

# Brände durch Leuchten müssen nicht sein

Walter Wessel

## Einleitung

Ein wesentlicher Faktor, der unser Dasein beeinflusst, ist das Licht. Durch die Einführung des elektrischen Lichtes sind die Lebensbedingungen in allen Bereichen gravierend verändert worden. Gutes Licht soll die uns umgebenden Gegenstände unverfälscht wiedergeben und unser Auge schonen. Die Arbeitsleistung und das Wohlbefinden des Menschen sollen trotz des unterschiedlichen Tageslichtes erhalten bleiben oder gar gesteigert werden. Die Beschleunigung und Verfeinerung von Arbeitsvorgängen mit den hohen Qualitätsansprüchen stellen immer größere Anforderungen an die Sehleistung und somit an die Beleuchtungsanlage. Der Techniker sieht sich also immer neuen Aufgaben gegenüber.

In unserem Zeitalter werden nur spektakuläre Erfolge auf dem Gebiet der Technik, wie sie die Mikroelektronik oder die Atomforschung zu verzeichnen haben, wahrgenommen. Zuviel dringt auf uns ein, so daß uns oft das rechte Maß für eine Bewertung der weiteren Leistungen fehlt. Auch auf dem Gebiet der Beleuchtung sind in den vergangenen Jahren Erfolge erzielt worden. Die vielen Innovationen von den Anfängen bis zum heutigen Entwicklungsstand können wir schwerlich nachvollziehen. Es war ein weiter Weg vom Kienspan über die Öl- und Gaslaternen zu den modernen Lichtquellen, die als gestalterisches Element von Technikern wie auch von Künstlern eingesetzt werden.

Der hohe Entwicklungsstand der heutigen Lichttechnik ist nicht nur durch die Fortschritte auf dem Gebiet der Lichtquellen und Leuchten zurückzuführen. Es waren zusätzliche Arbeiten auf dem Gebiet der physiologischen Optik erforderlich, um zu erkennen, bei welcher Beleuchtungsstärke und Lichtfarbe die optimale Sehleistung erreicht werden kann, ohne die Behaglichkeit zu beeinträchtigen.

Dem Laien sind häufig die Begriffe Lampe und Leuchte nicht ganz klar. Eine Glühlampe wird auch heute noch wegen der Form Glühbirne genannt. Es sollen deshalb hier die Begriffe, wie sie dem technischen Sprachgebrauch entsprechen, geklärt werden. Als Lampe bezeichnet man die reine Lichtquelle. Zur Unterscheidung spricht man je nach Aufbau von Glüh-, Metalldampf-, Hochdruck- oder Entladungslampen. Die Lampe allein kann aber noch kein behagliches Klima schaffen. Ihr abgestrahltes Licht muß sich lenken, filtern und harmonisch einpassen lassen. Hierzu ist die Leuchte erforderlich. Lampe und Leuchte bilden die Beleuchtung. Sind mehrere Lampen und Leuchten vorhanden, spricht man von einer Beleuchtungsanlage.

## Lampen

Die Auswahl an Lampen ist heute groß. Als Lichtquelle für die Allgemeinbeleuchtung kommen für Wohn- und Büroräume oder Hallen vorwiegend Glühlampen und Gas- oder Metalldampflampen zum Einsatz.

Bei der Glühlampe wird eine Wolframwendel erhitzt. Um eine gute Lichtausbeute zu erhalten, wird diese heute fast ausschließlich als Doppelwendel ausgeführt. Die Betriebstemperatur liegt nahe an 3.000° C (der Schmelzpunkt von Wolfram liegt bei 3.400° C). Damit das Metall nicht zu schnell verdampft, werden im Innern der Lampe Gase wie Stickstoff, Argon oder Krypton verwandt.

| Schutzart  |                                | Kennziffer des Schutzgrades nach DIN 40050 | Symbol nach VDE 0710                |
|--|--------------------------------|--|-------------------------------------|
| Schutz gegen Fremdkörper und Staub                                     | Fremdkörper > 50 mm            | IP 1 x                                     |                                     |
|  | Fremdkörper > 12 mm            | IP 2 x                                     |                                     |
|  | Fremdkörper > 2,5 mm           | IP 3 x                                     |                                     |
|  | Fremdkörper > 1,0 mm           | IP 4 x                                     |                                     |
|  | Staubablagerung                | IP 5 x                                     | ◆ staubgeschützt                    |
|  | Staubeintritt                  | IP 6 x                                     | ◆ staubdicht                        |
| Schutz gegen Nässe   | Tropfwasser senkrecht          | IP x 1                                     |                                     |
|  | Tropfwasser schräg             | IP x 2                                     | ♠                                   |
|  | Sprühwasser                    | IP x 3                                     | ♠                                   |
|  | Spritzwasser                   | IP x 4                                     | ♠                                   |
|  | Strahlwasser                   | IP x 5                                     | ♠♠                                  |
|  | Überflutung                    | IP x 6                                     |                                     |
|  | Eintauchen                     | IP x 7                                     | ♠♠ wasserdicht                      |
|  | Untertauchen (Tauchtiefe in m) | IP x 8                                     | ♠♠ ... atü = ... m druckwasserdicht |
| <b>Beispiel: IP 55 – Schutz gegen Staubablagerung und Strahlwasser</b> |                                |  |                                     |

Tabelle 1: Schutzart nach DIN 40050 und VDE 0710

Die mittlere Lebensdauer der Glühlampe beträgt bei Nennspannung etwa 1.000 Stunden. Der Wirkungsgrad der Allgebrauchsglühlampe ist äußerst schlecht. Es werden nur etwa 5% in Licht umgesetzt, während der Rest als Wärme abgestrahlt wird.

Die Lichtausbeute der Gasentladungslampe ist bedeutend höher. Sie ist etwa 3–3,5mal größer als die der normalen Glühlampe. Ihre Lebensdauer beträgt etwa 7.500 Stunden.

Mit Sonderlampen, es handelt sich hierbei vorwiegend um Glühlampen wie Fotoleuchten usw., werden aufgrund der höheren Temperaturen an der Wendel größere Leuchtdichten erzielt, dies jedoch auf Kosten der Lebensdauer. Über diese Sondertypen mit ihren speziellen Anwendungsgebieten geben die Listen der Hersteller hinreichend Auskunft.

**Auswahl der Leuchten**

Für Leuchten galt bislang das Gesetz über technische Arbeitsmittel vom 24. Juni 1968, kurz das Maschinenschutz-Gesetz genannt. Hierdurch erhielten die für die Leuchten gültigen VDE-Bestimmungen als anerkannte Regeln der Elektrotechnik (2. Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zur Förderung der Energiewirtschaft vom 31. 8. 1938 – 2. DVO) eine neue rechtliche Bedeutung. Mit der Novellierung wurde es mit Wirkung vom 1. 1. 1980 durch das Gerätesicherungs-Gesetz (Gesetz zur Änderung des Gesetzes über technische Arbeitsmittel und der Gewerbeordnung vom 13. 8. 1979) ersetzt. Der sachliche Inhalt blieb im wesentlichen jedoch erhalten. Das Gesetz verpflichtet Hersteller und Importeur zur Einhaltung der Sicherheitsbestimmungen. Werden jedoch nachträgliche Änderungen an einer Leuchte vorgenommen, so gilt derjenige als Hersteller im Sinne des Gerätesicherungs-Gesetzes, der die Änderung vorgenommen hat. Deshalb dürfen auch beim Zusammenbau von Leuchten nur die vom Hersteller vorgesehenen Bauteile verwendet werden. Wegen dieser Rechtsgrundlage sollten grundsätzlich nur Leuchten eingesetzt werden, die das VDE-Zeichen besitzen. Die vorgesehenen Lichtquellen sind so auszuwählen, daß im ungünstigsten Betriebszustand keine gefährliche Temperatur für die Leuchte selbst wie auch für die Umgebung auftreten kann. Ferner sind die äußeren Einflüsse, wie Gase, aggressive Dämpfe und Stäube, zu beachten.

**Kennzeichnung für Schutzart und Schutzklassen:**

Leuchten, die VDE-geprüft sind, müssen die in VDE 0710 Teil 1 § 7 (Vorschriften für

| Schutzklasse | Schutzmaßnahmen  | Symbol |
|--------------|--|--------|
| I            | Es ist ein Schutzleiter vorhanden  |        |
| II           | Die Leuchte hat eine Schutzisolierung  |        |
| III          | Die Leuchte wird mit Schutzkleinspannung (24 bzw. 42 V) betrieben (bei Entladungslampen nicht möglich) |        |

Tabelle 2: Kennzeichnung der Schutzklassen

Leuchten mit Betriebsspannungen unter 1000 V) festgelegten Aufschriften und Bezeichnungen tragen. Diese sollen auf dem Teil, das die Fassung trägt, gut lesbar und dauerhaft angebracht werden. Bei der Schutzart wird der Schutz gegen Fremdkörper und Staub sowie gegen Nässe entsprechend der Tabelle 1 unterschieden.

Bei den Schutzklassen werden die Maßnahmen angegeben, die gegen indirektes Berühren spannungsführender Teile getroffen sind.

In der Bundesrepublik sind drei Schutzklassen zugelassen (Tabelle 2).

**Brandschutz-Zeichen**

Über die Erfordernisse des Brandschutzes hinsichtlich der Anbringung und Verwendung von Leuchten wurden in VDE 0100 (Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen bis 1000 V) Ausgabe 5.73 § 32 erstmalig für den Errichter und Anwender Aussagen gemacht. Zuvor hatten die Sachversicherer bereits in einem Rundschreiben Brandschutz-Maßnahmen gefordert.

Entsprechend diesen Richtlinien wurde seinerzeit verfahren.

Die Brandschutz-Zeichen sollen Kriterien für die Anbringung der Leuchten auf verschiedenen Bau- und Werkstoffen angeben (Tabelle 3).

Grundsatz muß sein, daß eine Leuchte als Ganzes einschließlich ihrer Einzelteile so beschaffen ist, daß sie sowohl im normalen als auch im anomalen Betriebszustand keine Gefahr für die Umgebung bilden kann. Für die Hauptteile und ihre Befestigungsfläche sind in den VDE-Bestimmungen Grenztemperaturen festgelegt. Bei Strahlerleuchten ist außerdem die Temperatur des Strahlenganges in Lichtaustrittsrichtung zu berücksichtigen. Gegebenenfalls müssen in einer Aufschrift an der Leuchte, zumindest jedoch in der Montage-Anweisung, die notwendigen Abstände zu entzündlichen Stoffen angegeben werden. Im Zweifelsfalle sind die Abstände einzuhalten, die in den Richtlinien für den Brandschutz, Form 2005 – „Elektrische Leuchten“ –, herausgegeben vom Verband der Sachversicherer e. V. Köln (VdS), aufgeführt sind.

| Kennzeichen | zur Anbringung geeignet  |
|-------------|--|
|             | direkte Anbringung auf nicht brennbaren oder brennbaren Baustoffen und Werkstoffen mit Entzündungstemperaturen $\approx 200^\circ \text{C}$  |
|             | Leuchten für feuergefährdete Betriebsstätten mit Staub- und Faserstoffen   |
|             | direkte Anbringung auf Werkstoffen, die dem Brandverhalten von schwer- oder normalentflammbaren Baustoffen im Sinne von DIN 4102 entsprechen |
|             | direkte Anbringung auf Werkstoffen mit nicht bekannten Entflammungseigenschaften   |

Tabelle 3: Brandschutz-Zeichen



Bild 1.  
Eine zerplatze Glühlampe – hier erneuert – setzte die Leuchte mit dem Kunststofffuß und den Lampenschirm in Brand.

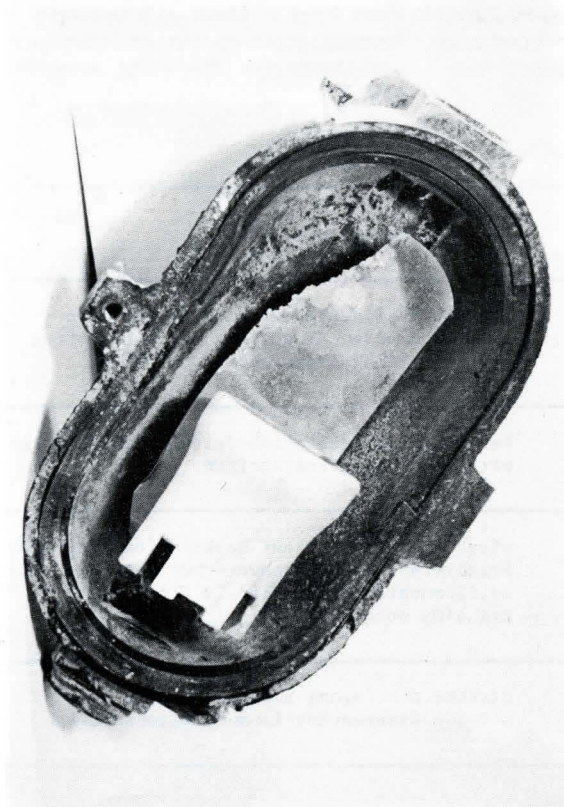


Bild 2.  
Schiffsarmatur aus Duroplast. Es wurde eine Glühlampe mit zu hoher Leistung verwandt. Das Reflektorblech ist bereits teilweise weggeschmolzen.

### Brandgefahren durch Glühlampen-Leuchten

Brände durch Glühlampen-Leuchten treten fast ausschließlich durch falsche Auswahl, Anbringung oder Bestückung mit Glühlampen, die eine zu hohe Leistung haben, auf. Vielfach werden auch beim späteren Betrieb durch den Anwender Änderungen, die zu einem Wärmestau und damit zu einer Brandgefahr führen, vorgenommen.

Immer häufiger findet man auch Glühlampen-Leuchten mit thermoplastischen Gehäusen ohne VDE-Zeichen (Bild 1). Wandleuchten in der Form von Schiffsarmaturen werden in Warenhäusern oder Baumärkten zu Niedrigpreisen angeboten. Die Ausführung dieser Leuchten entspricht jedoch nicht immer den Sicherheitsbestimmungen. Vielfach läßt der Leuchten-Wirkungsgrad Wünsche offen, so daß dann vom Benutzer Glühlampen mit höherer Leistung eingeschraubt werden (Bilder 2 und 3). Selbstgebastelte Wohnraum-Leuchten werden mehr und mehr angetroffen. Eine der häufigsten Ausführungen ist die, bei der der Fuß der Leuchte getöpft und der Schirm mit leicht entzündlichen Materialien wie Textilien usw. bespannt wird.

Zu den Glühlampen-Leuchten zählen auch die Strahler. Diese werden mit Lampen hoher Leistung bestückt. Hier sind die Hersteller und auch die Betreiber aufgefodert, äußerst vorsichtig zu sein, da durch die Bauart der Leuchten selbst, aber auch durch die falsche Anwendung, in der Vergangenheit Großschäden, z. B. bei Schaufenster-Bränden, entstanden sind. Deshalb nur Strahlerleuchten einsetzen, die VDE 0710 Teil 1 und den Sonderbestimmungen für Strahlerleuchten Teil 17 entsprechen und das VDE-Zeichen tragen.

### Brandgefahren durch Leuchtstofflampen-Leuchten

Das heute geforderte hohe Beleuchtungsniveau läßt sich mit Glühlampen-Leuchten kaum erreichen. Da die Lichtausbeute der Leuchtstoff-Lampe rund das 3 – 3,5fache gegenüber einer normalen Glühlampe gleicher Wattzahl beträgt, kam es zur schnellen Verbreitung der Leuchte. Sie wird heute überall dort eingesetzt, wo eine gute Beleuchtung mit einer natürlichen Farbwiedergabe gefordert wird.

Den Aufbau der Leuchtstoff-Lampe mit den Vorschaltgeräten zeigt Bild 4.

Mit einem Vorschaltgerät wird die Lampe aus dem normalen Wechselstromnetz

betrieben, wobei zur Einleitung des Entladungsvorganges ein Spannungsstoß erforderlich wird. Hierfür wird ein Starter benötigt (Bild 5). Beim Anlegen der Netzspannung entsteht zwischen den Elektroden des Starters eine Glimmentladung. Die hierbei erzeugte Wärme verformt einen Bimetallstreifen so weit, daß ein Kontakt hergestellt wird, so daß die in Reihe geschalteten Elektroden der Lampe kurzzeitig aufgeheizt werden. Der im Starter vorhandene Bimetallstreifen kühlt nunmehr wieder ab, nimmt seine ursprüngliche Lage wieder ein und öffnet den Stromkreis. Infolge der Feldänderung in der Drosselspule entsteht eine hohe Spannung, die die Leuchtstofflampe zündet.

**Bild 3.**  
Hier wurde das Schutzglas entfernt und eine Glühlampe mit höherer Leistung als vorgesehen eingeschraubt. Die ursprüngliche Schutzart ist nicht mehr vorhanden.

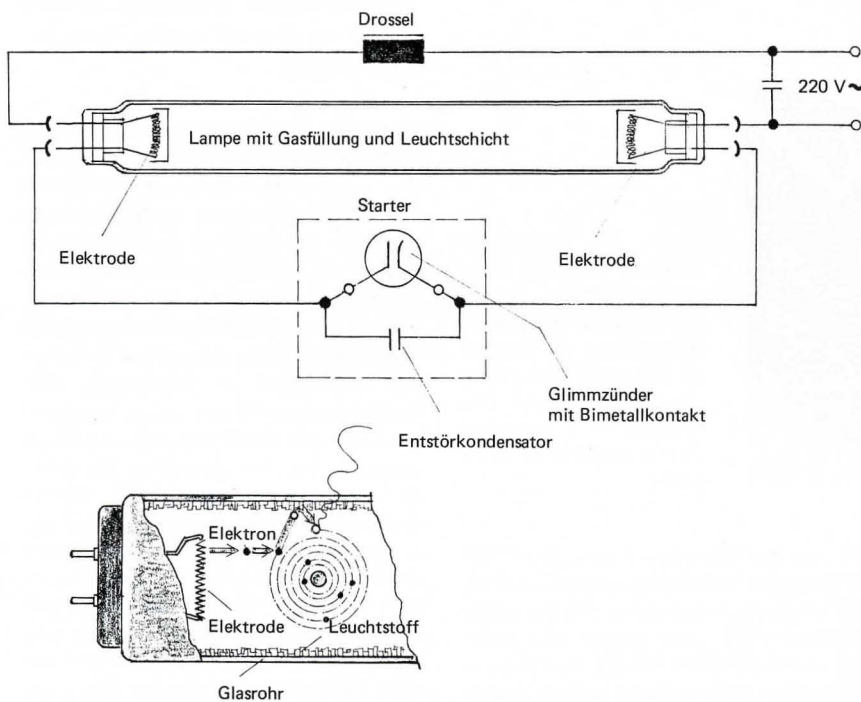
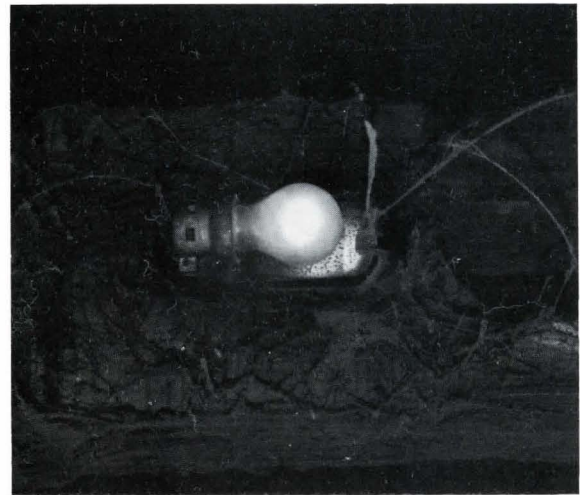


Bild 4. Schematischer Aufbau einer Schaltung für Leuchtstoff-Lampen.

stung der Drosselspule nur ca. 18% ausmacht. Trotzdem ist meistens die Drosselspule das Bauteil mit der höchsten Temperatur innerhalb der Leuchten. Ältere Drosseln haben eine höhere Verlustleistung als solche moderner Bauart. Blumhagen wies in einem Aufsatz „Brände durch Vorschaltgeräte in Leuchtstofflampen in Starkstromanlagen bis 1.000 V“ in der Zeitschrift „Deutsches Elektrohandwerk“ DEH Heft 15/16/ 17, Jahrgang 43, bereits auf die Gefährlichkeit der Vorschaltgeräte hin. Seitdem ist über ein Jahrzehnt vergangen, dennoch kommt es immer wieder zu Bränden durch Drosselspulen.

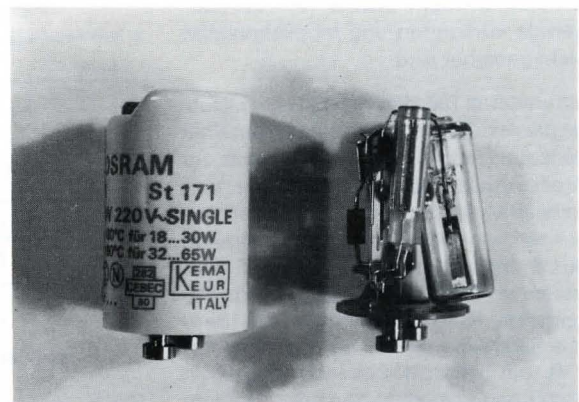
Bei der Auswahl der Vorschaltgeräte sind die zulässigen Grenztemperaturen ( $t_w$ ) zu berücksichtigen. Genormte Wicklungsgrenztemperaturen  $t_w$  sind:  $90^\circ\text{C} - 105^\circ\text{C} - 120^\circ\text{C} - 130^\circ\text{C}$ . Diese Angaben sagen jedoch nur etwas über die Temperaturfestigkeit der Wicklungen aus (s. VDE 0712 „Bestimmungen für Entladungslampenzubehör mit Nennspannungen bis 1000 V“).

Die Drosselspule hat noch die Aufgabe, den Strom zu begrenzen, denn nach dem Einschalten würde der Strom über die Gasentladungsstrecke lawinenartig ansteigen und die Leuchtstofflampe zerstören.

Das Bild 6 gibt die Energie-Bilanz einer 40-Watt-Leuchtstofflampe mit einer Länge von 1,20 m wieder.

Nur 17–18% der elektrischen Leistung werden je nach Lampentyp als Licht abgegeben, während 82–83% als Wärme abgestrahlt werden, wobei die Verlustlei-

**Bild 5.**  
Starter mit und ohne Gehäuse.



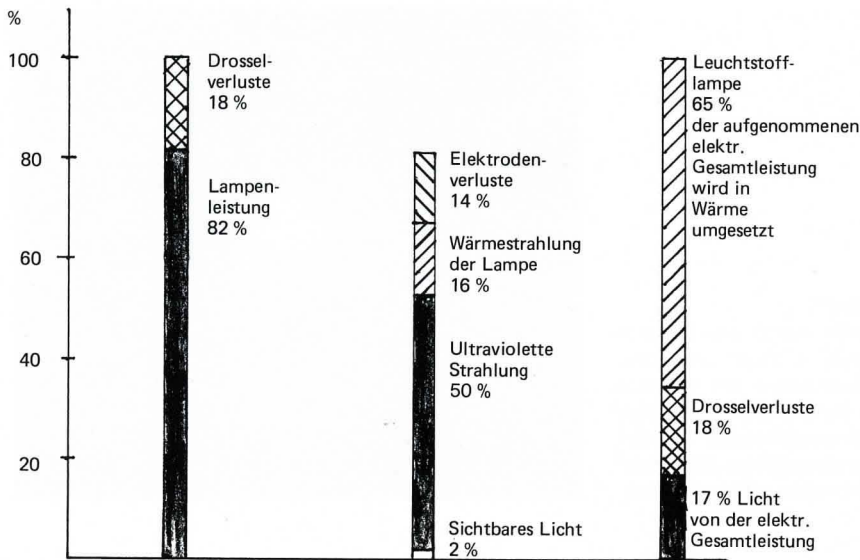


Bild 6. Energiebilanz einer Leuchtstoffleuchte.

die richtige Auswahl wichtig. Wird die Kapazität zu groß gewählt, so steigt der Strom an und Drossel und Lampe werden zerstört. Infolge der Phasenverschiebung der Teilspannungen bei der Reihenschaltung ist die Betriebsspannung stets höher als die Netzspannung. Sie beträgt mindestens 380 V. Aber auch 420 V und 480 V oder mehr sind keine Seltenheit. Wird die Spannungserhöhung gegenüber der Netzspannung nicht berücksichtigt, kommt es zu Durchschlägen und damit zu Schäden an der Leuchte.

Die verschiedenen untersuchten Brände zeigten, daß die Mehrzahl der Brände, die durch Leuchtstofflampen-Leuchten gezündet wurden, auf eine Überhitzung der Drossel zurückzuführen ist. Aufgabe ist es nun, die Leuchten so zu bauen, daß diese bei einem nie auszuschließenden Defekt der Drossel keinen Brand auslösen können.



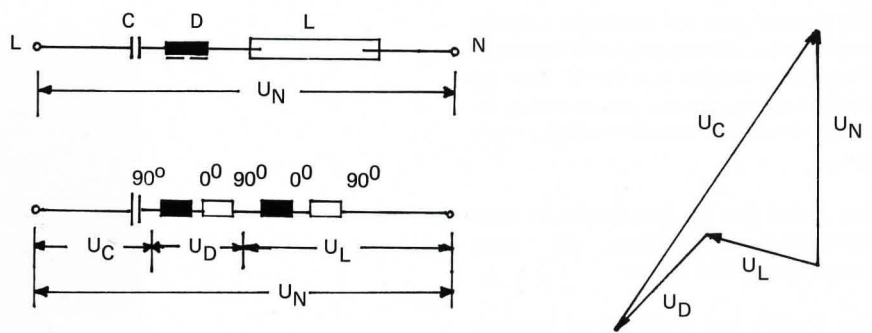
Bild 7. Durch die Wärmeentwicklung an den Lampenelektroden wurde das Gehäuse des Sicherheitsstarters deformiert, so daß die Abschaltmechanik klemmt. Der Abstand zwischen Lampe und Starter ist zu gering.

Einer der häufigsten brennbaren Baustoffe, an den die Leuchten montiert werden, ist Holz oder ein holzähnliches Produkt. Erste Forderung muß es deshalb sein, die Leuchten so zu konstruieren, daß keine brandgefährliche Wärmeabstrahlung in Richtung auf die Befestigungsfläche erfolgen kann. Aufgrund der in den 60er Jahren gemachten Erfahrungen erarbeitete die zuständige VDE-Kommission eine Bestimmung für Leuchten mit Leuchtstofflampen (Entladungslampen), die den gestellten Forderungen entsprechen sollte. Es wurden Bestimmungen für die  $\nabla$ -Leuchten herausgegeben. Da zur Zeit der Herausgabe der VDE 0710 Teil 1, 3. 69 in VDE 0100 noch kein Hinweis auf die  $\nabla$ -Leuchte vorhanden war, mußte der Installateur wie auch der Anwender VDE 0710 zur Hilfe nehmen. Bei der Herausgabe der VDE 0100 / 5.73 wurden im § 32 entsprechende Forderungen übernommen. Auch wurden Montage-Bedingungen für Leuchten

Aber auch Fassungen, Klemmen und Leitungen müssen der Wärmebeanspruchung gewachsen sein (Bild 7). Oftmals sind die Leitungen das einzige Betriebsmittel, das von dem Installateur zugeliefert wird. Deshalb spielt die Leitungsverlegung innerhalb der Leuchte eine besondere Rolle, zumal sie häufig, z. B. als Durchgangsverdrahtung, nachträglich eingebracht wird. Hierbei werden dann in vielen Fällen nicht die vom Leuchten-Hersteller vorgeschriebenen Leitungen benutzt, sondern solche, die zur Zeit gerade vorhanden und möglicherweise nicht geeignet sind.

Ein weiteres Teil, das vielfach vom Errichter der Anlage eingebaut wird, ist der Kondensator. Obgleich er im Verhältnis zur Drosselspule keine nennenswerte Verlustwärme entwickelt, traten in der Vergangenheit häufiger Leuchtenbrände durch ihn auf. Auslaufende Isoliermaterialien wirkten oft brandfördernd. Die zulässige Grenztemperatur ( $t_c$ ) wird überschritten, wenn der Kondensator z. B. mit schlecht leitenden Decken in Berührung kommt. In den neuen Leuch-

ten werden deshalb entsprechend VDE 0710 nur noch Kondensatoren eingebaut, die entweder flamsicher, mit der Kennzeichnung (F), oder flamm- und platzsicher, mit dem Zeichen (FP), sind. Bei der Auswahl von Kompensations-Kondensatoren treten nur bei Reihen-Kondensatoren, also bei kapazitivem Betrieb der Lampe (Bild 8) Probleme auf. Deshalb ist



Spannungen bei kapazitivem Betrieb der Lampe.

Bild 8. Kapazitive Schaltung.



Bild 9.  
In einer Kassenhalle erhitzte sich die Drossel in einer Leuchte so stark, daß sie die Abdeckwanne in Brand setzte.

ohne  $\nabla$ -Kennzeichnung angegeben. Sie dürfen nur in einem Abstand von mindestens 35 mm zu brennbaren Baustoffen angebracht werden, wenn sie dekkenseitig vollkommen geschlossen sind. Die früher von den Feuerversicherern geforderte Zwischenlage aus Silikat-Asbest ist bei Neuanlagen heute nicht mehr zulässig, da durch sie die Wärmeabfuhr behindert und die Lebensdauer der Vorschaltgeräte herabgesetzt wird. Sicherlich war der durch die Feuerversicherer beschrittene Weg nicht falsch. Es ist eher zu vertreten, daß eine Leuchte einige Zeit früher ausfällt und keinen Brand auslöst, als daß sie zu einem späteren Zeitpunkt einen Großschaden verursacht. Für alle Leuchten gilt, unabhängig davon, ob sie ein  $\nabla$ -Zeichen besitzen oder nicht, daß durch die Leuchtenkonstruktion sichergestellt sein muß, daß sich weder im anomalen Betrieb noch im Fehlerfall des Vorschaltgerätes Duroplaste oder Thermoplaste entzünden oder überhaupt zur Brandursache werden können (Bild 9). Ist dies nicht gegeben, so müssen weitere Maßnahmen ergriffen werden, wie Einhaltung eines Mindestabstandes von 35 mm. Obwohl durch diese Bestimmungen das Problem der Anbringung von Leuchten an brennbaren Baustoffen gelöst war, blieb die Frage ihres Einsatzes in feuergefährdeten Betriebsstätten noch offen. Es mußten zusätzliche Maßnahmen zur  $\nabla$ -Leuchte ergriffen werden, die verhindern, daß eine Brandgefahr, z. B. durch Stäube und Faserstoffe, die sich auf der Leuchte ablagern können, entsteht. Aus Veröffentlichungen war bekannt, wie hoch die Glühtemperaturen der einzelnen Stäube sind. Weiterhin steht fest, daß Staubschichten über 5 mm Dicke sich eher entzünden als Stäube geringerer Ablagerung. Aufgrund dieser Erfahrungen wurden Konstruktions-Richtlinien und zulässige Grenztemperaturen festgelegt. Die Leuchten, die diesen Anforderungen entsprechen, werden als  $\nabla$ / $\nabla$ -Leuchten gekennzeichnet. Es gibt sie für Glüh- wie auch für Leuchtstoff-Lampen.

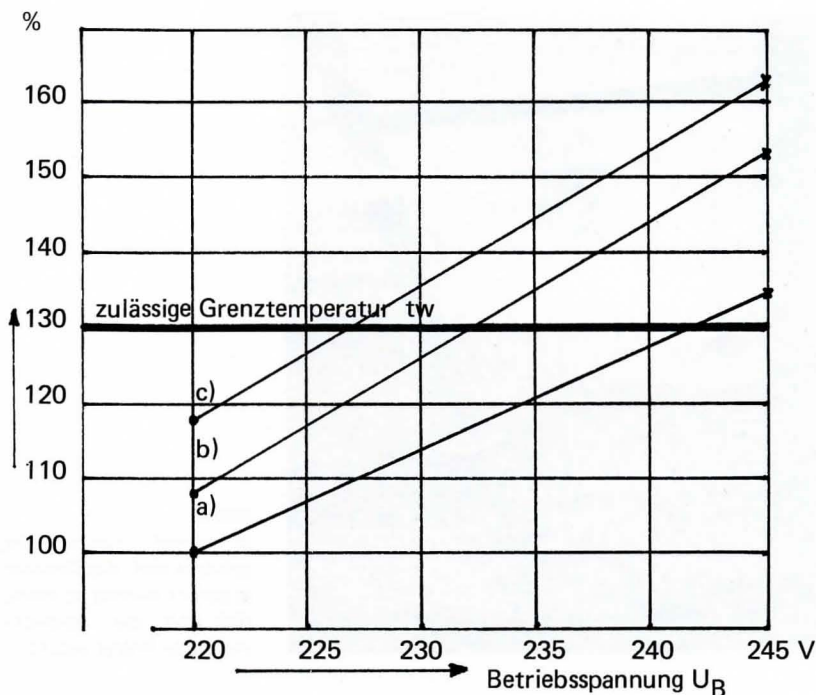
Bei Leuchten mit der Kennzeichnung  $\nabla$  und  $\nabla$ / $\nabla$  wird vorausgesetzt, daß sie nur auf Baustoffen, also Gebäuden bzw. Gebäudeteilen, montiert werden. Für Werkstoffe, wie beispielsweise Möbel, sind diese Leuchten nicht ohne Sondermaßnahmen einzusetzen. Es wurden deshalb Bestimmungen für Leuchten erarbeitet, die auch, ohne daß der Werkstoff einer aufwendigen Prüfung unterzogen wird, montiert werden dürfen. Man spricht von Möbel-Leuchten. Analog zu den  $\nabla$  bzw.  $\nabla$ / $\nabla$ -Leuchten werden diese Leuchten mit  $\nabla$  bzw.  $\nabla$ / $\nabla$  bezeichnet. Die Verwendung der  $\nabla$ / $\nabla$ -Leuchte kann dem Installateur nur emp-

| 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. auf dem Boden   |                                     |                    |
| 11. im U-Profil   |                                     |                    |

Bild 10. Kennzeichen für die Montagearten.

fohlen werden, da für Werkstoffe der Inneneinrichtungen wie Möbel und dergleichen eine Festlegung, wie sie für Baustoffe in der DIN 4102 vorhanden ist, fehlt. Er muß somit vom Hersteller des Grundwerkstoffes Angaben über die Brennbarkeit des Materials besitzen. Sind diese Angaben nicht zu bekommen, so muß der Anwender nach VDE 0100 eine Entflammbarkeit-Prüfung entsprechend VDE 0345/8.61 vornehmen. Hiernach muß eine Werkstoff-Probe in die Bohrung eines Kupferblockes eingefüllt und auf 200° C erhitzt werden. Es dürfen sich keine entflammaren Gase entwickeln, wenn der Werkstoff als normal entflammbar eingestuft werden soll. Es ist aber keinem Installateur zuzumuten, diese Prüfung selbst vorzunehmen. Aus diesem Grunde kann nur empfohlen werden, Leuchten mit der  $\nabla \nabla \nabla$  Kennzeichnung zu nehmen.

Neben der richtigen Auswahl ist auch die Montageart der Leuchte von besonderer Bedeutung, da hierdurch das Temperaturverhalten beeinflusst wird. Die Kennzeichnung der Montageart sollte auf der Leuchte durch Hinweisschilder gegeben sein, wobei es mit Hilfe von drei Bildzeichen mit positiver oder negativer Lageangabe möglich sein müßte, auf notwendige Montageeinschränkungen hinzuweisen (Bild 10).



- Relativer Temperaturanstieg im Vorschaltgerät  
 Deckenleuchte montiert an  
 a) Holzdecke (VDE-Prüfdecke)  
 b) Gipsplatten mit aufgelegter Glasfasermatte und Alu-Rückstrahlfolie  
 c) gepreßte Mineralwolle-Platten

Bild 11. Temperaturanstieg bei Montage auf verschiedenen Baustoffen.

### Leuchten mit Temperatursicherung

Wie schon erwähnt, ist in der Leuchtstofflampen-Leuchte die Drossel das Teil, das die höchste Temperatur besitzt. Bei ordnungsgemäßer Leuchten-Montage kann weder im Normalbetrieb noch bei anomalem Betrieb oder im Fehlerfalle eine Holzdecke in Brand gesetzt werden. Werden die Leuchten jedoch auf gepreßten Mineralwollplatten montiert, so wird bereits bei einer geringen Überspannung von 5% die zulässige Wicklungstemperatur überschritten. Ein Windungsschluß und damit eine unzulässig hohe Temperatur mit Brandgefahr ist möglich (Bild 11). Deshalb fordert der Verband der Sachversicherer e.V. (VdS) z. B. für EDVA-Räume, daß die Vorschaltgeräte außerhalb des EDVA-Raumes montiert und untergebracht werden oder daß die Drosseln der Leuchten turnusmäßig in einem Zeitraum von fünf Jahren ausgewechselt werden. Beide Maßnahmen sind als Kompromiß anzusehen. Bei der Montage außerhalb des Raumes kommt es zu einer Anhäufung von Leitungen und Kabeln, d. h. zu einer Masierung von Kunststoffen. Außerdem wurden in vielen Fällen die Vorschaltgeräte in den Schränken so montiert, daß eine ausreichende Lüftung nicht mehr gegeben ist. Beim turnusmäßigen Aus-

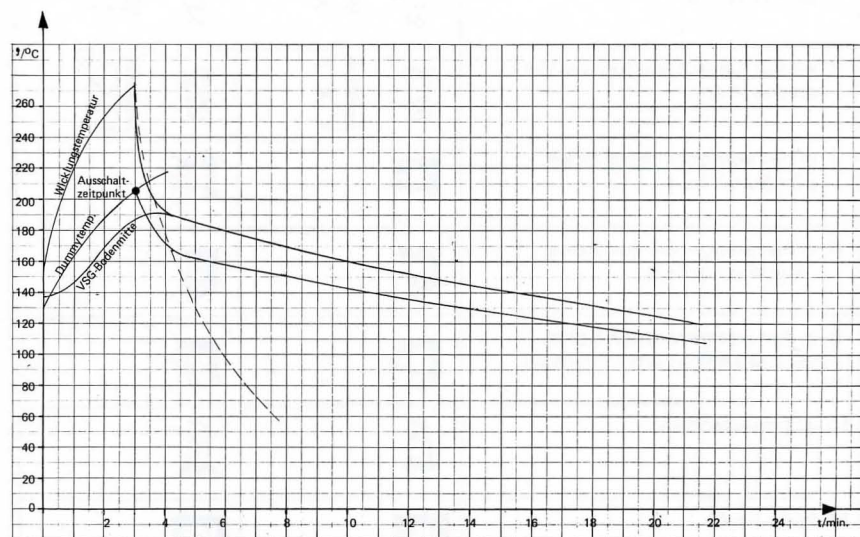


Bild 12. Wärmeausbreitung bei Windungsschluß im Vorschaltgerät mit Mikro-Temperaturschalter (vorher anomaler Betrieb  $U_N = 242$  V).

wecheln der Vorschaltgeräte kommt es dagegen häufig zu Störungen des Betriebes. Außerdem wird in vielen Fällen nicht die Original-Drossel eingebaut.

Eine Alternative bietet sich an. Wie bereits bei anderen Elektro-Geräten wird eine Mikrotemperatur-Sicherung eingebaut, die das Vorschaltgerät vor Erreichen einer für die Umgebung kritischen Temperatur vom Netz trennt. Vorschaltgeräte mit diesen Thermosicherungen werden heute von fast allen Firmen, die Drosseln herstellen, gefertigt und von den Leuchten-Herstellern vielfach in Leuchten, besonders in solche, die das  $\nabla/\nabla$ -Zeichen tragen, eingebaut.

Die bislang gemachten Erfahrungen zeigen, daß diese Sicherungen einwandfrei und zuverlässig arbeiten. Es ist auch nicht möglich, das Sicherungs-Element von außen zu überbrücken, da es im oder am Wickelkörper liegt. Die in Bild 12 dargestellten Kurven geben die Wärmeausbreitung bei Windungsschluß der Drossel wieder.

### Schutz durch Sicherheitsstarter

Am Lebensende der Lampe, also wenn die Elektroden deaktiviert sind, kommt es zu einem Flackern der Lampe, weil die Lampenbrennspannung so groß geworden ist, daß kein Lampenbetrieb aufrechterhalten werden kann. Abgesehen davon, daß dieser Betrieb störend ist, kommt es innerhalb der Drossel zu einer Temperaturerhöhung, die u. U. so hoch sein kann, daß das Vorschaltgerät zerstört wird. Es muß also dafür gesorgt werden, daß der Zündvorgang sich nicht ständig wiederholt, sondern nach einigen vergeblichen Versuchen abgebrochen wird.

Dies wird erreicht, wenn man statt der früher üblichen Starter die seit Jahren auf dem Markt befindlichen Sicherheitsstarter einsetzt. Wird ein Zündvorgang mehrmals vergeblich eingeleitet, so schaltet die Abschaltvorrichtung des Starters ab. Dies wird durch einen Signalknopf kenntlich gemacht (Bild 13). Die Betriebsbereitschaft kann durch einen Druck auf den Signalknopf wieder hergestellt werden. Durch den Einsatz dieses Starters wird das Vorschaltgerät wie auch der Starter selbst geschont.

Durch den Einsatz des Sicherheitsstarters in Verbindung mit einer Drosselspule mit Thermoschutz können Leuchten mit Leuchtstoff-Lampen hergestellt werden, die auch dem Konstrukteur eine große Freizügigkeit erlauben. Die Kombination Sicherheitsstarter mit thermoüberwachter Drossel sollte überall dort in Leuchten

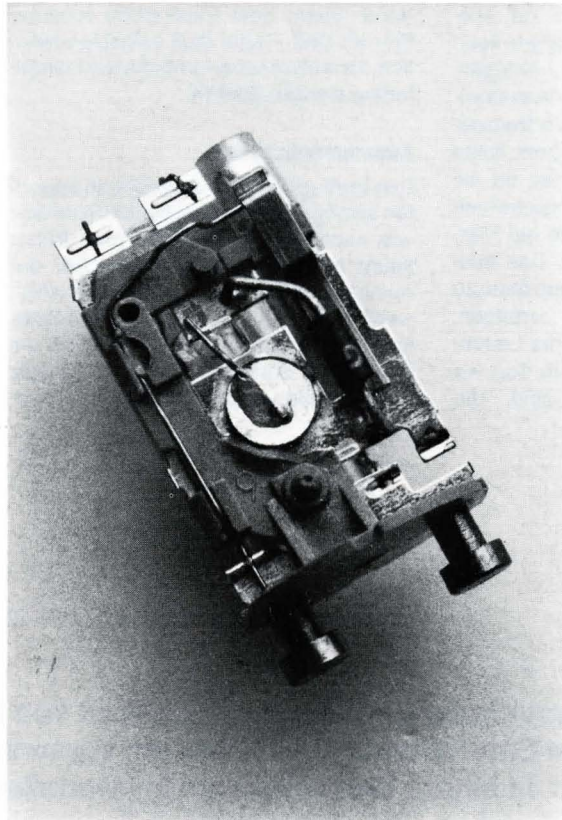


Bild 13. Sicherheitsstarter geöffnet. Es sind zu erkennen die Diode, der NTC-Widerstand und der Bimetallschalter.

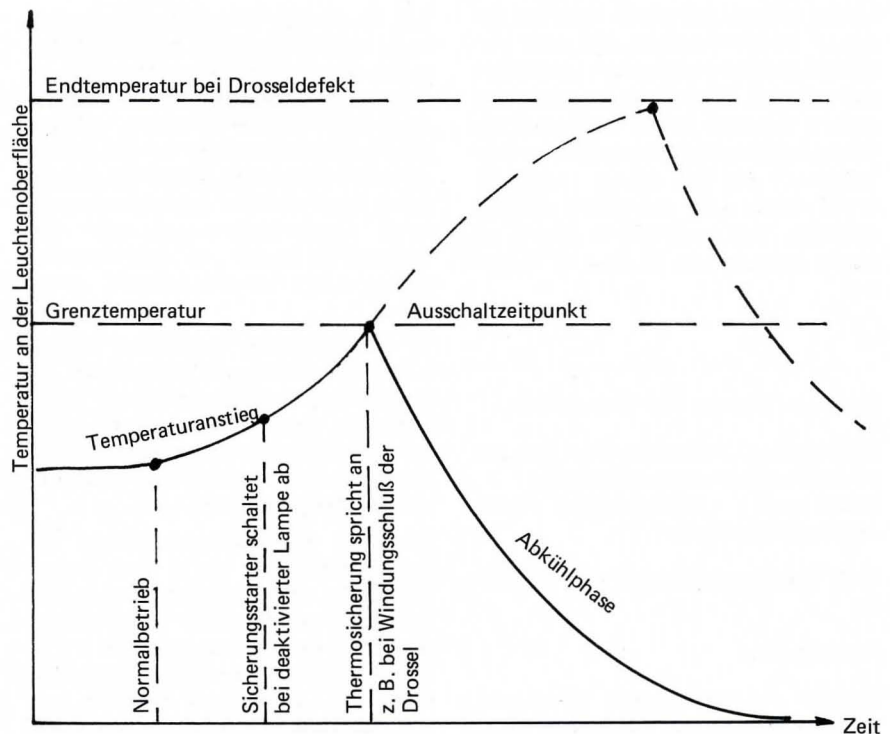


Bild 14. Abschaltung bei Schutz durch Sicherheitsstarter und Thermoschutz in der Drossel.



eingesetzt werden, wo diese zur Ausleuchtung von Räumen mit hochwertigen Einrichtungen, wie z. B. EDV-Anlagen, vorgesehen sind. Aber auch in Versammlungsstätten, Kaufhäusern, Vortragssälen oder auch in Großraumbüros sollte man diese Leuchten einsetzen, da sie neben der relativ guten Brandsicherheit dafür sorgen, daß die Leuchte bei Flakkerbetrieb abgeschaltet wird. Das Auswechseln defekter Lampen kann dann zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Ebenfalls zu empfehlen sind die Leuchten mit dem kombinierten Schutz dort, wo Betriebsstätten vorhanden sind, die

durch Staub oder Faserstoffe feuergefährdet sind. Dabei muß selbstverständlich die entsprechende Schutzart eingehalten werden (Bild 14).

#### **Zusammenfassung**

Das breit gefächerte Angebot an Leuchten ermöglicht heute dem Lichttechniker wie auch dem Architekten eine früher kaum gekannte Freizügigkeit. Bei der Auswahl muß jedoch darauf geachtet werden, daß die Leuchten keine Gefahr, insbesondere keine Brandgefahr, für die Umgebung darstellen. Bei dem Einsatz von Langfeld-Leuchten sollte der Anwen-

der stärker als bisher Leuchten mit einem Kombinationsschutz aus einem Sicherheitsstarter und einer Drossel mit Thermoschutz fordern. Der etwas höhere Preis wird durch die etwas längere Lebensdauer der Lampe, des Vorschaltgerätes und des Starters aufgewogen. Sie bietet wohl den höchsten zur Zeit möglichen Sicherheitsgrad bei den marktgängigen Leuchten. Ob die neu zu erwartende Leuchten-Generation mit elektronischen Vorschaltgeräten eine höhere Sicherheit bei besserem Wirkungsgrad bietet, muß die Zukunft zeigen.

Kurzinformation über AGF-Bericht Nr. 42

## **Vergleichende Untersuchung der Löschwirksamkeit von Kohlendioxid, Halon 1211 und Halon 1301 bei einem Entstehungsbrand in einem Versuchsraum natürlicher Größe und in einem Versuchsraum im Modellmaßstab**

Im Rahmen eines langfristigen Forschungsauftrages wurden Untersuchungen mit den gasförmigen Löschmitteln Kohlendioxid, Halon 1211 und Halon 1301 sowohl in einem Versuchsraum natürlicher Größe mit einem Volumen von 50 m<sup>3</sup> als auch in einem Versuchsraum im Modellmaßstab mit einem Volumen von ca. 1,5 m<sup>3</sup> durchgeführt. Bei allen Versuchen wurden Holzkrippen verwendet, die auf den Rauminhalt bezogen das gleiche Gewicht hatten. Während des Versuchsablaufes wurde jeweils der Massenverlust des Brandgutes durch Abbrand mittels einer elektrischen Waage bestimmt. Der Löscheintritt wurde bei einem Abbrand von 20 Gew.-% festgelegt.

*Verfasser: Dipl.-Ing. Hermann Schatz*

*Herausgeber: Arbeitsgemeinschaft der Innenministerien der Bundesländer Arbeitskreis V – Unterausschuß „Feuerwehrelegenheiten“*

*1980, 99 Seiten, 38 Abbildungen, 19 Tabellen*

*Preis 22,- DM*

*Vertrieb: Forschungsstelle für Brandschutztechnik an der Universität Karlsruhe (TH), Abteilung Dokumentation, Hertzstr. 16, Postfach 63 80, 7500 Karlsruhe 21*

Die gasförmigen Löschmittel Kohlendioxid, Halon 1211 und Halon 1301 wurden aus Druckgasflaschen entnommen und im Versuchsraum natürlicher Größe über 2 Düsen, im Versuchsraum im Modellmaßstab über 1 Düse ins Innere des Versuchsraumes eingegeben.

Das Temperaturfeld wurde im Versuchsraum natürlicher Größe mit 32, im Versuchsraum im Modellmaßstab mit 14 Thermoelementen bestimmt. Die Messung der Druckdifferenzen erfolgte jeweils an mehreren über der Raumhöhe verteilten Meßstellen. Zusätzlich wurden durch kontinuierliche und diskontinuierliche Konzentrationsmessungen die während der Brand- und Löscheintritte auftretenden Gaskomponenten ermittelt.

Im Versuchsraum natürlicher Größe wurde außerdem eine Meßstrecke zur Bestimmung der optischen Rauchdichte eingebaut, die die Beurteilung der Sichtverhältnisse im Brandraum sowohl durch den Brand als auch durch den Einsatz des Löschmittels ermöglicht.

Die Höhe der Maximaltemperatur vor dem Löscheintritt lag je nach Brandraumgröße und Abbrandverhalten der Holzkrippe zwischen 900 °C und 1000 °C direkt über der Holzkrippe und bei 200 °C an der Wand des jeweiligen Versuchsraumes. Der Löscheintritt bewirkte eine sofortige steile Temperaturabnahme und im Falle des Löscherfolges ein allmähliches Angleichen an die Umgebungstemperatur.

Die Druckmessungen im Versuchsraum natürlicher Größe und im Versuchsraum im Modellmaßstab zeigten, daß beim Einsatz größerer Löschmittelmengen im oberen Teil des Versuchsraumes jeweils ein Unterdruck auftrat, so daß durch Leckageöffnungen Luft eindringen konnte.

Im unteren Teil des Versuchsraumes herrschte Überdruck, so daß das Löschmittel und die Rauchgase nach außen entweichen konnten. Beim Einsatz geringerer Löschmittelkonzentrationen wurden jeweils nur geringe Druckdifferenzen festgestellt, d. h., das Löschmittel wurde gleichmäßiger im Versuchsraum verteilt. Die Druckdifferenzen hängen dabei nicht nur von der Dichte und Temperatur der Gase im Versuchsraum, sondern ebenfalls von der Höhe des Versuchsraumes und der darin befindlichen Leckageöffnungen ab.

Die Bestimmung der optischen Rauchdichte ergab, daß beim Einsatz kleinerer Löschmittelkonzentrationen während der gesamten Versuchszeit im Versuchsraum eine stärkere Sichtbehinderung auftritt als beim Einsatz größerer Löschmittelkonzentrationen.

Die Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, daß die Versuche im Versuchsraum in natürlicher Größe und im Modellmaßstab ähnlich verlaufen, so daß zukünftige Versuche in Abhängigkeit von Brandgut und Brandlast vor allem im Modellmaßstab durchgeführt werden.