

# Leuchten und Beleuchtungsanlagen

Dipl.-Ing. Adalbert Hochbaum

## Einführung

Leuchten sind elektrische Betriebsmittel, die die Aufgabe haben, elektrische Energie in Licht umzuwandeln. Im Laufe der Zeit hat sich die Beleuchtungstechnik stark verändert. Die Erhöhung der Lichtausbeute und die designnerischen Belange waren wohl bedeutende Gründe dafür. Energiesparende Glühlampen, Leuchtstofflampen-Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten sowie die seit Jahren in stürmischer Entwicklung befindlichen Niedervolt-Beleuchtungen sind prägnante Beispiele.

In den folgenden Ausführungen werden hauptsächlich die sicherheitstechnischen Probleme und Erfordernisse aus der Sicht der Brandschadenverhütung behandelt. Hier waren die Sachversicherer oft die ersten, die auf Probleme und Mängel hingewiesen sowie auf Verbesserungen gepocht haben. Die zwangsläufig vor Ort gesammelten Erfahrungen kamen so nicht zuletzt auch der Normungsarbeit zugute. Der Verband der Sachversicherer (VdS) hat bereits vor mehr als 20 Jahren Richtlinien für Elektrische Leuchten herausgegeben (VdS 2005).

## Brandursachen

Bei Glühlampen-Leuchten erfolgt der Energieumsatz überwiegend in der Lampe. Bei einer Nennleistung von 100 Watt werden etwa 90 Watt der zugeführten elektrischen Energie in Wärme umgesetzt, was also einem Wirkungsgrad von nur 10 % entspricht.

Am Rand einer 100 Watt-Glühlampe entsteht eine Temperatur von mehr als 250 °C, an einer 25 Watt-Lampe immerhin noch 100 °C. Glühlampen müssen deshalb in ausreichendem Abstand zu brennbaren Materialien angebracht werden. Aber auch unzureichende Abstände zu nichtbrennbaren Flächen sollten vermieden werden, da sonst aufgrund der höheren Betriebstemperaturen in den Lampen deren Lebensdauer erheblich herabgesetzt wird.

*Dipl.-Ing. Adalbert Hochbaum  
Verband der Sachversicherer e.V.  
Schadenverhütung und Technik  
Technisches Referat 1,  
Köln*

Auch bei Leuchten mit Entladungslampen beträgt der Energieumsatz in Licht nur etwa 10 % der aufgenommenen Leistung.

Diese Leuchten können nur betrieben werden, wenn ausreichend hohe Spannungen zur Zündung der Lampen erzeugt werden, und nach dem Zündvorgang eine Begrenzung des Lampenstromes erfolgt. Diese Funktion übernehmen Vorschaltgeräte.

Bei der konventionellen Technik sind dies in der Regel Drosselspulen. Sie können im Normalbetrieb eine Verlustleistung bis zu 25 % der Leuchten-Nennleistung verursachen. Bei elektronischen Vorschaltgeräten, die die Betriebsfrequenz der Leuchten auf 30 kHz anheben und dadurch eine bessere Lichtausbeute in den Entladungslampen bewirken, reduziert sich die Verlustleistung auf etwa 10 % der Nennleistung der Leuchte.

Die im Vergleich zu Glühlampen energetische Aufteilung in Leuchten für Entladungslampen auf mehrere Bauteile könnte zu dem Schluß führen, daß Entladungslampen-Leuchten weniger gefährlich als Glühlampen-Leuchten sind. Wie die Praxis zeigt, ist dies jedoch ein Trugschluß. Messungen zeigen, daß im Normalbetrieb Drosselspulen eine Betriebstemperatur von über 100 °C und im anomalen Betrieb fast 200 °C annehmen können. Als anomaler Betrieb wird der Betriebszustand bezeichnet, bei dem sich der Zündvorgang ständig wiederholt (Flackern der Lampe).

Ursache hierfür sind z. B. fehlerhafte Starter oder Lampen, die das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben. Mängel also, die mit wenig Aufwand behoben werden könnten.

Hält der anomale Betrieb längere Zeit an, altert die Isolierung der Wicklung in der Drosselspule aufgrund der erhöhten Temperatur schneller. Die Lebensdauer der Drosselspule wird herabgesetzt. Akute Brandgefahr liegt vor, wenn sich die Isolierung der Drosselspule aufgrund des geschilderten Vorganges soweit verschlechtert hat, daß Windungsschlüsse entstehen. In diesem Stadium können Temperaturen von mehr als 300 °C am Spulenkörper auftreten.

Diese Erkenntnisse führten bereits in den 60er Jahren zu der Forderung der Sachversicherer, Leuchtstofflampen-Leuchten nicht mehr zur unmittelbaren Montage auf brennbarer Unterlage zuzulassen. Die geforderten Sicherheitsmaßnahmen sind heute noch Bestandteil der Errichtungsbestimmung DIN VDE 0100 Teil 559.

In der Werbung für Niedervoltleuchten wird oft die Ungefährlichkeit dieser Leuchtentechnik herausgestellt. Gemeint ist die geringe Nennspannung. Um aber auch Brandgefahren abzuwehren, bedarf es weitergehender Maßnahmen.

Bei Niedervolt-Halogen-Glühlampen werden etwa 85 % der zugeführten elektrischen Energie in Wärme umgesetzt. Es entstehen am

- Lampenkolben Temperaturen von mehr als 500 °C und
- Reflektor Temperaturen von mehr als 200 °C.

Die Wärmeenergie wird bei

- Aluminium-Reflektoren zu 90 % in Strahlungsrichtung und zu 10 % über den Reflektor und die Fassung, bei
- Kaltlicht-Reflektoren zu 40 % in Strahlungsrichtung und zu 60 % über den Reflektor und die Fassung an die Umgebung abgegeben.

Praktische Fälle zeigen, daß sich infolge der starken Wärmeentwicklung Lampen aus ihren Halterungen lösen, herabfallen und brennbare Materialien entzünden. Es müssen deshalb besondere Anforderungen an die verwendeten Isolierstoffe und an die Kontakttechnik gestellt werden.

Auch muß davon ausgegangen werden, daß Niedervolt-Halogen-Lampen platzen und die aus den Leuchten herausfallenden heißen Lampenteile ebenso zur Brandausweitung beitragen können.

Die Sachversicherer fordern sowohl in den zuständigen Normungsgremien als auch in ihren Richtlinien einen Herabfallschutz. Eine Reihe von Herstellern liefert auch bereits Leuchten mit Schutzscheiben. Schutzscheiben müssen die gesamte Lichtaustrittsöffnung der Leuchte abdecken.

Bei Leuchten mit geschlossener Schutzscheibe wird sich der prozentuale Anteil der Wärmeableitung über die Fassung noch verstärken. Die in diesen Bereichen verwendeten Isolierstoffe müssen deshalb von den Konstrukteuren entsprechend ausgewählt werden.

Die starke Wärmeabführung im Bereich der Fassung ist auch bei Einbau der Leuchten in Zwischendeckenbereichen oder anderen Hohlräumen zu berücksichtigen. Die Installation muß im Zwischenraum ausreichende Luftzirkulation ermöglichen, um Wärmestaus vorzubeugen.

Brandgefahren durch Niedervolt-Halogen-Beleuchtungen entstehen u. a. durch

- falsche Auswahl der Transformatoren bzw. Konverter,

- Einsatz von ungeeigneten Transformatoren und Konvertern auf brennbarer Unterlage,
- Leiterschluß nichtisolierter Leitungen,
- zu geringe Leiterquerschnitte,
- ungeeignete und fehlerhafte Anschluß- und Verbindungsstellen,
- Verwendung elektrisch leitender Teile von Gebäuden und Einrichtungsgegenständen als stromführende Leiter,
- Anlagen in Zwischendeckenbereichen und anderen Hohlräumen mit unzureichender Luftzirkulation,
- unzureichende Sicherheitsabstände der Leuchten zu brennbaren Materialien,
- Lampen, die aus ihren Fassungen herausfallen sowie
- platzende Lampen.

In Leuchtröhrenanlagen (Anlagen mit Nennspannungen über 1000 V) können durch Feuchte und Nässe Überschläge und Fehlerströme entstehen, die brennbare Materialien, wie Abdeckungen und Kabel, entzünden können. DIN VDE 0128 „Leuchtröhrenanlagen mit Nennspannungen über 1000 V“ fordert deshalb den Einsatz von Erdschluß-Schutzschaltern. Diese erfassen bereits Fehlerströme von 25 mA und schalten die fehlerhafte Anlage innerhalb 5 s ab. Ein weiterer Schwachpunkt in diesen Anlagen sind die Anschluß- und Verbindungsstellen. Hier werden z. B. Kabel und Leuchtröhren-Anodenanschlüsse durch Verzwirbeln der feinstdrähtigen Leiter verbunden. Verbindungen sollten durch Schraubklemmen, Quetschen, Lötens oder Nietens hergestellt werden.

## VDE-Bestimmungen, Richtlinien und technische Hinweise der Hersteller

Für die Herstellung von Leuchten gelten die Bestimmungen DIN VDE 0710 und DIN VDE 0711. Letztgenannte Bestimmung wurde im Jahre 1991 als weltweit harmonisierte Norm IEC 598 auch in Deutschland eingeführt.

Für das Anbringen von Leuchten in bzw. an Einrichtungsgegenständen und Möbeln sowie in feuergefährdeten Betriebsstätten mit brennbaren Stäuben und Fasern gelten nach wie vor die entsprechenden Teile von DIN VDE 0710.

Dies sind:

- Teil 5 „Leuchten mit begrenzten Oberflächen-Temperaturen“ (Kennzeichnung  $\nabla_F$   $\nabla_F$ ) und
  - Teil 14 „Leuchten zum Einbau in Möbel“ (Kennzeichnung  $\nabla_W$  bzw.  $\nabla_W$   $\nabla_W$ ).
- Vorschaltgeräte müssen DIN VDE 0712 „Bestimmungen für Entladungslampen-Zubehör mit Nennspannungen bis

1000 V“ genügen. Dies gilt auch für Starter-Geräte. Bei der Herstellung von Lampen sind die Sicherheitsanforderungen in DIN VDE 0715 zu beachten. Für Zubehör zu Leuchtröhrenanlagen über 1000 V gilt DIN VDE 0713.

Für die Errichtung von Beleuchtungsanlagen gelten die Bestimmungen DIN VDE 0100 Teil 559. Weiterhin sind neben den gesetzlichen und behördlichen auch die Sicherheitsvorschriften der Feuerversicherer zu beachten, insbesondere die „Sicherheitsvorschriften für Starkstromanlagen bis 1000 V“, VdS 2046, und die Richtlinien für den Brandschutz „Elektrische Leuchten“, VdS 2005.

Nicht zuletzt wird auch auf die technischen Unterlagen der Hersteller von Leuchten hingewiesen. Insbesondere sind die Sicherheitshinweise, z. B. vorgeschriebenen Sicherheitsabstände, Montagearten und Kennzeichnungen zu beachten. Dies ist für einen vorschriftsmäßigen und gefahrlosen Betrieb der Leuchten Voraussetzung.

## Prüfzeichen

Leuchten sind elektrische Betriebsmittel im Sinne des Gesetzes für technische Arbeitsmittel (GtA), genannt Gerätesicherheitsgesetz (GSG).

Sind sie mit dem Zeichen  $\text{GS}$  und einem Prüfstellenzeichen, z. B.  $\text{DVE}$  (Verband Deutscher Elektrotechniker e.V., VDE) oder nur mit dem Zeichen  $\text{DVE}$  versehen, erfüllen sie die geltenden Sicherheitsanforderungen.

## Auswahl und Errichtung

Leuchten sind aus der Sicht des Brandschutzes so auszuwählen, daß Personen und Sachen durch zu hohe Temperaturen nicht gefährdet werden. Hinsichtlich der thermischen Wirkung der Leuchten auf die Umgebung ist zu beachten

- das Brandverhalten des Materials der Befestigungsfläche und anderer Flächen, die durch den Betrieb der Leuchten thermisch beeinflusst werden können und
- bei Strahlerleuchten zusätzlich der Mindestabstand im Strahlengang zu brennbaren Materialien.

Sollen Leuchten auf brennbarer Unterlage und in der Nähe brennbaren Materials angeordnet werden, sind solche mit der Kennzeichnung  $\nabla_F$  auszuwählen.

## Leuchten mit der Kennzeichnung $\nabla_F$

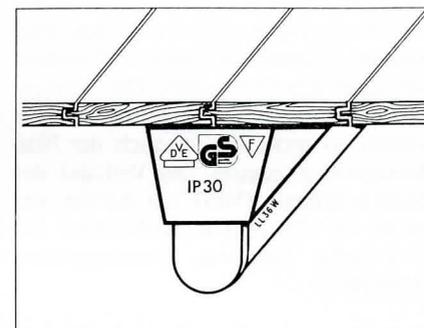
Dies sind Leuchten mit Entladungslampen

(Bild 1). Leuchten, die die Kennzeichnung  $\nabla_F$  tragen, müssen so gebaut sein, daß an der Befestigungsfläche die Temperatur im Normalbetrieb 95 °C, im anomalen Betrieb 130 °C und im Fehlerfall des Vorschaltgerätes 180 °C nicht überschritten wird.

Die Einhaltung dieser Temperaturen an der Leuchte wird durch entsprechende Sicherheitsabstände zwischen Vorschaltgerät und Leuchtenkörper, ausreichende Wärmeverteilung, den Einsatz von Vorschaltgeräten mit Temperatursicherung oder elektronische Vorschaltgeräte erreicht.

F-Leuchten sind zur unmittelbaren Montage auf Gebäudeteilen aus nicht-brennbaren sowie schwer- und normalentflammbaren Baustoffen nach DIN 4102 geeignet. Leuchten mit der Kennzeichnung  $\nabla_F$  dürfen auch auf diesen gleichzusetzenden Baustoffen montiert werden, soweit deren Entzündungstemperatur mindestens 200 °C beträgt.

Bild 1



Leuchtstofflampen-Leuchte mit der Kennzeichnung  $\nabla_F$

Da der Nachweis der Entzündungstemperatur von Bauteilen für den Errichter elektrischer Beleuchtungsanlagen zu umständlich ist, wurde seinerzeit in den Errichtungsbestimmungen als Auswahlkriterium nur der Bezug auf DIN 4102 eingeführt. DIN 4102 ist die Norm, die zur Beurteilung des Brandverhaltens von Baustoffen und Bauteilen herangezogen wird. Im Teil 4 dieser Norm sind Beispiele für bereits klassifizierte Materialien aufgelistet. Besteht in der Praxis Unklarheit über die Einstufung der Materialien, sind der Architekt oder Bauingenieur nach entsprechenden Zertifikaten zu befragen. Die Tabelle 1 zeigt eine Auswahl klassifizierter Materialien. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, daß nach dem Baurecht leichtentflammbare Baustoffe nicht zugelassen sind.

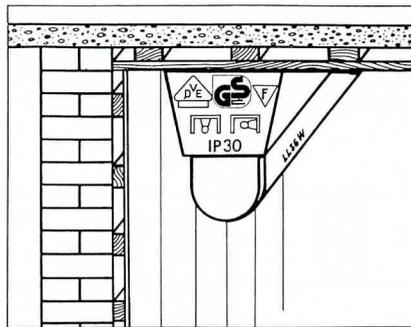
Bei F-gemarkneten Leuchten besteht für den Hersteller nicht die Verpflichtung, Montagearten und Sicherheitsabstände anzugeben. Dies ist ein Mangel. Denn bei Anordnung in der Nähe brennbarer Stoffe, z. B. in Wand-

nischen, kann es zum Wärmestau kommen (Bild 2). Die Sachversicherer plädieren deshalb in ihren Richtlinien (VdS 2005) dafür, in solchen Fällen den Hersteller nach zulässigen Montagearten zu befragen oder  $\nabla_M$ - bzw.  $\nabla_M \nabla_M$ -gekennzeichnete Leuchten zu verwenden.

Tabelle 1

Baustoffe nach DIN 4102	
nichtbrennbare	
●	Beton, Stahlbeton, Spannbeton, Steine und Bauplatten aus mineralischen Bestandteilen, auch mit üblichen Anteilen von Mörtel- oder Betonzusatzmitteln;
●	Fibersilikat, Silikatasbest, Asbestzement, Ziegel, Glas, Steinzeug, keramische Platten;
●	Metalle und deren Legierungen.
schwerentflammbare	
●	Holzwohle-Leichtbauplatten nach DIN 1101;
●	Gipskartonplatten nach DIN 18 180 mit geschlossener oder angelochter Oberfläche;
●	Tapeten bis 150 g/m <sup>2</sup> – auch Raufasertapeten mit Dispersionsanstrich – soweit sie auf massivem mineralischem Untergrund aufgeklebt sind;
●	Asbestpappe und Asbestpapier nach DIN 3752.
normalentflammbare	
●	Holz (auch Kiefer, Lärche, Eiche), Holzwerkstoffe wie Spanplatten, Tischlerplatten mit einer Dicke > 2 mm, die vollflächig durch eine nichtthermoplastische Verbindung mit Holzfurnieren oder mit dekorativen Schichtpreßstoffplatten nach DIN 16 926 beschichtet sind;
●	Kunststoffbeschichtete dekorative Flachpreßplatten für allgemeine Zwecke nach DIN 68 765 mit einer Dicke $\geq 4$ mm;
●	Kunststoffbeschichtete dekorative Holzfasernplatten nach DIN 68 751 mit einer Dicke $\geq 3$ mm;
●	Dekorative Schichtpreßstoffplatten nach DIN 16 926;
●	Tafeln aus PVC hart nach DIN 16 927 Teil 1 und Teil 2;
●	Massives Polyäthylen und Polypropylen mit einer Dicke $\geq 2$ mm;
●	Tafeln aus gegossenem Polymethylmethacrylat nach DIN 16 957 mit einer Dicke $\geq 2$ mm;
●	Vinylasbest-Platten und Kunstharz-Asbestplatten nach DIN 16 950.

Bild 2

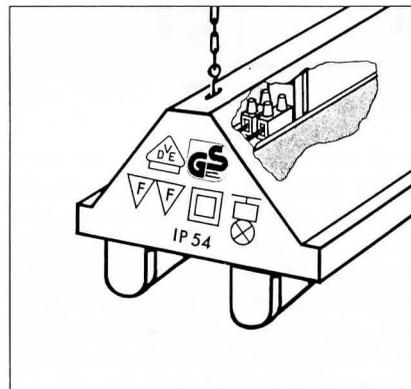


Auch Leuchtstofflampen-Leuchten mit dem Kennzeichen  $\nabla_F$  müssen in ausreichendem Abstand zu brennbaren Flächen montiert werden.

## Leuchten mit der Kennzeichnung $\nabla_F$ $\nabla_F$

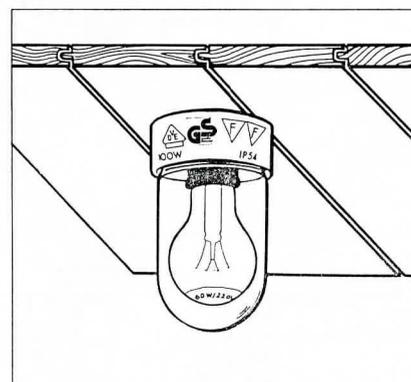
Diese Leuchten können sowohl Glühlampen-Leuchten als auch Leuchten mit Entladungslampen sein (Bild 3 und 4). Leuchten mit dieser Kennzeichnung garantieren eine begrenzte Oberflächentemperatur. Sie können im Fehlerfall keine Temperaturen annehmen, die zur Entzündung von brennbaren Stäuben oder Fasern führen. Sie sind deshalb zur Montage in Betriebsstätten

Bild 3



Leuchtstofflampen-Leuchte mit der Kennzeichnung  $\nabla_F$   $\nabla_F$

Bild 4



Glühlampen-Leuchte mit der Kennzeichnung  $\nabla_F$   $\nabla_F$

mit Staubanfall geeignet. Die Entzündungstemperatur von brennbaren Stäuben liegt bei etwa 115 °C (untere Glimmtemperatur).

Die äußeren waagerechten Flächen dieser Leuchten dürfen auch im Fehlerfall des Vorschaltgerätes keine höhere Temperatur als 115 °C annehmen. Diese Forderung gilt nicht für Stellen, an denen sich keine brandgefährlichen Mengen Staub und Fasern ansammeln können, z. B. an den Unterseiten, den senkrechten Flächen und solchen Flächen, die bis zu einem Winkel von 30 °C zur Lotrechten geneigt sind.

Für diese Leuchtenart muß der Hersteller die zulässigen Montagearten (Tabelle 2, Seite 20) anbringen. Diese müssen sowohl in der Montageanweisung als auch auf der Leuchte angegeben sein.

## Leuchten mit der Kennzeichnung $\nabla_M$ oder $\nabla_M \nabla_M$

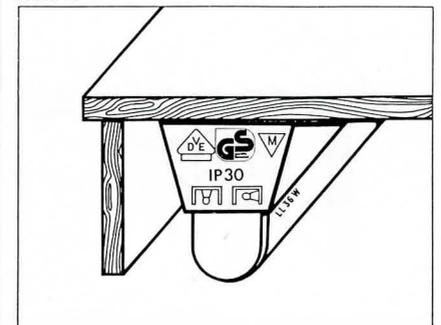
Das Kennzeichen  $\nabla_M$  ist nur auf Leuchten mit Entladungslampen (Bild 5) anzutreffen. Sie sind für die Montage auf Einrichtungsgegenständen (Möbel) aus Werkstoffen geeignet, die in ihrem Brandverhalten nichtbrennbaren, schwer- oder normalentflammbaren Baustoffen im Sinne von DIN 4102 entsprechen, auch wenn sie beschichtet, lackiert oder furniert sind.

Die Tatsache, daß Beschichtungen, Lackierungen und Furniere auf Einrichtungsgegenständen nicht beachtet werden müssen, bedeutet für den Errichter bei der Auswahl der Leuchten eine erhebliche Vereinfachung.

M-Leuchten werden auch Möbelleuchten genannt.

Das Temperaturverhalten entspricht einer Leuchte mit F-Kennzeichnung. Der Unterschied zu F-Leuchten besteht darin, daß Montagearten und Sicherheitsabstände eingehalten werden müssen. Dadurch ist gewährleistet, daß an der Befestigungsfläche sowie an allen der Leuchte benachbarten Flächen im anomalen Betrieb keine höhere Temperatur als 130 °C und im Fehlerfall des Vorschaltgerätes nicht mehr als 180 °C entsteht.

Bild 5



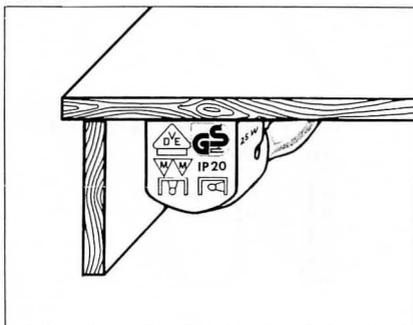
Leuchtstofflampen-Leuchte mit der Kennzeichnung  $\nabla_M$

Tabelle 2 Kennzeichen der Montagearten

Montage	Kennzeichen für die Montageart (MA)	
	geeignete MA	nicht geeignete MA
1. an der Decke		
2. an der Wand		
3. waagrecht an der Wand		
4. senkrecht an der Wand		
5. an der Decke und waagrecht an der Wand		
6. an der Decke und senkrecht an der Wand		
7. in der waagerechten Ecke, Lampe seitlich		
8. in der waagerechten Ecke, Lampe unterhalb		
9. in der waagerechten Ecke, Lampe seitlich und unterhalb		
10. im U-Profil		
11. am Pendel		

Da für Einrichtungsgegenstände das Baurecht nicht gilt, können Werkstoffe verwendet werden, deren Brandverhalten bzw. Entflammungseigenschaften nicht bekannt sind. In solchen Fällen dürfen zur unmittelbaren Anbringung auf diesen Gegenständen nur Leuchten der Kennzeichnung  $\nabla_M$  eingesetzt werden (Bild 6). Sie sind so gebaut, daß auch im Fehlerfall an der Befestigungsfläche und an den benachbarten Flächen der Leuchte eine Temperatur von 115 °C nicht überschritten wird.

Bild 6



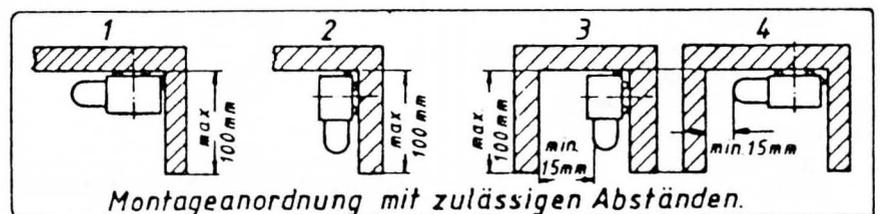
Glühlampen-Leuchte mit der Kennzeichnung  $\nabla_M$

Für Leuchten mit der Kennzeichnung  $\nabla_M$  oder  $\nabla_{M/M}$  sind vom Hersteller in einer Montageanweisung Angaben über die Ein- oder Anbaumöglichkeiten (Tabelle 2) zu machen. Darin sind notwendige Sicherheitsabstände oder auch Zugentlastungen für Leitungen anzugeben (Bild 7).

Bild 7



Schutzklasse I  
Schutzart IP 20  
Funkentstört



In den Tabellen 3 und 4 sind die Auswahlkriterien für Leuchten zusammengefaßt. Die Tabelle 3 gilt für Leuchten, die auf Gebäudeteilen, wie Wände und Decken, angebracht werden sollen. Für Leuchten, die in und an Einrichtungsgegenständen (Möbel) angebracht werden sollen, gilt Tabelle 4.

Leuchten für Entladungslampen ohne Kennzeichnung dürfen auf Gebäudeteile aus schwer- oder normalentflammenden Baustoffen nicht unmittelbar angebracht werden. Hier ist ein Luftabstand zwischen brennbarer Befestigungsfläche und Leuchte von mindestens 35 mm einzuhalten. Außerdem müssen die Leuchten, wenn sie nicht geschlossen sind, mit einem mindestens 1 mm starken Blech zur brennbaren Fläche hin abgedeckt werden (siehe VdS-Druckstück 2005).

Vorschaltgeräte, die für den Einbau in Leuchten bestimmt sind, dürfen außerhalb von Leuchten nicht unmittelbar auf brennbarer Unterlage montiert werden. Sie dürfen außerhalb von Leuchten auf brennbarer Unterlage nur dann angebracht werden, wenn ein Mindestabstand von 35 mm zur Befestigungsfläche und ein ausreichender Abstand zu anderen thermisch beeinflussten Flächen eingehalten wird (Bild 8). Werden sie in Gehäusen angeordnet, ist für eine ausreichende Ableitung der Wärme zu sorgen. Diese Aussagen mußten in die Errichtungsbestimmungen aufgenommen werden, obwohl es Baubestimmungen für Vorschaltgeräte als unabhängiges Zubehör gibt, die mit dem Zeichen  $\text{FL}$  gekennzeichnet und zur unmittelbaren Montage auf brennbarer Unterlage geeignet sind.

## Durchgangsverdrahtung

Der Errichter darf Leitungen durch Leuchten nur verlegen, wenn diese für eine Durchgangsverdrahtung geeignet

Tabelle 3 Leuchten für die Montage auf Gebäudeteilen

Gebäudeteile aus Baustoffen nach DIN 4102 <sup>1)</sup>	Leuchten für Entladungslampen <sup>2)</sup>	Leuchten für Glühlampen
nichtbrennbar	alle Leuchten	alle Leuchten
schwer- oder normalentflammbar <sup>3)</sup>	nur Leuchten mit den Kennzeichen ▽, ▽, ▽▽ oder ▽▽	

1) Materialien, die nach dem Einbau noch leichtentflammbar im Sinne von DIN 4102 sind, dürfen nach den Bauordnungen der Bundesländer für Gebäudeteile nicht verwendet werden.  
2) Auch Leuchten mit getrennt angeordneten Vorschaltgeräten nach VDE 0710 Teil 1, VDE 0710 Teil 5\*, VDE 0710 Teil 14 oder nach VDE 0710 Teil 15.  
3) Bei Beeinträchtigung der Wärmeableitung sind auch hier Montageanweisungen des Herstellers einzuhalten. Gegebenenfalls muß erfragt werden, wie die Anbringung erfolgen kann.

Tabelle 4 Leuchten (Möbelleuchten) für die Montage in und an Einrichtungsgegenständen

Einrichtungsgegenstände aus Werkstoffen	Leuchten für Entladungslampen <sup>1)</sup> mit den Zeichen	Leuchten für Glühlampen mit dem Zeichen
● die in ihrem Brandverhalten nicht-brennbaren Baustoffen im Sinne von DIN 4102, z. B. Metall, entsprechen. 2)		
● die in ihrem Brandverhalten schwer- oder normalentflammbaren Baustoffen im Sinne von DIN 4102, z. B. Holz oder Holzwerkstoffen, auch wenn sie beschichtet, lackiert oder furniert sind, entsprechen. 2)	▽ oder ▽▽	▽▽
● deren Brandverhalten nicht bekannt ist; gilt auch, wenn sie beschichtet, furniert oder lackiert sind.	▽▽	

1) Auch Leuchten mit getrennt angeordneten Vorschaltgeräten nach VDE 0710 Teil 1, VDE 0710 Teil 14 und VDE 0710 Teil 15.  
2) ▽-gekennzeichnete Leuchten können in oder an Einrichtungsgegenständen nicht angebracht werden, da keine Angaben über die Montagearten und -abstände bekannt sind

## Leuchten in der Nähe leichtentzündlicher Stoffe

An Orten, an denen leichtentzündliche Stoffe verwendet, ausgestellt oder gelagert werden, müssen Leuchten und außerhalb von Leuchten angeordnete Vorschaltgeräte so angebracht sein, daß die leichtentzündlichen Stoffe sich nicht soweit nähern können, daß Brandgefahren hervorgerufen werden. Dies trifft zu für Beleuchtungen in Schaufenstern, Lägern und in der Nähe von Fenstern mit Vorhängen und Gardinen.

Die Versicherer fordern aus diesem Grund in ihren Richtlinien, im Strahlengang einen Mindestabstand von 1 m zu brennbaren Gegenständen einzuhalten (Bild 9, Seite 22). Bei Leuchten mit hohen Lichtleistungen können größere Abstände erforderlich sein. Hier sind die Herstellerangaben zu befolgen.

Die Leuchten müssen so angebracht oder aufgestellt werden, daß an angestrahlten brennbaren Stoffen oder Flächen keine höhere Temperatur als 95 °C verursacht wird.

Bei Einsatz von Strahlerleuchten und Scheinwerfern in der Nähe leichtentzündlicher Stoffe müssen Vorrichtungen vorhanden sein, die verhindern, daß weder Lampe noch Lampenteile herausfallen können, z. B. Schutzscheiben oder Drahtkörbe.

Hand- oder Hohlraumleuchten müssen mit nichtbrennbaren Schutzgläsern oder Schutzkörben ausgewählt und von leichtentzündlichen Stoffen, wie z. B. Heu, Holzspäne, Holzwolle, Papier, Schaumkunststoffe, ferngehalten werden.

## Ausreichend feuersichere Trennung

Die Sachversicherer fordern über die DIN VDE-Bestimmungen hinaus die feuersichere Trennung von zur Befestigungsfläche hin offenen elektrischen Betriebsmitteln, also auch für Leuchten. Als ausreichend sichere Trennung gilt z. B. das Einfügen einer Isolierstoffunterlage von mindestens 1,5 mm Dicke aus:

- Hartpapier auf Phenolharz-Basis, Hp 2063, DIN 7735,
- Hartpapier auf Epoxidharz-Basis, Hp 2361.1, DIN 7735,
- Hartglasgewebe auf Epoxidharz-Basis, Hgw 2372.1, DIN 7735 sowie
- Glashartmatte auf Polyester-Basis, Hm 2471, DIN 7735.

Andere Werkstoffe sind geeignet, wenn sie der Prüfung nach DIN VDE 0471 Teil 2-2 „Prüfung mit der Nadelflamme“ genügen. Die Einwirkdauer der 12 mm

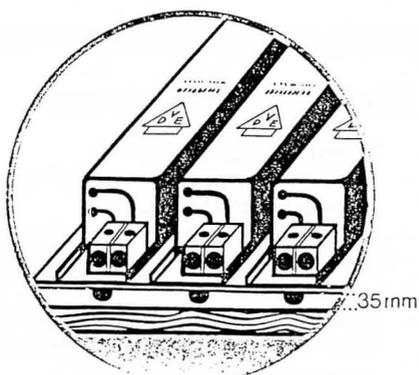
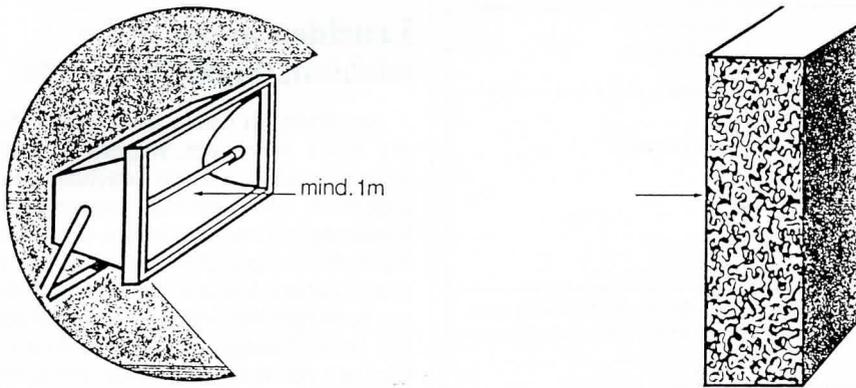


Bild 8 (links)

sind. In der Regel stehen ihm die von den Herstellern als Zubehör angebotenen vorgefertigten Verdrahtungen zur Verfügung. Ist dies nicht der Fall, dürfen nur wärmebeständige Leitungen der Bauart HO 5 SJ-K nach DIN VDE 0282 Teil 601 oder diesen gleichwertige verwendet werden. Dies sind wärmebeständige Silikon-Aderleitungen, deren zulässige thermische Dauerbelastung bei einer Temperatur von über 180 °C liegt.

Bild 9



hohen Flamme beträgt dabei 15 s. Nach Entzug der Flamme muß der Werkstoff innerhalb 3 s verlöschen.

## Feuergefährdete Betriebsstätten

Die Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel in diesen Bereichen ist nach DIN VDE 0100 Teil 720 vorzunehmen. Nach dieser Norm werden feuergefährdete Betriebsstätten wie folgt definiert:

„Feuergefährdete Betriebsstätten sind Räume, Orte oder Stellen in Räumen oder im Freien, bei denen die Gefahr besteht, daß sich nach den örtlichen und betrieblichen Verhältnissen leichtentzündliche Stoffe in gefährdender Menge den elektrischen Betriebsmitteln so nähern können, daß höhere Temperaturen an diesen Betriebsmitteln oder Lichtbögen eine Brandgefahr bilden.“

In zwei Anmerkungen zu dieser Begriffsbestimmung werden Beispiele für feuergefährdete Betriebsstätten genannt und der Hinweis gegeben, daß hinsichtlich der Einordnung von Räumen als feuergefährdete Betriebsstätten die behördlichen Verordnungen beachtet werden müssen.

Für die Einstufung von Räumen besonderer Art oder Nutzung, wie sie auch feuergefährdete Betriebsstätten darstellen, sind die Gewerbeaufsichtsämter zuständig. In den Richtlinien VdS 2033 sind eine Reihe von Beispielen für feuergefährdete Betriebsstätten und diesen gleichgestellte Risiken aufgeführt.

Leichtentzündlich sind brennbare feste Stoffe, die der Flamme eines Zündholzes 10 s ausgesetzt, nach Entfernen der Zündquelle von selbst weiterbrennen oder weiterglimmen. Dies trifft z. B. für Heu, Stroh, Strohstaub, Hobelspäne, lose Holzwohle, Magnesiumspäne, Reisig, loses Papier, Baum- und Zellwollfasern zu.

In feuergefährdeten Betriebsstätten sind elektrische Betriebsmittel, also auch Leuchten, mindestens in der Schutzart IP 4X einzusetzen. Die Leuchten müssen weiterhin einen Herausfallschutz aufweisen. Dieser soll verhindern, daß Einbauteile, z. B. Lampen oder heiße Lampenteile von geplatzten Lampen, zur Brandausweitung beitragen. Sind besondere mechanische Beanspruchungen zu erwarten, müssen Vorrichtungen wie Schutzkörbe und Gitter vorhanden sein.

In Räumen mit brennbaren Stäuben/Fasern, wie Holzstaub und Baumwollfasern, muß verhindert werden, daß diese in brandgefährlicher Menge in die Leuchten eindringen oder sich auf den Leuchten ablagern.

Es sind deshalb mindestens staubgeschützte Leuchten (Schutzart IP 5X) mit begrenzter Oberflächentemperatur auszuwählen. Leuchten mit der Kennzeichnung  $\nabla$   $\nabla$  sind dafür geeignet.

## Landwirtschaftliche Betriebsstätten

Je nach Gefährdungsgrad können Bereiche in landwirtschaftlichen Betrieben gleichzeitig auch feuergefährdete Betriebsstätten sein. DIN VDE 0100 Teil 705 von November 1984 schreibt vor, daß Ställe (auch Räume für Geflügelhaltung) und Nebenräume von Ställen, Räume für Intensivtierhaltung, Lager und Vorratsräume für Stroh, Hexel, Kraftfutter, Düngemittel sowie Räume, in denen z. B. Körner, Grünfutter, Kartoffeln aufbereitet werden (trocknen, dämpfen und dergleichen), in jedem Fall als feuergefährdete Betriebsstätten gelten. Diese Bereiche sind in der neuen DIN VDE 0100 T 705 nicht mehr genannt.

Dies ändert jedoch nichts an der Tatsache, daß für die genannten Bereiche auch weiterhin nicht nur die Anforderungen an Beleuchtungsanlagen nach

DIN VDE 0100 T 720 eingehalten werden müssen.

Immer wieder kommt es in landwirtschaftlichen Betrieben durch sogenannte ISO-Oval-Leuchten zu Bränden, weil die Leuchten durch Erntegut verdeckt werden. Die Gehäuse aus thermoplastischen Werkstoffen werden thermisch zerstört. Gleiche Auswirkungen treten auf, wenn sie mit Lampen betrieben werden, deren maximal zulässige Nennleistung überschritten wird. Die Sachversicherer schlagen aus diesem Grunde vor, Leuchten aus keramischen oder anderen hitzebeständigen Werkstoffen zu verwenden.

Leuchten sollten so angebracht werden, daß sie mit Erntegütern nicht in Berührung kommen können, z. B. an hierfür geeigneten Stellen oder durch die Anbringung von Schutzvorrichtungen. Ist der Betriebszustand der Leuchten von den üblicherweise begangenen Wegen nicht sichtbar, sollten Signalleuchten an geeigneten Stellen angebracht werden wie z. B. in unmittelbarer Nähe des Schalters.

## Elektronische Datenverarbeitungsanlagen

Nach dem vom Verband der Sachversicherer gemeinsam mit dem Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI) erstellten Merkblatt, VdS 2007 „Elektronische Datenverarbeitungsanlagen“, dürfen in solchen Räumen nur Leuchten mit Entladungslampen vorgesehen werden, die mit

- Drosselspulen mit Temperatursicherungen und flamm- oder platzsicheren Kondensatoren (Kennzeichnung FP) oder
- elektronischen Vorschaltgeräten nach DIN VDE 0712 Teil 201 (z. Zt. Entwurf) ausgerüstet sind.

Nach den Baubestimmungen für elektronische Vorschaltgeräte dürfen diese im Normalbetrieb keine höhere Temperatur als 95 °C annehmen. Im anomalen Betrieb wie im Fehlerfall darf die Temperatur 115 °C nicht überschreiten.

## Niedervolt-Beleuchtung

- Es wird unterschieden nach
- steckerfertigen Leuchten, z. B. Tisch- oder Standleuchten, nach
  - Leuchtensystemen (Leuchtensets) nach DIN VDE 0711 Teil 500 (Entwurf) und
  - Leuchten-Anlagen, die nach DIN VDE 0100 Teil 559 A 2 (Entwurf) geplant und errichtet werden.

An dieser Stelle wird auch auf das Merkblatt VdS 2302 „Niedervolt-Beleuchtung“ und die Richtlinien VdS 2324 „Niedervolt-Beleuchtungsanlagen und -systeme“ hingewiesen.

Niedervolt-Beleuchtungssysteme nach DIN VDE 0711 Teil 500 werden von den Herstellern komplett mit den erforderlichen Einzelkomponenten geliefert. Sie sind nur zur Anwendung in trockenen Räumen geeignet.

Niedervolt-Beleuchtungsanlagen und -systeme werden mit niedrigen Spannungen, z. B. 12 Volt, betrieben und bestehen in der Regel aus

- Transformatoren/Konvertoren (Elektronische Transformatoren),
- Schutzeinrichtungen,
- Leuchten, z. B. mit Aluminium- oder Kaltlichtreflektoren,
- Kabel, Leitungen, Träger- und Profilleitern,
- Anschluß- und Verbindungselementen (Klemmen) sowie
- Befestigungsmitteln.

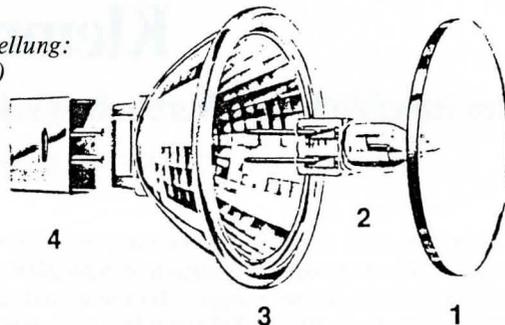
Es sind Leuchten mit Schutzscheibe auszuwählen, um das Herausfallen von Lampen und Lampenteilen zu verhindern (Bild 10). In Strahlungsrichtung ist ein Abstand von mindestens 0,5 m zu brennbaren Materialien einzuhalten, es sei denn, der Hersteller macht andere Angaben. Ebenso ist ein ausreichender Abstand von den Reflektoren zu brennbaren Teilen zu gewährleisten. Bei Einbau in Hohlräumen, z. B. Zwischendeckenbereichen, ist für ausreichende Luftzirkulation und Wärmeableitung zu sorgen. Bei Niedervoltleuchten, insbesondere mit sogenannten Kaltlichtreflektoren, wird die von der Lampe erzeugte Wärme in hohem Maße nicht in Strahlungsrichtung, sondern über den Reflektor bzw. die Fassung abgeleitet. Kaltlichtreflektoren werden immer dann eingesetzt, wenn das angestrahlte Gut keine hohen Temperaturen verträgt, wie z. B. Fleisch, Kuchen u. a. m..

Transformatoren müssen nach DIN VDE 0551 ausgewählt werden; dies sind Sicherheitstransformatoren. Sie müssen außerdem kurzschlußfest sein. Elektronische Transformatoren - Schaltnetzteile - müssen DIN VDE 0712 Teil 24 (Entwurf) genügen.

Transformatoren dürfen unmittelbar auf brennbarer Unterlage nur angebracht werden, wenn sie wie bei Möbelleuchten mit dem Symbol  gekennzeichnet sind. Elektronische Transformatoren müssen das Bildzeichen  tragen.

Diese Kennzeichnungen garantieren, daß der Transformator im Normalbetrieb an brennbaren Flächen keine höhere Temperatur als 95 °C aufweist; im Fehlerfall dürfen 115 °C nicht überschritten werden.

Bild 10  
(Bildliche Darstellung:  
OSRAM GmbH)



Aus vier wesentlichen Elementen besteht die Niedervolt-Halogen-Glühlampe mit Kaltlichtreflektor. Die flache klare Frontscheibe (1) dient der Sicherheit und vermindert zugleich die ultravioletten Strahlungsanteile, was beispielsweise ein Ausbleichen empfindlicher Materialien vermindert. Die axiale auf den Reflektor abgestimmte Wendelform des Brenners (2) führt den Lichtpunkt in das Zentrum des Reflektors. Der Kaltlichtreflektor (3) reduziert den Anteil der nach vorn abgestrahlten Wärme um 60 Prozent. Eine spezielle Halterung am Sockel (4) gibt der Lampe sicheren Halt auch bei offenen Lichtsystemen.

Transformatoren und Konverter müssen zugänglich installiert werden. Werden sie in Hohlräumen installiert, gilt hinsichtlich der Maßnahmen gegen unzulässige thermische Beanspruchung Gleiches wie bei Leuchten.

Transformatoren und Wechselstromsteller (Dimmer) müssen aufeinander abgestimmt sein. Um Brandgefahren zu vermeiden, sind unbedingt die Hinweise der Hersteller zu befolgen.

In Anlagen mit Nennspannungen bis 25 Volt Wechselspannung muß die Schutzmaßnahme „Schutzkleinspannung“ angewendet werden. Aus Personenschutzgründen ist es dann nicht erforderlich, stromführende Leiter zu isolieren oder abzudecken. Wegen möglicher Brandgefahren ist es jedoch erforderlich, mindestens einen stromführenden Leiter zu isolieren, um brandgefährlichen Kurzschlüssen vorzubeugen.

Die Isolierung von Leitungen muß einer Prüfspannung von 500 V Wechselspannung mindestens eine Minute standhalten. Diese Anforderung wird von allen Kabel- und Leitungsbauarten für die Niederspannungstechnik erfüllt.

Soll auf eine Isolierung verzichtet werden, sind Schutzeinrichtungen vorzusehen, die bei Überbrückung nicht isolierter Leiter (widerstandsbehafte Kurzschlüsse) eine Abschaltung der Anlage bewirken. Die Fehlerleistung darf 60 Watt nicht übersteigen.

An Orten, an denen leichtentzündliche Stoffe verwendet, ausgestellt oder gelagert werden sowie im Handbereich, muß jedoch immer mindestens ein aktiver Leiter isoliert sein.

Konstruktionsteile, z. B. Teile von Gebäuden oder Einrichtungsgegenständen, sind als aktive Leiter ungeeignet. In der Regel ist der Leitwert des Materials nicht bekannt. Weiterhin sind die Verbindungsstellen dieser Konstruktionsteile nicht definiert, so daß an diesen Stellen hohe Verlustleistungen erzeugt werden können.

Die Ströme in Niedervoltanlagen sind aufgrund der niedrigen Spannung im Vergleich zur Netzspannung 230/400 Volt bei gleicher Betriebsleistung relativ hoch. Diese Tatsache wird oft übersehen. Unzureichende Leiterquerschnitte und mögliche Brandgefahren sind die Folge.

## Instandsetzung und Wartung von Leuchten

Die Instandsetzung bzw. Reparatur von Leuchten ist so durchzuführen, daß nach Wiederinbetriebnahme bei bestimmungsgemäßem Gebrauch keine Gefahr für Menschen und Umgebung entsteht.

Müssen Bauteile ausgewechselt werden, so sind Originalbauteile oder solche mit gleichwertigen, mechanischen, elektrischen und thermischen Eigenschaften auszuwählen. Vorschaltgeräte müssen mindestens der gleichen Temperaturgruppe angehören und für die gleiche Umgebungstemperatur ausgelegt sein; Leitungen müssen mindestens die gleiche Wärmebeständigkeit aufweisen als die vom Hersteller vorgesehenen Leitungen.

Es dürfen nur vom Hersteller benannte Temperatursicherungen unter Beachtung der Einbauvorschrift ersetzt werden.

Fehlende Schutzkörbe und zerbrochene Schutzgläser sind zur Erhaltung des mechanischen Schutzes sowie zur Erhaltung der Schutzart umgehend zu erneuern. Nicht nur des Brandschutzes wegen, sondern auch aus Gründen der optimalen Ausnutzung sollten Leuchten regelmäßig von Staub und anderen Verschmutzungen gesäubert werden. Beim Auswechseln von Lampen ist auf die maximal zulässige Nennleistung der Lampen zu achten.