h einen Lichtstromrückgang von 10 %.

Weiterhin muss das Anlaufverhalten für den Lichtstrom der Lampen nach dem Einschalten berücksichtigt werden, so dass hier unterschiedliche Werte heranzuziehen sind, je nachdem ob auf die Einschaltzeiten $t = 0{,}5$ s (Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung), $t = 15$ s (Rettungswegbeleuchtung) oder auf die Lichtstromwerte nach 5 s und 60 s [2] Bezug genommen wird.

Berechnungsbeispiel. Eine Beleuchtung von Rettungswegen in Arbeitsstätten mit Leuchten, ausgestattet mit Kompakt-Leuchtstofflampen, ist beispielhaft ausgeführt:

Lichtstromminderungsfaktor am Ende der Nennbetriebsdauer: $f_1 = 0{,}82$ (-18 % nach Bild ❺). Das Lichtstromanlaufverhalten muss wie folgt berücksichtigt werden:

Forderung nach DIN VDE 0108 mit 100 % Lichtstrom nach 15 s bedeutet: $f_{21} = 0{,}65$ (Bild ❶);

Forderungen nach DIN EN 1838 mit den beiden Kriterien 50 % Lichtstrom nach 5 s, 100 % nach 60 s: Das erste Kriterium wird eingehalten (Lichtstrom = 58 %), das zweite Kriterium wird nicht eingehalten, da der Lichtstrom nach 60 s nur 88 % beträgt: $f_{22} = 0{,}88$.

Der einzusetzende Lampenlichtstrom Φ_{La} ist der um den Faktor f verminderte Nennlichtstrom Φ_N:

Nach DIN VDE 0108:

$f = f_1 \cdot f_{21} = 0{,}82 \cdot 0{,}65 = 0{,}53$,

$\Phi_{La} = 0{,}53 \cdot \Phi_N$;

nach DIN EN 1838:

$f = f_1 \cdot f_{22} = 0{,}82 \cdot 0{,}88 = 0{,}72$,

$\Phi_{La} = 0{,}72 \cdot \Phi_N$.

Bei der Sicherheitsbeleuchtung für Arbeitsplätze mit besonderer Gefährdung müssen wegen der Forderung von $t = 0{,}5$ s Leuchtstofflampen mit Kaltstart-EVG eingesetzt werden, der Faktor f ist zu berechnen mit:

$f_1 = 0{,}9$/Nennbetriebsdauer

$f_{21} = 0{,}65$/Lichtstromanlaufverhalten

$f = f_1 \cdot f_{21} = 0{,}59$.

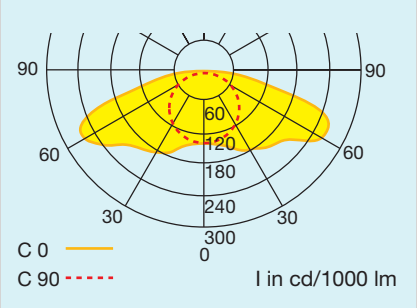
Überprüfungen. Die berechneten Werte der Beleuchtungsstärke sind bei der Anlagenabnahme zu prüfen. Ausreichende Werte der Beleuchtungsstärke müssen auch im Laufe des Betriebes messtechnisch nachgewiesen werden. Eine Überprüfung der Notbeleuchtungsanlage muss alle zwei Jahre, in Arbeitsstätten einmal pro Jahr erfolgen. Als Messgeräte müssen Beleuchtungsstärkemesser (Luxmeter) zum Einsatz kommen, die kosinus- und (V_λ)-korrigiert sind. Die Fehlertoleranz muss ≤ 10% betragen (Fehlerklasse B nach DIN 5032, Teil 7). Wegen der zu messenden kleinen Werte empfiehlt sich ein Messgerät mit digitaler Anzeige.

Fazit. Bei der Planung für die Rettungszeichenleuchten sind die baulichen Gegebenheiten und die notwendige Erkennungsweite die Grundlagen. Erforderlich ist die Sichtbarkeit der Rettungszeichen aus allen relevanten Richtungen, um der Fluchtwegkennzeichnung leicht folgen zu können.

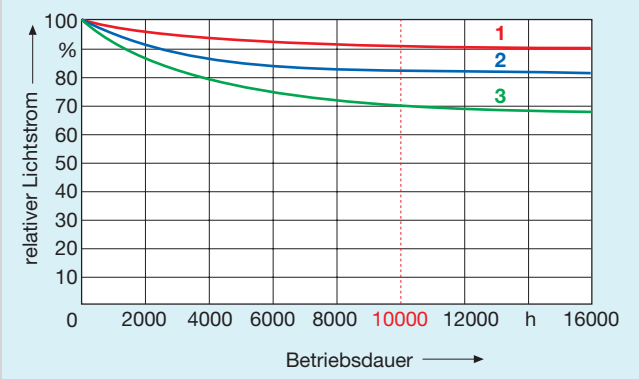
3 Notstromversorgung

Beim Ausfall des Netzes für die allgemeine Beleuchtung übernehmen Ersatzstromquellen für eine begrenzte Zeit die Stromversorgung. Als Ersatzstromquellen kommen je nach Anlagenaufbau, Leuchtenanzahl und Einschaltbedingungen in Frage:

- Einzelbatterie (EB),
- Gruppenbatterie (GB),
- Zentralbatterie (ZB),
- Ersatzstromaggregat (EA),
- Schnellbereitschaftsaggregat und
- Sofortbereitschaftsaggregat (SA).



❹ **Optimierte Lichtstärkeverteilungskurve für eine Rettungswegeleuchte**



❺ **Lichtstromverlauf während der Lebensdauer**
1 Leuchtstofflampen mit Dreibanden-Leuchtstoff (z. B. Philips: SUPER 80; Osram: LUMILUX PLUD ECO)
2 Kompakt-Leuchtstofflampen
3 Leuchtstofflampen in Standardlichtfarben

Definitionen Installationstechnik/Energieversorgung

Grenzbetriebsdauer: Die Grenzbetriebsdauer beträgt 2/3 der Nennbetriebsdauer. Nach dieser Zeit muss eine alte Batterieanlage erneuert werden.
Tiefentladungsschutz: Einrichtung, die verhindert, dass die Batterie vollständig entladen wird. Der Verbraucher wird bei einer minimal zulässigen Spannung abgeschaltet.
Ersatzstromquellen: Einrichtungen, die bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung für eine begrenzte Zeit die Stromversorgung der Sicherheitsbeleuchtung übernehmen.
Einzelbatterieanlage bzw. Einzelbatterieleuchte: Anlage mit einer Batterie wartungsfreier Bauart und einer Lade- und Kontrolleinrichtung. Sie versorgt im Allgemeinen eine, höchstens jedoch zwei Sicherheits- oder Rettungszeichenleuchten.
Gruppenbatterieanlage: Diese Anlage besteht aus einer Batterie wartungsfreier Bauart sowie einer Lade- und Kontrolleinrichtung. Sie versorgt maximal 20 Sicherheitsleuchten zuzüglich der Rettungszeichenleuchten.
Zentralbatterieanlage: Diese Anlage umfasst eine zentrale Batterie sowie eine Lade- und Kontrolleinrichtung. Sie versorgt alle notwendigen Sicherheits- und Rettungszeichenleuchten ohne Leistungsbegrenzung.
Stromerzeugungsaggregat: Dieses Aggregat besteht aus einem Verbrennungsmotor und einem angetriebenen Generator, welches bei Netzausfall automatisch anläuft. Es kann als Ersatzstrom-, Schnellbereitschafts- oder Sofortbereitschaftsaggregat ausgelegt sein.
Ersatzstromaggregat: Ein Stromerzeugungsaggregat mit einer Umschaltzeit von höchstens 15 s; hierbei wird das gesamte Aggregat nach Ausfall der allgemeinen Stromversorgung aus dem Stillstand in Betrieb gesetzt.
Schnellbereitschaftsaggregat: Ein Stromerzeugungsaggregat mit einer Umschaltzeit von höchstens 0,5 s. Ein Energiespeicher dient zur kurzzeitigen Energieversorgung der Verbraucher und gegebenenfalls zum Schnellhochfahren des Aggregates.
Sofortbereitschaftsaggregat: Ein Stromerzeugungsaggregat ohne Umschaltzeit; hierbei dient ein Energiespeicher zur kurzzeitigen Energieversorgung der Verbraucher und gegebenenfalls zum Schnellhochfahren des Aggregates.
Besonders gesichertes Netz: Ein besonders gesichertes Netz hat zwei voneinander unabhängige Einspeisungen.
Nennbetriebsdauer: Die Betriebsdauer, für die eine Notbeleuchtungsanlage ausgelegt sein muss. Gebräuchliche Werte sind 1 h und 3 h.
Einschaltzeit: Die Zeit zwischen dem Ausfall der allgemeinen Beleuchtung und dem Erreichen der erforderlichen Beleuchtungsstärke bzw. Leuchtdichte der Notbeleuchtung.
Bereitschaftsschaltung: Schaltungsart für die Notbeleuchtung, bei welcher die Leuchten nur bei Netzausfall eingeschaltet sind.
Dauerschaltung: Schaltungsart für die Notbeleuchtung, bei welcher die Leuchten ständig eingeschaltet sind.
Umschaltbetrieb: Betriebsart für die Dauerschaltung bei einer zentralen Stromversorgung: Bei Netzausfall wird innerhalb von < 0,5 s auf Batteriebetrieb und bei Netzwiederkehr selbsttätig auf Netzbetrieb umgeschaltet.
Bereitschaftsparallelbetrieb: Betriebsart für die Dauerschaltung bei einer zentralen Stromversorgung: Die Leuchten werden ständig an der Batterie betrieben, wobei die Batterie ständig geladen wird.

3.1 Schaltungsarten

Für die Notstromversorgung der Leuchten werden zwei Schaltungsarten unterschieden:
– Bereitschaftsschaltung (BS) und
– Dauerschaltung (DS).

Bereitschaftsschaltung. Die Leuchten der Sicherheitsbeleuchtung werden nur bei Netzausfall eingeschaltet. Sie wird auch für die Rettungswegebeleuchtung und für die Rettungszeichenleuchten in Arbeitsstätten eingesetzt. Bei der Lampenauswahl ist die Einschaltzeit und das Anlaufverhalten der Lampen zu berücksichtigen – die Lampen werden aus dem „kalten“ Zustand geschaltet. Das schränkt teilweise die EVG-Auswahl für Leuchtstoff- und Kompaktleuchtstofflampen ein (s. Abschnitt 1). Bei der Bereitschaftsschaltung wird die Stromversorgung für die allgemeine Beleuchtung in dem Unterverteiler des betreffenden Bereiches überwacht.

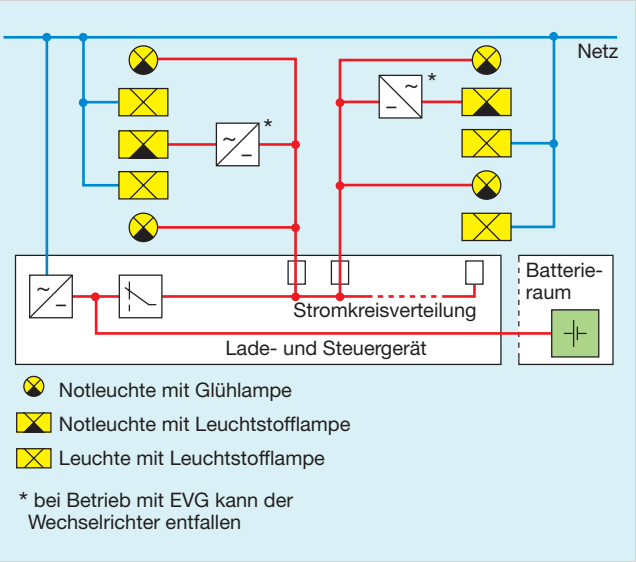
Dauerschaltung. Anzuwenden sind die Betriebsarten **Bereitschaftsparallel-** (unterbrechungsfrei) oder **Umschaltbetrieb** (Umschaltzeit < 0,5 s). Moderne Stromversorgungsgeräte für den Umschaltbetrieb arbeiten bei Umschaltzeiten von 200 ms. Die Rettungszeichenleuchten und die kombinierten Rettungszeichen/Rettungswegeleuchten laufen im Dauerbetrieb. Beim Umschaltbetrieb muss sich die Sicherheitsbeleuchtung bei Netzwiederkehr selbsttätig auf den Netzbetrieb umschalten. Von dieser Forderung ausgenommen sind verdunkelte Versammlungsstätten und Anlagen der Allgemeinbeleuchtung mit Lampen mit hohen Anlaufzeiten (z. B. Hochdruck-Entladungslampen).
Innerhalb einer Leuchte kann für Netz- und Netzausfallbetrieb zwischen separaten Lampen umgeschaltet werden. Die Lampe für Netzbetrieb ist dabei schaltbar. Ist nur eine Lampe für beide Betriebsarten vorgesehen, muss diese entsprechend umschalten. Bei der Dauerschaltung wird die Stromversorgung für die allgemeine Beleuchtung am Hauptverteiler der Sicherheitsstromversorgung überwacht.

3.2 Anforderungen an Batteriesysteme

Die Anforderungen an die Batterieanlagen für die Notstromversorgung sind in DIN

Tafel 2 Batteriesysteme

	Zentralbatteriesystem (prEN: CPS = Central Power Supply System)	Gruppenbatteriesystem (prEN: LPS = Low Power Supply System)	Einzelbatteriesystem
Batterietyp	Ortsfeste Batterie nach DIN VDE 0510, Teil 2, Tab. IV oder gleichartiger Bauart; Blei: 2,0 V/Zelle, NiCd: 1,2 V/Zelle	DIN-gerechte ortsfeste Batterie in geschlossener oder verschlossener Bauart; mind. 4 Jahre wartungsfrei; Blei: 2,0 V/Zelle	Verschlossene (wartungsfreie oder gasdichte) Batterie; Blei: 2,0 V/Zelle, NiCd: 1,2 V/Zelle
Leistung	unbegrenzt	1 h: 900 W, 3 h: 300 W (prEN: 1 h: 1500 W, 3 h: 500 W)	unbegrenzt
Leuchtenanzahl	≥ 2	≤ 20 Sicherheitsleuchten, zzgl. Rettungszeichenleuchten	≤ 2 (Mutter-Tochter-Schaltung)
Brauchbarkeitsdauer	≥ 10 Jahre	≥ 4 Jahre (prEN: ≥ 5 Jahre)	≥ 4 Jahre (EN 60598, T. 2-22)
Wiederaufladezeit	10 h für 90 % der Nennbetriebsdauer, bei Arbeitsstätten: 20 h; (prEN: 12 h für 80 % der Nennbetriebsdauer)	10 h für 90 % der Nennbetriebsdauer, bei Arbeitsstätten: 20 h; (prEN: 12 h für 80 % der Nennbetriebsdauer)	20 h für 90 % der Nennbetriebsdauer



6 Notbeleuchtung mit Zentralbatterie [4]



7 Gruppenbatteriesystem CG 2000
(Foto CEAG)

VDE 0108 Teil 1, festgelegt, ebenso aber auch in der europäischen Norm DIN EN 50172, die als Entwurf seit April 1994 vorliegt. Bei Abweichung der Bestimmungen in beiden Normen wird auf die Festlegungen in DIN EN 50172 in Klammern mit „prEN" hingewiesen.

Das Kriterium für das automatische Umschalten auf den Notstrombetrieb ist ein Abfall der Versorgungsspannung auf < 0,85 U_{Nenn} für mindestens 0,5 s.

Die Batteriestromversorgung kann mittels Zentralbatterie, Gruppenbatterie und Einzelbatterie erfolgen. Die Batteriesysteme bestehen aus einer oder mehreren **Batterien**, einer **Ladeeinrichtung**, die die vorgegebenen Ladezeiten gewährleistet, und einem **Tiefentladungsschutz**, der eine vollständige Entladung der Batterie dadurch verhindert, dass beim Erreichen der minimal zulässigen Spannung die Stromversorgung für die Leuchten abgeschaltet wird.

Der Tiefentladungsschutz beträgt bei Bleibatterien ≥ 1,7 V/Zelle (prEN ≥ 1,6 V/Zelle).

Eine Gegenüberstellung der verschiedenen Batteriesysteme zeigt Tafel 2.

Bild 6 zeigt ein schaltungstechnisches Beispiel einer Notbeleuchtung mit Zentralbatteriesystem. Im Bild 7 wird ein Gruppenbatteriesystem gezeigt, in welches auch die Überwachungsfunktion integriert ist.

3.3 Einsatz der Batteriesysteme

Zentralbatteriesystem. Es ist für große Anlagen mit einer hohen Stromkreiszahl gut geeignet und gestattet eine zentrale Überwachung, eine Einzelüberwachung jeder Leuchte, eine Einzelstromkreisumschaltung und die Durchführung der automatischen Tests nach VDE 0108. Dem hohen Installationsaufwand wegen der Notwendigkeit einer E 30-Verkabelung und der Unterbringung des Batteriesystems in einem F 90-Raum stehen niedrige Aufwendungen für die Wartung und geringe Folgekosten gegenüber.

Gruppenbatteriesystem. In allen Gebäudearten, auch brandabschnittsweise, einsetzbar. Möglich sind große Aufhängehöhen der Leuchten. Das Design der Rettungszeichenleuchten wird nicht durch technische Bauteile (z. B. Batterie) beeinflusst. Eine Einzelüberwachung jeder Leuchte und die Durchführung der automatischen Tests nach VDE 0108 ist gegeben. Das System besitzt eine kompakte Bauform und weist geringe Folgekosten auf. Nachteilig sind die

- Leistungsbegrenzung,
- begrenzte Anzahl der zu betreibenden Sicherheitsleuchten und
- Notwendigkeit der Unterbringung in einem F 90-Raum.

Einzelbatteriesystem. Es gestattet einen dezentralen Aufbau der Notbeleuchtung mit einer hohen Verfügbarkeit. Der Installationsaufwand ist gering, gesonderte Brandschutzmaßnahmen brauchen nicht berücksichtigt zu werden. Die Lampenleistung ist begrenzt. Nachteilig sind

- die hohen Folgekosten auf Grund der niedrigen Batterienutzungsdauer,
- der hohe Prüf- und Wartungsaufwand
- die Nutzungsbeeinträchtigung bei hohen bzw. die Einsatzbeschränkungen bei niedrigen Umgebungstemperaturen.

Bevorzugte Einsatzbereiche

Aus diesen anwendungstechnischen Eigenschaften ergeben sich für die Systeme folgende unterschiedliche Einsatzbereiche:

Zentralbatteriesystem: Hohe Stromkreisanzahl und große Entfernungen, 3-h-Nennbetriebsdauer, brandabschnittsweiser Einsatz.

Gruppenbatteriesystem: In Arbeitsstätten, in hohen Hallen bei 1-h-Nennbetriebsdauer; in kleinen Gebäudekomplexen bei 3-h-Nennbetriebsdauer, bevorzugt brandabschnittsweiser Einsatz und für Ex-Leuchten.
Einzelbatteriesystem: In kleinen Gebäudeeinheiten, bei geringer Leuchtenanzahl und für Nachrüstungen.

3.4 Unterbringung der Batterieanlagen und Leitungsverlegung

Da die Stromversorgung für die Sicherheitsbeleuchtung vor allem im Havariefall, also auch im Brandfall, für eine ausreichend lange Zeit gesichert sein muss, sind für die Unterbringung der Batterieanlagen, der Haupt- und Unterverteilungen und die Leitungsverlegung der Sicherheitsbeleuchtung vor allem auch brandschutztechnische Gesichtspunkte maßgebend. Dafür sind eine Reihe von Verordnungen und Vorschriften [1], vor allem die Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen (EltBAUVO) und die VDE 0108 Teil 1, zu beachten.
Zentralbatterieanlagen sind in besonderen Betriebsräumen unterzubringen. Diese Räume müssen belüftet sein, die notwendigen Lüftungsöffnungen sind brandschutztechnisch abzusichern. Für die Abdeckungen und für die Wände ist die Feuerwiderstandsklasse F 90[1)] notwendig. Es ist zulässig, den Hauptverteiler der Sicherheitsversorgung zusammen mit dem Hauptverteiler der allgemeinen Netzversorgung in einem Betriebsraum unterzubringen, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Schaltanlagen oder Transformatoren über 1 kV oder ortsfeste Stromerzeugungsaggregate dürfen nicht im gleichen Raum untergebracht sein.
- Die Hauptverteiler der Sicherheitsstromversorgung (SV) und der allgemeinen Stromversorgung (AV) müssen lichtbogensicher getrennt sein.
- Die Unterverteilungen der SV müssen baulich getrennt von der AV untergebracht sein und einen Funktionserhalt von 30 min (E 30)[2)] aufweisen.

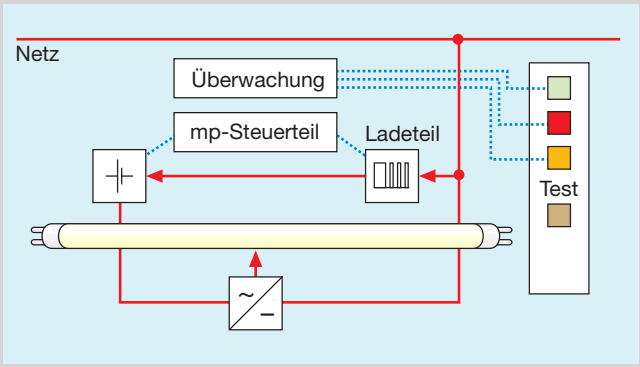
Leitungsverlegung. Hierfür gilt:

- Kabel und Leitungen zwischen Ersatzstromquelle und zugehörigem Verteiler sowie alle Batterieleitungen müssen kurz- und erdschlusssicher verlegt werden,
- Ausführung der Batteriekabel in E 30,
- Kabel und Leitungen dürfen nicht durch Ex-Bereiche geführt werden,
- im Rettungsweg dürfen nur die für den Betrieb der sicherheitstechnischen Einrichtungen erforderlichen Leitungen geführt werden,
- Stromkreise der SV sind jeweils in getrennten Kabeln und getrennt von anderen Leitungstrassen zu führen,
- in einem mehradrigen Kabel darf nur ein Hauptstromkreis der Sicherheitsbeleuchtung geführt werden; ein Zusammenfassen mehrerer Kreise in einem Kabel ist nicht zulässig, in einem Stromkreis dürfen zwischen Zentralbatterieanlage und den Leuchten keine Schalter installiert sein,
- pro Kreis sind max. zwölf Leuchten zulässig (Ausnahme Arbeitsstätte),
- alle Kabel der Leuchtenstromkreise sind in E 30 auszuführen, ausgenommen Endstromkreise, die direkt an eine einzelne Leuchte führen.

Befinden sich mehrere Sicherheitsleuchten in einem Raum, so sind sie abwechselnd auf verschiedene Stromkreise aufzuteilen. An zentraler, während der betriebserforderlichen Zeit ständig überwachter Stelle ist durch eine Meldeanzeige der Anlagenzustand sichtbar zu machen.

---

1) Feuerwiderstandsdauer in Minuten: F – für Baumaterial, z. B. F 90; T – für Feuerschutzabschlüsse, z. B. T 30.
2) Funktionserhalt elektrischer Anlagen und Kabel in Minuten, z. B. E 30 (siehe auch [6]).



❽ **Funktionsüberwachungsprinzip für Einzelbatterieleuchten [4]**

Es sind halogenfreie Kabel/Leitungen zu verwenden, da durch Freisetzung von Halogenverbindungen in feuchter Umgebung (Löschwasser) korrosive und giftige chemische Verbindungen entstehen können. Halogenfreie Leitungen sind sowohl schwer entflammbar – sie verlöschen nach Entzug der Brandquelle – als auch raucharm.

3.5 Prüfung, Netzausfallssimulation

Der Ausfall von Leuchten der Sicherheitsbeleuchtung muss vermieden werden, um ein hohes Unfallrisiko bis hin zur möglichen Gefahr für Menschenleben auszuschließen. Deshalb werden an die Überprüfung der Sicherheitsbeleuchtung mit deren Funktionsteilen hohe Anforderungen gestellt. Die Prüfung umfasst:
Funktionsfähigkeit der Lampen in den Leuchten, Funktionsfähigkeit der Zuleitungen, Funktionstests für Zentral- und Gruppenbatteriesysteme und Simulation des Netzausfalls für Einzelbatterieleuchten.
Zur **manuellen Prüfung** gehören
– ein jährlicher Betriebsdauertest außerhalb der Betriebszeit,
– ein täglicher manueller Funktionstest für Zentral- und Gruppenbatterien und
– ein wöchentlicher Test für die Einzelbatterien.

Die Schaltung mittels Prüftaster für die Funktionsüberwachung einer Einzelbatterieleuchte zeigt Bild ❽.
Über die regelmäßigen Prüfungen sind Prüfbücher zu führen, die eine Kontrolle über mindestens zwei Jahre gestatten. Die Batterien sind zu erneuern, wenn 2/3 der erforderlichen Nennbetriebsdauer unterschritten wird (Grenzbetriebsdauer). Werden automatische Prüfeinrichtungen verwendet, können die manuellen Funktionstests entfallen. Eine jährliche manuelle Prüfung genügt.
Für die **automatischen Prüfeinrichtungen** sind Programmier- und Überwachungseinheiten verfügbar, die auch entsprechende Schnittstellen für Bus-Systeme aufweisen. Diese Überwachungseinheiten können an den Batterieanlagen (siehe auch Bild ❼) oder an einer zentralen Überwachungsstelle angeordnet sein. Die Anforderungen an die automatischen Prüfeinrichtungen sind:
- ständige Überwachung der Ladung; bei periodischer Überwachung < 5 min,
- zyklische Überwachung der Umschaltung und der Funktionsfähigkeit der angeschlossenen Leuchten mit einem wöchentlichen Prüfzyklus bei Einzelbatterien und einem täglichen Prüfzyklus bei Gruppen- und Zentralbatterien,
- Registrierung der Fehler der Sicherheitsstromversorgung und der Störung in der Prüfeinrichtung, am Gerät oder an der zentralen Überwachungsstelle,
- Störungsmeldung bei einem Fehler im Übertragungsweg zur zentralen Überwachungsstelle und automatische Auslösung der Funktionstests aller Komponenten,
- Auswertung und Speicherung der Ergebnisse.

4 Fazit

Bei der Planung von Notbeleuchtungsanlagen ist von den entsprechenden Normen, DIN EN 1838 und DIN 5035 Teil 5 für die lichttechnischen und DIN VDE 0108 und DIN VDE 0107 auszugehen. Die speziellen festlegungen für die Notbeleuchtungsanlagen in den verschiedenen öffentlichen Gebäuden werden in einem folgenden Beitrag in der nächsten Ausgabe aufgeführt und erläutert.

Literatur:

[1] *Baer, R.:* Grundlagen der Notbeleuchtung. Elektropraktiker, Berlin 55(2001)3, S. 222-229.
[2] DIN EN 1838:1999-07 Notbeleuchtung
[3] *Baer, R.:* Praktische Beleuchtungstechnik; Elektropraktiker-Bibliothek. Berlin: Verlag Technik 1999.
[4] FGL: Informationen zur Lichtanwendung; Heft 10: Notbeleuchtung, Sicherheitsbeleuchtung, Frankfurt/M. 2000.
[5] DIN 5035 Teil 1:1990-07 Beleuchtung mit künstlichem Licht; Begriffe und allgemeine Anforderungen.
[6] *Schmidt, F.:* Brandschutz in der Elektroinstallation. Elektropraktiker-Bibliothek. Berlin: Verlag Technik 2000.