

**SIEMENS**

*Ingenuity for life*

# Präventiver Brandschutz in der Elektroinstallation

[siemens.de/schutzkonzept](https://www.siemens.de/schutzkonzept)



**Zunehmend automatisierte Gebäudeinfrastrukturen, eine steigende Zahl an elektrischen Verbrauchern mit teilweise neuen technischen Charakteristiken sowie strengere Normen lassen den adäquaten Schutz der Elektroinstallation in den Fokus rücken. Vorhandene Elektroinstallationen halten den wachsenden Anforderungen kaum mehr stand. Die möglichen Folgen reichen vom Ausfall elektrischer Verbraucher bis hin zu elektrisch verursachten Bränden, die deutschlandweit für mehr als 30 Prozent aller Gebäudebrände verantwortlich sind und teils schwerwiegende Personen- und Sachschäden verursachen.**

In vielen Bestandsobjekten wurde die Elektroinstallation bereits vor Jahrzehnten nach damaligem Stand der Technik errichtet und seither nicht mehr angepasst. Allein in Deutschland sind knapp 30 Millionen Wohngebäude älter als 35 Jahre, davon 11 Millionen älter 60 Jahre. Elektroanlagen aber haben laut VDI eine durchschnittliche Lebensdauer von nur 30 bis 35 Jahren. Werden die Gebäude saniert, wird die Elektroinstallation oft vernachlässigt. Im Objekt- und Industriebau ist die Situation ähnlich.

#### **Neue Risiken durch neue Technik**

Vielfach unberücksichtigt bleibt, dass sich die Zahl an elektrischen Verbrauchern in den letzten Jahrzehnten drastisch erhöht hat: Lag die Zahl an elektrischen Geräten früher bei etwa acht, finden sich heute oft über 70 elektrische Verbraucher im Haushalt. Geschirrspüler, Wäschetrockner oder Mikrowellengeräte etwa waren bis in die Achtzigerjahre wenig verbreitet; Unterhaltungselektronik in der heutigen Form, Computer, Wärmepumpen

oder Eigenenergieerzeuger wie Photovoltaikanlagen gab es nicht.

Diesen Belastungen hält die in vielen Gebäuden veraltete Elektroinstallation kaum mehr stand. Moderne Elektrogeräte weisen zudem oft andere Charakteristika hinsichtlich der Stromaufnahme auf oder verfügen beispielsweise über Frequenzumrichter. Diese können im Fehlerfall Fehlerströme mit höheren Frequenzen oder glatte Gleichfehlerströme erzeugen und benötigen deshalb spezielle Schutzeinrichtungen was kaum bekannt ist.

Überalterte Elektroanlagen, die für den Gerätepark der 1960er und 1970er Jahre ausgelegt wurden, können außerdem kaum ans Smart Grid angeschlossen werden oder Elektrofahrzeuge über einen längeren Zeitraum regelmäßig mit Strom versorgen. Die Modernisierung der Elektroinstallation ist deshalb nicht nur die Voraussetzung für elektrische Sicherheit, sondern auch die Basis für nachhaltige Energiekonzepte.

#### **Arten und mögliche Ursachen für Fehlerlichtbögen**

So genannte Fehlerlichtbögen in elektrischen Leitungen oder Anlagen zählen zu den häufigsten Brandursachen. Zu unterscheiden sind serielle und parallele Fehlerlichtbögen. Parallele Fehlerlichtbögen treten zwischen Außenleiter gegen Erde oder Schutzleiter (PE), zwischen zwei Außenleitern oder zwischen Außen- und Neutralleiter auf. Serielle Fehlerlichtbögen können bei der Unterbrechung eines Leiters oder in Folge von losen Kontakten entstehen. Zu den häufigsten Ursachen serieller Fehlerlichtbögen zählen beschädigte Kabelisolierungen (zum Beispiel durch Nägel, Schrauben oder Befestigungsklammern), gequetschte

Leitungen bei der Verlegung durch offene Türen und Fenster, Kabelbrüche durch zu enge Biegeradien, abgenutzte Stecker und Leitungen, etwa durch unachtsam verschobene Möbel, sowie gelockerte Kontakte und Anschlüsse in Schaltern oder Steckdosen.

Zusätzlich können Umwelteinflüsse wie Hitze, Feuchtigkeit, Gase und im Außenbereich UV-Strahlung und Nagetierverbiss die Kabel angreifen sowie leitende Verschmutzungen und Kondensationswasser unerwünschte Kontakte herstellen.

Entsteht durch die Beschädigung einer Leitung eine Engstelle mit reduziertem Querschnitt, so führt dies unter Strombelastung zur Temperaturerhöhung und kann in der nächsten Phase über Oxidation des heißen Kupfers zu Kupferoxid führen. Im Weiteren wird die Isolierung erhitzt und karbonisiert. Bei zunehmend starker Erhitzung schmilzt und vergast das Kupfer, es entsteht ein Luftspalt und sporadische Lichtbögen treten auf. Bei ungefähr 6.000 °C können sich diese über die karbonisierte Isolierung stabilisieren. Eine mögliche Folge ist Kabelbrand.

Umfangreiche Versuche zur Entstehung serieller Fehlerlichtbögen bei der in Europa üblichen Spannung von 230 Volt (V) sowie unter Verwendung des deutschlandweit gebräuchlichsten Kabeltyps NYM ergaben: Erst ab einer gewissen Energie karbonisiert eine Fehlerstelle und erlangt dadurch signifikante Lichtbogenstabilität. Die Zeit bis zur Flammenbildung hängt stark vom Laststrom ab. Bei Strömen unter 3 Ampere (A) sind die Lichtbögen sehr instabil, meist ist nur ein Glühen zu beobachten, das über einen längeren Zeitraum jedoch die Fehlerstelle so verkohlen kann, dass sich für einige Zehntelsekunden bis Sekunden ein stabiler Bogen bildet. Die Zündenergie liegt hier bei rund 300 Joule. Unterhalb von 2 A hat selbst ein stabiler Lichtbogen häufig nicht die nötige Leistung, das Kabel zu entzünden.

Im mittleren Bereich zwischen 3 bis 10 A – die meisten im Haushalt üblichen Elektrogeräte fallen in diese Kategorie – ist die Wahrscheinlichkeit am größten, dass gefährliche Fehlerlichtbögen entstehen. Das Auftreten erster und signifikanter Flammen (das heißt dauerhafter Flammen über 5 bzw. 50 ms) liegt hier bei rund 80 Prozent. Die Zündenergie beträgt konstant 450 Joule. Im oberen Bereich über 10 A ist die Leistung des Lichtbogens so groß, dass Flammen sehr schnell und ohne Verkohlungen auftreten. Äußerst gering ist hingegen die Lichtbogenstabilität. Gleichzeitig liegt die Wahrscheinlichkeit signifikanter Flammen bei weniger als 35 bzw. die stabiler Flammen bei unter 5 Prozent. Ein Grund dafür ist das Verdampfen des verkohlten Materials, sodass sich kein Kohlenstoffpfad bildet. Zudem können serielle Lichtbögen mit hoher Leistung die beiden Kupferleiter unter Umständen wieder zusammenschmelzen und die Fehlerstelle „reparieren“. Doch auch wenn stabile Lichtbögen über 10 A selten sind, stellen die in diesem Bereich möglichen kurzen und heftigen Flammen eine ernsthafte Gefahr dar.

### Erkennen von Fehlerlichtbögen

Für einen durchgängigen Schutz der Elektroinstallation sind ineinander greifende Schutzkomponenten für den Personen-, den Leitungs- und den präventiven Brandschutz erforderlich. Leitungsschutzschalter und Sicherungen sind auf den Schutz von Leitungen, Anlagen und Geräten im Fall von Überlast und Kurzschluss ausgelegt. Sie trennen den

Strom, in Abhängigkeit der Fehlerimpedanz, in den meisten Fällen bei parallelen Lichtbögen zwischen Außenleitern oder zwischen Außen- und Neutralleiter.

Fehlerstrom(FI)-Schutzeinrichtungen schützen vor gefährlichen Körperströmen bei indirektem und direktem Berühren, indem sie beim Überschreiten eines bestimmten Fehlerstroms den überwachten Stromkreis schnell und sicher vom Netz trennen. Die Fehlerursache kann beispielsweise ein defektes Elektrogerät sein. FI-Schutzschalter erfassen Fehlerströme und Fehlerlichtbögen gegen Erde und können in diesen Fällen, in Abhängigkeit des Bemessungsfehlerstromes, zusätzlich vor Bränden schützen. Für viele Anwendungsbereiche ist die Installation von FI-Schutzschaltern mit Bemessungsfehlerströmen von maximal 30 mA in Neubauten daher Pflicht: Beispielsweise seit 1984 in Räumen mit Badewanne oder Dusche (DIN VDE 0100-701) und seit 2009 zudem für alle Steckdosen-Stromkreise mit einem Bemessungsstrom bis 20 A, die für die Benutzung durch Laien und zur allgemeinen Verwendung bestimmt sind (DIN VDE 0100-410).

### Brandschutzschalter für präventiven Schutz

Serielle Fehlerlichtbögen können diese gängigen Schutz-einrichtungen jedoch nicht erkennen, da diese Störfälle zu keiner Erhöhung des Laststromes, bzw. zu einem Fehlerstrom führen. Bei parallelen Fehlerlichtbögen in Verbindung mit sehr hoher Netzimpedanz wiederum liegt der fließende Strom im Kurzschlussfall möglicherweise unter der Auslösekennlinie der Überstromschutz-einrichtung, sodass die Abschaltung nicht oder zu spät veranlasst wird.

Diese Schutzlücke schließen Brandschutzschalter (arc-fault detection devices, kurz AFDD), wie sie Siemens mit dem Brandschutzschalter 5SM6 (engl.: 5SM6 AFD unit) bietet. Die Geräte sind in der Lage, alle Arten von Fehlerlichtbögen zu erkennen. Basierend auf einer seit Jahren in den USA bewährten Technologie erfassen sie nicht nur Strom und Spannung: Die Brandschutzschalter 5SM6 von Siemens erfassen zusätzlich auf Basis der patentierten Erkennungsmethodik SIARC kontinuierlich das Hochfrequenzrauschen in Hinblick auf Höhe, Stabilität und Dauer. Integrierte Filter in Verbindung mit intelligenter Software verarbeiten, analysieren und bewerten diese Signale nach einer Vielzahl von Kriterien, um so zum Beispiel die Gesamtenergie, Lichtbogenenergie, das Plateau der Lichtbogen-spannung, Lichtbogenstabilität und Flammenauftritt zu ermitteln. Sind die Bedingungen eines Fehlerlichtbogens erfüllt, wird der angeschlossene Stromkreis innerhalb von Sekundenbruchteilen abgeschaltet. Brandgefahren von der elektrisch-en Leitung bis hin zum Endgerät können so frühzeitig erkannt und unterbunden werden.

### **Fehlerlichtbogen-Schutz in den Normen**

In den USA sind Brandschutzschalter als AFCI (Arc-Fault Circuit Interrupter) bekannt und seit vielen Jahren vorgeschrieben. Auch die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC), das Europäische Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) sowie die Deutsche Kommission für Elektrotechnik Elektronik Informations-technik (DKE) haben die Dringlichkeit erkannt und den Fehlerlichtbogenschutz als Empfehlung aufgenommen.

Mit der Veröffentlichung der nationalen Norm DIN VDE 0100-420:2016-02 „Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-42: Schutzmaßnahmen – Schutz gegen thermische Auswirkungen“ wird die Installation des Brandschutzschalters als anerkannte Regel der Technik für bestimmte Anwendungsbereiche verpflichtend. Die DIN VDE 0100-420:2016-02 ersetzt die Vorgängernorm von 2013, für die eine Übergangsfrist bis 18.12.2017 gilt. Das heißt konkret:

***In allen Elektro-installationen, die nach Veröffentlichung der aktuellen Version der DIN VDE 0100-420 im Februar 2016 projektiert werden, müssen Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen in den definierten Anwendungsbereichen verbindlich eingesetzt werden.***

Die DIN VDE Norm 0100-420 beschreibt die Anforderungen an den Schutz von Personen, Nutztieren und Sachwerten gegen thermische Einflüsse und Brandgefahren durch Fehler in elektrische Betriebsmitteln und Anlagen. Sie ist anzuwenden bei Neuinstallationen sowie Erweiterungen bestehender Elektroinstallationen. Ergänzt wurde in der Neufassung der Norm der Abschnitt 421.7. Darin beschrieben ist der Einsatz so genannter Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen, also Brandschutzschaltern.

Mit Aufnahme dieser Schutzeinrichtung wurde der Einsatz des Brandschutzschalters zur anerkannten Regel der Technik und muss in einphasigen Wechselspannungssystemen mit einem Betriebsstrom nicht größer als 16 A für folgende Anwendungen verpflichtend eingebaut werden:

1. in Schlaf- oder Aufenthaltsräumen von Heimen oder Tageseinrichtungen für Kinder, behinderte oder alte Menschen (z. B. Kindertagesstätten, Seniorenheime)
2. in Schlaf- oder Aufenthaltsräumen von barrierefreien Wohnungen nach DIN VDE 18040-2
3. in Räumen oder Orten
  - mit einem Feuerrisiko durch verarbeitete oder gelagerte Materialien (genauer beschrieben in der Norm in Abschnitt 422.3)
  - mit brennbaren Baustoffen (genauer beschrieben in der Norm in Abschnitt 422.4)
  - mit Gefährdungen für unersetzbare Güter (genauer beschrieben in der Norm in Abschnitt 422.6)

Dazu gehören unter anderem auch Holzverarbeitende Betriebe, Papier- und Textilfabriken, Holzhäuser, Labore, öffentliche Gebäude, Museen, Bahnhöfe und Flughäfen. In weiteren Bereichen, etwa alle Räume mit Schlafgelegenheiten, oder für Räume oder Orte mit feuerverbreitenden Strukturen (beispielsweise in Hochhäusern), wird der Einbau von Brandschutzschaltern empfohlen.

Mehr zum erweiterten Schutz der Elektroinstallation und zum Brandschutzschalter:

[siemens.de/schutzkonzept](http://siemens.de/schutzkonzept)  
[siemens.de/brandschutzschalter](http://siemens.de/brandschutzschalter)