

6 Brandschutz durch geeignete Planung und Errichtung elektrischer Anlagen

6.1 Allgemeines

Nach DIN VDE 0100-100 Abschnitt 131.3 gilt für den Schutz gegen thermische Auswirkungen folgender Grundsatz:

Die elektrische Anlage muss so angeordnet sein, dass von ihr keine Gefahr der Entzündung brennbaren Materials infolge zu hoher Temperatur oder eines Lichtbogens ausgeht. Zusätzlich dürfen während des normalen Betriebs von elektrischen Betriebsmitteln Personen und Nutztiere keiner Gefahr von Verbrennungen ausgesetzt sein.

Aus Sicht der Planung sind sowohl ausreichend viele Stromkreise als auch eine genügende Anzahl von Steckdosen von enormer Bedeutung in Bezug auf die Sach- und Brandschadenverhütung; denn eine zu geringe Anzahl von Stromkreisen verschärft die Gefahr der Überlastung, und zu wenige Steckdosen verursachen die nicht unerhebliche Gefahr, die durch zahlreiche Verlängerungen und Mehrfachsteckdosen entstehen (siehe hierzu auch Kapitel 2.2.2.9), die der Betreiber der Anlage zwangsläufig einsetzen wird. Wer hier knausert, erhöht automatisch das Risiko für eine Brandentstehung. Weitere Einzelheiten hierzu sind im Kapitel 3.1.2.5.1 dieses Buchs zu finden.

Für die Verminderung der Brandgefahr ist die schnelle Abschaltung eines Fehlers in der elektrischen Anlage wichtig. Richtig bemessene und einwandfrei ausgeführte Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag (DIN VDE 0100-410) und der Überstromschutz von Kabeln und Leitungen gegen zu hohe Erwärmung (DIN VDE 0100-430) sorgen unter Beachtung aller Verlege- und Betriebsbedingungen für einen ausreichenden Brandschutz. Je empfindlicher eine Schutzeinrichtung arbeitet, d. h. je schneller sie im Fehlerfall anspricht, desto wirksamer übernimmt sie auch den Brandschutz. Andererseits muss klar sein, dass eine Schutzeinrichtung bei mangelhafter Ausführung der Anlage den Schutz nur bedingt oder überhaupt nicht übernehmen kann. Werden Leitungshäufungen oder höhere Umgebungstemperaturen nicht berücksichtigt oder liegen mangelhafte Übergangswiderstände an Kontakten vor, so kommen Ströme zum Fließen, die einen Brand auslösen können, ohne dass die vorgeschaltete Schutzeinrichtung anspricht. RCDs mit Bemessungsfehlerströmen $I_{\Delta n} \leq 300$ mA bieten einen ausgezeichneten Brandschutz, da Fehler gegen Erde oder gegen geerdete Bauteile sehr schnell erkannt und abgeschaltet werden.

Werden zum Brandschutz Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RDC) verwendet, müssen solche vom Typ A oder Typ B (wenn glatte Gleichfehlerströme zu erwarten sind) mit einem Bemessungsdifferenzstrom $I_{\Delta n} \leq 300$ mA eingesetzt werden. Bei Anwendung von Differenzstrom-Meldeeinrichtungen (RCM) ist am Gerät ein An-

sprechstrom $I_{\Delta n} \leq 300$ mA einzustellen. Die RCM muss bei einem Spannungsausfall eine Abschaltung hervorrufen.

Auch der neue Brandschutzschalter (AFDD) trägt zu einem verbesserten Brandschutz bei. Wo solche Schalter einzusetzen sind, wird im Kapitel 3.3.4.2 dieses Buchs näher erläutert.

6.2 Längsschutz von Kabeln und Leitungen bei besonderen Risiken

Elektrische Leitungen bzw. Kabel, die zur Versorgung besonderer Anlagen dienen, sollten auch einen besonderen Schutz über ihre gesamte Länge (Längsschutz) erhalten. Dieser Längsschutz kann erforderlich sein für folgende Anlagen bzw. Betriebsbereiche:

- Rettungswege (Flure, Treppenhäuser)
- Räume für Menschenansammlungen
- Räume mit einer Konzentration hoher Sachwerte
- Netzersatz- und Notstromanlagen
- Feuerwehraufzüge
- Sprinkleranlagen
- Sicherheitsbeleuchtung

Der Längsschutz in diesen Anlagen soll in Zusammenhang mit elektrischen Kabeln und Leitungen eine Brandschutzmaßnahme darstellen, die den Übergriff eines äußeren Brands auf Kabel- bzw. Leitungsanlagen erschwert oder verhindert. Gleichzeitig sollen die von einem Kabel- bzw. Leitungsbrand ausgehenden Folgewirkungen abgeschwächt oder verhindert werden. Dieser Schutz kann durch bauliche Maßnahmen, durch die Auswahl entsprechender Kabel bzw. Leitungen oder durch eine entsprechende Verlegeart erreicht werden. Den Längsschutz könnten alternativ sicherstellen:

- die Verlegung mineralisolierter Leitungen (siehe Kapitel 3.5.2.3 dieses Buchs),
- die Verlegung halogenfreier Leitungen bzw. Kabel mit verbessertem Verhalten im Brandfall,
- das Auftragen von speziellen Kabelbeschichtungen,
- Herstellen von Kanälen und Schächten aus nicht brennbaren Baustoffen,
- besondere Wahl der Kabel- bzw. Leitungstrasse mit räumlich getrennter Verlegung, z. B. in Zwischenböden und anderen Hohlräumen aus nicht brennbaren Baustoffen,

- die Verlegung im Erdreich bzw. ganz allgemein die „erdschluss- und kurzschluss-sichere Verlegung“ (wie nachfolgend beschrieben),
- die Verlegung in Beton, im Putz oder unter Putz.

6.3 Erdschluss- und kurzschluss-sichere Verlegung

Bei Problemen mit dem Schutz bei Überstrom wird als Alternative häufig die sogenannte „erdschluss- und kurzschluss-sichere Verlegung“ erwähnt. Kurzschluss-sicher und erdschluss-sicher sind Kabel und Leitungen dann, wenn bei bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen weder mit einem Kurzschluss noch mit einem Erdschluss zu rechnen ist.

Darin unterscheidet sich diese Verlegeart auch von einer möglichen „kurzschluss-festen Verlegung“. Bei einer kurzschlussfesten Verlegung wird vorausgesetzt, dass ein Kurzschluss vorkommen kann, aber durch die Art der Betriebsmittel und der Montage sicher beherrscht wird. Von einer kurzschluss-sicheren Errichtung kann gesprochen werden, wenn durch die Art der Verlegung bzw. Montage mit einem Kurzschluss gar nicht erst gerechnet werden muss.

Notwendig werden kann eine solche Verlegung z. B. bei der Kabelanlage zwischen einem einspeisenden Transformator und seiner nachgeschalteten Niederspannung-Hauptverteilung. Auch bei Stromkreisen, in denen z. B. aus Gründen des Brand-schutzes Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen (RCDs) zwar gefordert sind, aber aus diversen Gründen (z. B. zu hohe Ableitströme oder Betriebsströme) nicht vorgesehen werden können, ist eine erdschluss- und kurzschluss-sichere Verlegung eine mögliche Alternative.

Als erd- und kurzschluss-sichere Verlegung gelten:

- a) starre Leiter, die gegenseitiges Berühren und eine Berührung mit Erde ausschließen, zum Beispiel Sammelschienen, Schienenverteiler,
- b) Einaderleitungen, die so verlegt sind, dass eine gegenseitige Berührung und eine Berührung mit Erde ausgeschlossen werden kann durch:
 - Abstandhalter (**Bild 6.1** dieses Buchs),
 - Verlegung jedes einzelnen Leiters in jeweils einem Elektro-Installationsrohr (**Bild 6.2** dieses Buchs),
 - Verlegung jedes einzelnen Leiters in jeweils einem Elektro-Installationskanal,
- c) einadrige Kabel und Mantelleitungen, z. B. NYY oder NYM, oder einadrige flexible Gummischlauchleitungen, z. B. H07RN-F (**Bild 6.3** dieses Buchs),
- d) Einaderleitungen für eine Nennspannung von mindestens 3 kV oder gleichwertige Ausführungen; NSGAFÖU (Sonder-Gummiaderleitung) nach DIN VDE 0250-602 mit einer Nennspannung von $U_0/U = 1,8/3$ kV gibt es von $1,5 \text{ mm}^2$ bis 10 mm^2

als eindrätige Aderleitung und als mehrdrätige Aderleitung von 16 mm^2 bis 300 mm^2 ; die maximale Betriebstemperatur solcher Leitungen beträgt in der Regel $90 \text{ }^\circ\text{C}$,

- e) Kabel und Mantelleitungen, die nicht in der Nähe brennbarer Stoffe verlegt sind und bei denen die Gefahr einer mechanischen Beschädigung nicht gegeben ist, z. B. in abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten,
- f) Kabel und Leitungen, die so verlegt sind, dass sie gefahrlos ausbrennen können (z. B. erdverlegte Kabel).

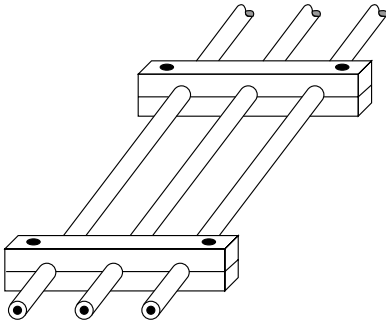


Bild 6.1 Abstandhalter bei einadrigen Leitern für eine erdschluss- und kurzschluss sichere Verlegung

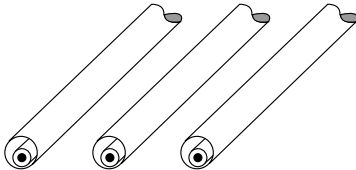


Bild 6.2 Einadrige Leiter in einem nicht leitfähigen Elektro-Installationsrohr für eine erdschluss- und kurzschluss sichere Verlegung

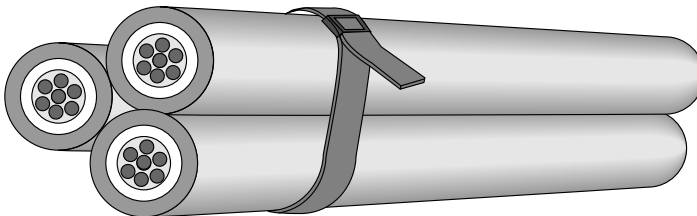


Bild 6.3 Einadriges Kabel bzw. einadrige Leitung (z. B. NYY oder NYM oder H07RN-F) für eine erdschluss- und kurzschluss sichere Verlegung

6.4 Back-up-Schutz und Selektivität

Wenn der Kurzschlussstrom so groß ist, dass eine vorgesehene Schutzeinrichtung (z. B. ein LS-Schalter) diesen Strom nicht mehr schalten kann, entsteht eine nicht zu unterschätzende Brandgefahr. Aus diesem Grund müssen in diesem Fall andere Schutzrichtungen, z. B. Schmelzsicherungen, vorgeschaltet werden – natürlich unter Aufgabe der Selektivität – die eine Abschaltung so schnell übernehmen, dass die gefährdete Schutzeinrichtung nicht ansprechen muss oder zumindest nicht überlastet wird. Die vorgeschaltete Schutzeinrichtung übernimmt somit den Kurzschlussschutz für die nachgeschaltete Schutzeinrichtung. Die gefährdete Schutzeinrichtung dient dann nur noch als Überlastschutzeinrichtung und als Kurzschlussschutzeinrichtung für kleinere Kurzschlussströme, und sie verhält sich für diese Fälle auch selektiv zu der vorgeordneten Schutzeinrichtung.

Das Problem und die erforderliche Maßnahme sollen nachfolgend an einem Beispiel erläutert werden:

Beispiel:

In einer Industrieanlage soll ein Gerät durch LS-Schalter, Typ C, Nennstrom 40 A, abgesichert werden. Der maximale Kurzschlussstrom an der Einbaustelle liegt bei 12 kA. Gesucht ist die notwendige Vorsicherung der Betriebsklasse gG, die sich bei kleinen Kurzschlussströmen noch selektiv zum LS-Schalter verhält und bei großen Kurzschlussströmen einen Back-up-Schutz bietet.

Die Lösung erfolgt zweckmäßigerweise durch Übertrag der Strom-Zeit-Kennlinie des verwendeten LS-Schalters in ein Kennlinienfeld von NH-Sicherungen, die zur Verfügung stehen.

Wie **Bild 6.4** dieses Buchs zeigt, reicht eine 125-A-gG-Sicherung gerade noch aus, um selektives Abschalten bis zu einem Kurzschlussstrom von etwa 3,5 kA zu gewährleisten. Eine 100-A-Sicherung würde möglicherweise die Ausschaltkennlinie des LS-Schalters schneiden und wäre somit nicht geeignet.

Wenn der LS-Schalter Ströme bis 6 kA schalten kann, wäre damit auch der Back-up-Schutz gegeben, weil bei Strömen ab 3,5 kA bis zum zuvor angegebenen maximalen Kurzschlussstrom von 12 kA die Schmelzsicherung schneller schaltet und so den LS-Schalter entlastet. Das bedeutet:

Bis 3,5 kA herrscht Selektivität, und bei Kurzschlussströmen über 3,5 kA wird der LS-Schalter durch die Schmelzsicherung geschützt (Back-up-Schutz).

Bei einer 160-A-gG-Sicherung hingegen ist der Back-up-Schutz für einen LS-Schalter mit 6 kA Bemessungsschaltvermögen fraglich, da sich die Kennlinien bei etwa 6 kA schneiden. Es wäre nicht auszuschließen, dass bei einem Strom, der etwas über 6 kA liegt, der LS-Schalter zuerst auslösen und dabei unter Umständen zerstört werden würde. Die Anwendung einer 160-A-gG-Sicherung erfordert einen LS-Schalter mit 10 kA Bemessungsschaltvermögen.

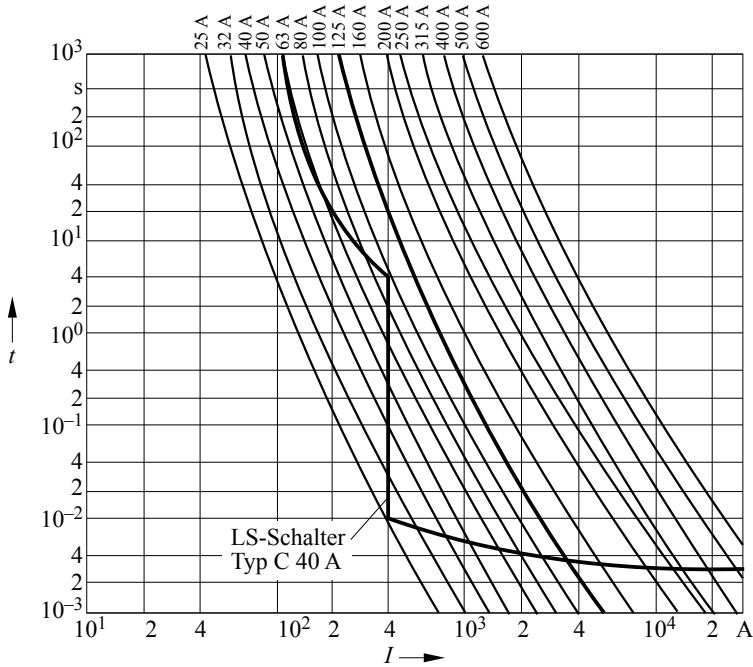


Bild 6.4 Strom-Zeit-Kennlinien von NH-Sicherungen der Betriebsklasse gG und einem LS-Schalter Typ C, 40 A

Hinweis: Bei Selektivitätsbetrachtungen mit sehr kurzen Abschaltzeiten $t_a \leq 0,1$ s, also bei sehr großen Kurzschlussströmen, die höher als das 18- bis 20-Fache des Bemessungsstroms der Überstrom-Schutzeinrichtungen ausfallen, genügt es häufig nicht mehr, die Schmelzeitkennlinien der verschiedenen Überstrom-Schutzorgane nach der Abschaltzeit auszuwerten. Besonders bei der Anwendung von Schmelzsicherungen und nachgeordneten LS-Schaltern bzw. Leistungsschaltern in einer Anlage können Probleme auftreten. Dies gilt auch beim Einsatz von strombegrenzenden Überstrom-Schutzeinrichtungen. Eine Lösungsmöglichkeit wäre der Vergleich der Schmelzeitintegralwerte (Joule-Integral bzw. I^2t -Werte) der verschiedenen Überstrom-Schutzeinrichtungen (siehe Kapitel 3.1.3.4 dieses Buchs).

6.5 Installation in Hohlwänden nach DIN VDE 0100-520

In DIN VDE 0100-520, Abschnitt 521.15 wird die Installation in Hohlwänden beschrieben. Da diese in der Regel ganz oder zum Teil aus brennbarem Material bestehen, hat auch in diesem Fall das Thema Brandschutz eine hohe Bedeutung.

Dass elektrische Betriebsmittel (Steckdosen, Schalter, Abzweigdosen, Kabel und Leitungen usw.) in Hohlwände eingebracht werden dürfen, ist unbestritten. Es ist nach Norm sogar erlaubt, Kabel und Leitungen sowohl fest als auch beweglich zu verlegen. Natürlich sind beweglich verlegte Kabel und Leitungen an den Anschlussstellen vor Zug- und Schubbelastungen zu schützen.

Natürlich müssen die Betriebsmittel einigen Mindestanforderungen entsprechen:

- a) Geräte- und Verbindungsdosen müssen mit dem Symbol ∇ nach DIN VDE 0606-1 (**VDE 0606-1**) gekennzeichnet sein. Diese Norm aus dem Jahr 2000 ist immer noch gültig, obwohl bereits die neue Norm DIN EN 60670-1 (**VDE 0606-1**) erhältlich ist und letztmalig 2014 herausgegeben wurde. Allerdings konnte man sich in Europa nicht in allen Punkten einigen – u. a. auch nicht bezüglich der mit H gekennzeichneten Geräte- und Verbindungsdosen, deren Anforderungen für Deutschland immer noch in der älteren Norm vorliegen.

Weiterhin müssen im Hohlraum eingebaute Dosen und andere Gehäuse einen Schutzgrad von mindestens IP30 besitzen.

- b) Verteiler dürfen ebenfalls in Hohlwänden errichtet werden. Sie müssen den Prüfanforderungen für Hohlwand-Installationskleinverteiler nach DIN EN 61439-1 (**VDE 0660-600-1**) genügen und ebenfalls mit dem zuvor erwähnten H gekennzeichnet sein.

Wenn die elektrischen Betriebsmittel diesen Anforderungen nicht oder nur zum Teil entsprechen, müssen sie mit mindestens 12 mm dicken Silikatfasern oder mit nicht entflammbarem Material oder mit mindestens 100 mm Glas- oder Steinwolle umhüllt werden. Natürlich muss hierbei eine mögliche Beeinflussung der Wärmeableitfähigkeit der umhüllten Betriebsmittel berücksichtigt werden.

Dass eine Krallenbefestigung bei Schaltern und Steckdosen verboten ist, dürfte selbstverständlich sein. Sie ist auch unnötig, weil die mit H gekennzeichneten Gerätedosen die Möglichkeit der Schraubbefestigung bieten.

Kabel und Leitungen, die in Verbindungsdosen eingeführt werden, müssen zugentlastet sein, weil in Hohlwänden eine unzulässige Belastung der Anschlüsse durch das Eigengewicht der Kabel und Leitungen möglich ist.

Anforderungen für Installationen in Hohlwänden, die eine hochfeuerhemmende Qualität (F 60) aufweisen, sind im Kapitel 4.3.3.1 dieses Buchs zu finden.