

AFDD- Brandschutzschalter

Technische, normative und rechtliche Hintergründe

Bereits seit einigen Jahren gibt es **Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen**, umgangssprachlich auch **Brandschutzschalter** genannt, als Schutzmaßnahme vor einer Brandentstehung in der Elektroinstallation, hervorgerufen durch die thermische Auswirkung von Fehlerlichtbögen. Bislang war der Einsatz von Brandschutzschaltern, in der ursprünglichen Fassung der **DIN VDE 0100-420:2016-2**, bei besonderen Risiken für bestimmte einphasige Endstromkreise in Neuinstallationen oder bei Erweiterungen in Bestandsanlagen noch als **erforderlich** definiert. In der jüngsten Neufassung der **DIN VDE 0100-420:2019-10** wurde das Erfordernis in der Formulierung entschärft und der Einsatz von Brandschutzschaltern wird nun als eine mögliche anlagentechnische Schutzmaßnahme gegen thermische Auswirkungen durch Fehlerlichtbögen bei besonderen Risiken **empfohlen**. Wie den einleitenden Worten entnommen werden kann, haben die normativen Definitionen bei Planern, Bauherren und Errichtern eher zur Verunsicherung als zur Klarstellung beigetragen. Oftmals kam und kommt es immer noch zu der Fragestellung, ob nun ein Brandschutzschalter in bestimmten Fällen verpflichtend eingebaut werden muss oder nicht.

Dieser Artikel versucht zum einen die technischen Hintergründe und den Nutzen von Brandschutzschaltern aufzuzeigen und zum anderen aber auch die normative bzw. rechtliche Seite zu beleuchten.

Was bedeutet AFDD?

Das Akronym **AFDD**, welches auch zur Bezeichnung des Brandschutzschalters verwendet wird, steht für **Arc Fault Detection Device** (Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtung).

Was versteht man unter einem Fehlerlichtbogen und welche Auswirkungen gibt es?

Der **Fehlerlichtbogen** ist eine unerwünschte Erscheinung in der Elektrotechnik. Die Entstehung eines Fehlerlichtbogens ist die Folge eines Spannungsüberschlags, der entweder zwischen zwei Leitern mit unterschiedlichem Potenzial, z. B. bei *zu geringem Isolationswiderstand*, oder innerhalb eines Leiters, z. B. an einer Stelle *mit erhöhtem Übergangswiderstand*, entstehen kann. Man unterscheidet daher zwischen dem sogenannten **parallelen** und dem **seriellen Fehlerlichtbogen**.

In **Bild 1** ist am Beispiel einer NYM-Mantelleitung exemplarisch der parallele Fehlerlichtbogen (1) zwischen Außenleiter und Neutraleiter sowie der serielle Fehlerlichtbogen (2) innerhalb des Außenleiters dargestellt.

Im Falle von elektrischen Leitungen können Fehlerlichtbögen z. B. durch mechanische Überbeanspruchung in Form von Quetschungen oder Stauungen, welche u. a. die Isolationseigenschaften zwischen den Leitern oder den Leiterquerschnitt negativ beeinflussen, hervorgerufen werden.

- Parallele Fehlerlichtbögen können beispielsweise zwischen Außen- und Neutralleitern, zwischen Außen- und Schutzleitern und zwischen Neutral- und Schutzleitern entstehen.
- Serielle Fehlerlichtbögen können innerhalb des Außenleiters oder innerhalb des Neutralleiters entstehen.

Elektrische Leiter sind nicht nur (Kabel und) Leitungen, welche in diesem Artikel bislang exemplarisch zur besseren Verdeutlichung eines Fehlerlichtbogens genannt wurden, sondern ebenso beispielsweise Klemmen, oder allgemein ausgedrückt, Kontakt- bzw. Verbindungsstellen.

Bei Kontakt- und Verbindungsstellen können, insbesondere bei Verwendung von Schraubverbindungen, welche u. a. bedingt durch Alterung oder Materialermüdung nicht mehr ein ausreichendes Anzugsmoment aufweisen, Fehlerlichtbögen aufgrund von erhöhten Übergangswiderständen auftreten.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass serielle und parallele Fehlerlichtbögen in Endstromkreisen oftmals folgende Ursachen haben:

- Isolationsdefekt zwischen aktiven Leitern (zu geringer Isolationswiderstand z. B. durch Alterung)
- Leitungsbeschädigung bzw. Leiterbruch durch äußere mechanische Einwirkungen (z. B. zu enge Biegeradien bei der ortsfesten

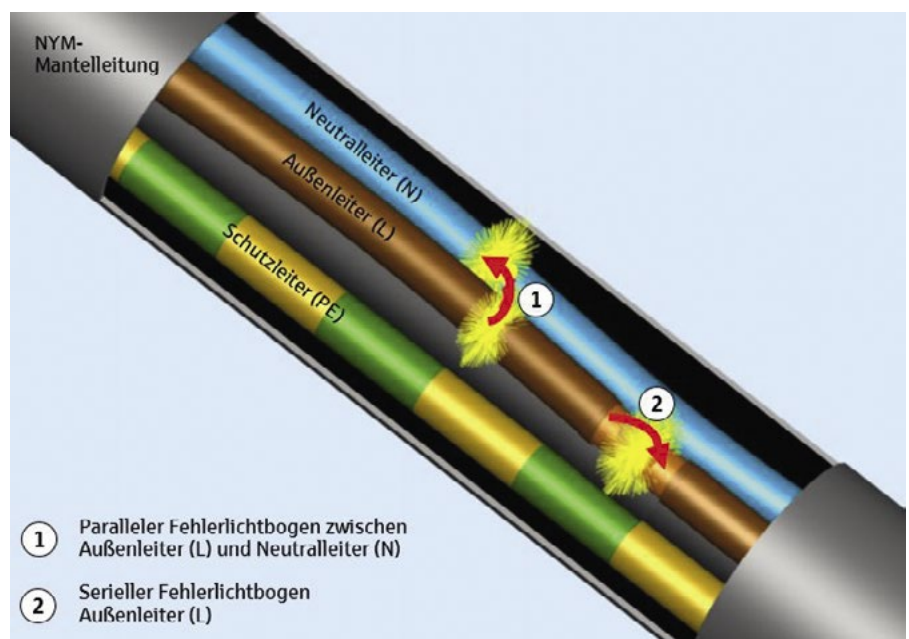
- Installation, was zu einer lokal begrenzten Reduktion des Leiterquerschnitts führt.)
- Klemmstellen, die einen erhöhten Übergangswiderstand aufweisen (z. B. bei Materialermüdung des Kupferleiters, was bei einer Schraubklemme zur Folge hat, dass nicht mehr das erforderliche Anzugsmoment vorhanden ist.)

Welche Auswirkungen hat ein Fehlerlichtbogen?

Bei einem Fehlerlichtbogen können sehr hohe Temperaturen entstehen. Dadurch kommt es im betroffenen Bereich, wie z. B. der metallischen Klemme oder der Isolation, zu thermischen Schäden, was bis zu einer sogenannten Pyrolyse führen kann. Hierbei entstehen durch verschmorte Kunststoffe (z. B. Isolationsmaterial) brennbare Gase, die sich entzünden können.

Es handelt sich oftmals um einen schleichenden Prozess, der lange Zeit unmerkelt bleibt, insbesondere wenn es sich um einen Stromkreis handelt, der nur temporär und nicht im Dauerbetrieb ▶

Bild 1 / Exemplarisch aufgezeigte Unterscheidung zwischen parallelem und seriellen Fehlerlichtbogen (Quelle: diam-consult)



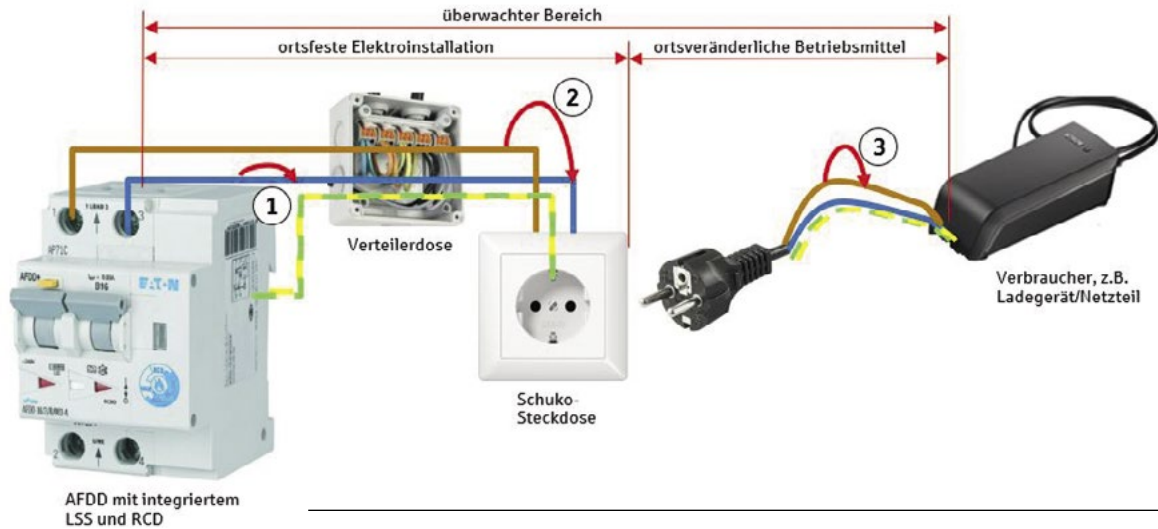


Bild 2 / Schematische Darstellung Stromkreis mit AFDD. Ein AFDD kann sowohl serielle (1) u. (3) als auch parallele (2) Fehlerlichtbögen erkennen.

genutzt wird. Im Laufe der Zeit wird die thermische Beanspruchung an der Fehlerstelle zu groß, was zu einer Brandentstehung führen kann.

Um ein solches Brandrisiko möglichst frühzeitig zu detektieren, also lange bevor es zu einem Brand kommt, gibt es die anlagentechnische Schutzeinrichtung durch Verwendung von Brandschutzschaltern, welche betroffene Stromkreise im Fehlerfall unterbrechen.

Wie funktioniert ein AFDD?

Auf die Funktionsweise eines Brandschutzschalters wird an dieser Stelle nur sehr oberflächlich eingegangen, da dies zum Grundverständnis der Thematik völlig ausreichend ist.

Treten Lichtbögen in einem Stromkreis auf, haben diese die charakteristische Eigenschaft, hochfrequente Signale im Stromverlauf zu erzeugen, sogenanntes HF-Rauschen. Mittels der im Brandschutzschalter integrierten Sensorik, Signalaufbereitung und der Auswerteeinheit können diese HF-Anteile erfasst und qualifiziert werden. Kommt es zur Überschreitung definierter Schwellwerte, so führt dies zu einer allpoligen (Außenleiter und Neutralleiter) Abschaltung des Stromkreises.

Die technische Herausforderung ist hierbei, einen betriebsmäßig auftretenden

den Lichtbogen – wie er beispielsweise bei einem Bürstenfeuer einer Bohrmaschine oder einem Schaltlichtbogen beim Betätigen eines Lichtschalters auftreten kann – von einem Fehlerlichtbogen zu unterscheiden, um Fehlauslösungen auszuschließen.

Warum wird zusätzlich ein AFDD benötigt?

Bestehende Schutzeinrichtungen in Endstromkreisen, wie u. a. ein Leitungsschutzschalter (LS) oder ein Fehlerstromschutzschalter (RCD), bieten keinen ausreichenden Schutz, um das Risiko einer Brandentstehung durch parallele und insbesondere durch serielle Fehlerlichtbögen zu verringern.

Beispielsweise sei genannt, dass bei einem seriellen Fehlerlichtbogen kein Fehlerstrom über den Schutzleiter fließt und somit der Fehlerstromschutzschalter (RCD) nicht auslösen würde.

Ebenso liegt bei seriellen und parallelen Fehlerlichtbögen eine erhöhte Leitungsimpedanz vor, welche wiederum den Betriebsstrom begrenzt, ggf. verringert. Somit würde die Überstromschutzeinrichtung (Leitungsschutzschalter) auch nicht auslösen. Erst wenn z. B. bereits ein Schmorbrand im Gange ist und dadurch Kunststoffe, welche als Isoliermedium dienen, schmelzen, kann es ggf. zu einer Auslösung von RCD

oder LS kommen, da ggf. erst dann Überströme oder Fehlerströme oberhalb der Auslöseschwellwerte zum Fließen kommen.

Aus zuvor genannten Gründen und Beispielen sind daher als anlagentechnische Schutzeinrichtung gegen Fehlerlichtbögen, Leitungsschutzschalter (LS) und Fehlerstromschutzschalter (RCD) ungeeignet, da diese derartige Fehler nicht erfassen können.

Was für Produkte gibt es?

Brandschutzschalter werden in der ortsfesten Elektroverteilung verbaut. Es gibt sie als „Einzelgerät“ oder in Kombination mit einem Leitungsschutzschalter (LS) sowie auch in Kombination mit einem Leitungsschutzschalter (LS) und einem Fehlerstromschutzschalter (RCD) in einem Gerät vereint (**Bild 2**). Je nach Hersteller und zum Einsatz kommenden Gerätetyp gibt es Produkte in unterschiedlichen Gerätebreiten. Die Breite wird in der Elektrotechnik bzw. im Schaltschrankbau in sogenannten Teilungseinheiten (TE) angegeben.

Für die Nachrüstung in Bestandsinstallationen, bei denen oftmals keine ausreichenden Platzreserven vorhanden sind, gibt es inzwischen auch Produkte

(Brandschutzschalter inkl. Leitungsschutzschalter), welche nur eine Teilungseinheit (1 TE) an Platzbedarf benötigen. Damit ist es u. a. möglich, einen vorhandenen Leitungsschutzschalter (LS mit 1 TE) gegen ein „Kombigerät“ (AFDD + LS mit insgesamt 1 TE) zu ersetzen, ohne dass man in der Elektroverteilung mehr Platz benötigt.

In der **Bildserie 3** werden verschiedene Produktvarianten von unterschiedlichen Herstellern exemplarisch dargestellt.



Bildserie 3 / Produktvarianten
 oben: Brandschutzschalter mit Leitungsschutzschalter (1 TE). Quelle: Siemens
 mittig: Brandschutzschalter mit Leitungsschutzschalter (2 TE). Quelle: hager
 unten: Brandschutzschalter mit Leitungsschutzschalter und Fehlerstromschutzschalter (3 TE). Quelle: EATON

Nachteile

Neben den Vorteilen durch den Einsatz von Brandschutzschaltern gibt es allerdings auch u. a. folgende Nachteile:

Bislang gibt es Brandschutzschalter nur für **einphasige** (~ 230 V) **Stromkreise**. Das Gefahrenpotenzial eines Fehlerlichtbogens ist aber ebenso bei dreiphasigen Stromkreisen (Drehstrom, ~ 400 V) gegeben. Es ist anzunehmen, dass in Zukunft auch für dreiphasige Stromkreise Brandschutzschalter verfügbar sein werden. Diese befinden sich derzeit jedoch noch in der Entwicklungsphase.

Insbesondere bei den ersten Modellgenerationen der Brandschutzschalter waren **Fehlauslösungen** ein Thema. Wie bereits zuvor erwähnt, muss ein Brandschutzschalter Fehlerlichtbögen von betriebsbedingt auftretenden Lichtbögen sicher und zuverlässig unterscheiden können, um keine unerwünschten Fehlauslösungen hervorzurufen.

Erschwerend kommt hinzu, dass die wenigsten Betriebsmittel unserer Zeit nur noch rein lineare (ohmsche) Verbraucher sind und dadurch das Stromnetz zunehmend durch sogenanntes hochfrequentes Rauschen (HF-Rauschen) verunreinigt wird, was wiederum für den Brandschutzschalter eine sichere Unterscheidung, bzw. das eindeutige Erkennen der HF-Anteile, welche von Störlichtbögen erzeugt werden, sehr erschwert und somit ebenso zu Fehlauslösungen führen kann.

Die beiden zuvor genannten Nachteile sorgen u. a. für einen derzeit begrenzten Einsatz von Brandschutzschaltern im gewerblich bzw. industriellen Umfeld, da vor allem dort vermehrt dreiphasige Endstromkreise genutzt werden und in Bezug auf das Thema „Fehlauslösungen“ eine hohe Anlagenverfügbarkeit gewährleistet sein muss.

Ein weiterer Nachteil sind die **Kosten**. Die zusätzliche Risikominimierung durch den Einsatz von Brandschutzschaltern verursacht im Gegenzug auch Mehrkosten bei der Errichtung oder Erweiterung von elektrischen Anlagen. Je nach Hersteller sowie Ausführungsart kostet der Brandschutzschalter zwischen 90 und 130 Euro zzgl. Installationskosten. Die Höhe der Installationskosten hängt davon ab, ob es sich um eine Neuinstallation handelt, welche bei der Planung bereits im Vorfeld den Einsatz von Brandschutzschaltern berücksichtigt oder ob es sich um eine Nachrüstung in einer Bestandsanlage handelt.

Aufgrund der Tatsache, dass ein Brandschutzschalter nicht als „Gruppen-Brandschutzschalter“ übergeordnet für mehrere Stromkreise eingesetzt werden darf, sondern für alle Endstromkreise, welche überwacht werden sollen, ein eigenständiger Brandschutzschalter erforderlich wird, bleibt es i. d. R. nicht nur bei einem Brandschutzschalter pro Elektroverteilung, der zum Einsatz kommt. Wenn man zur preislichen Orientierung eine Neuerrichtung von einem Einfamilienhaus betrachtet, können bei der Ausrüstung der Endstromkreise mit Brandschutzschaltern Mehrkosten (Material- und Installationskosten) von 2.500 bis 3.000 Euro entstehen. ▶

Normative Grundlagen

Die **DIN VDE 0100-420** – Errichten von Niederspannungsanlagen, Teil 4-42, Schutz gegen thermische Auswirkungen, wurde im Oktober 2019 in einer überarbeiteten Version veröffentlicht.

Wesentliche Änderungen wurden im Abschnitt 421.7 zum Einsatz von Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen vorgenommen.

Der in der Vorgängerversion für bestimmte Gebäudearten, Bereiche bzw. Endstromkreise bei besonderen Risiken generell erforderliche Einsatz von Brandschutzschaltern wurde aufgehoben. Um die **besonderen Risiken** in der Planungsphase zu erkennen und zu berücksichtigen sowie daraus geeignete Schutzmaßnahmen abzuleiten, ist eine sogenannte **Risiko- und Sicherheitsbewertung** durchzuführen.

Nachfolgend die wichtigsten Änderungen in der DIN VDE 0100-420:2019-10 im Vergleich zur Vorgängerversion

- Der Einsatz von Brandschutzschaltern ist eine mögliche empfohlene anlagentechnische Schutzmaßnahme bei besonderen Risiken
- Es ist eine **Risiko- und Sicherheitsbewertung** erforderlich zur Bewertung bzw. Erkennung von besonderen Risiken
- Betrachtung aller Räumlichkeiten mit Schlafgelegenheiten
- Die Begrenzung auf einphasige Endstromkreise bis 16A ist entfallen, es werden alle Endstromkreise betrachtet

Vorgehensweise zur Einhaltung der normativen Vorgaben

Bei der Planung einer elektrischen Neuanlage oder bei der Planung einer Erweiterungsmaßnahme in einer Bestandsanlage ist objektspezifisch zu prüfen, ob Räume oder Orte in die nachfolgenden vier Kategorien fallen:

- Räumlichkeiten mit Schlafgelegenheiten
- Räume oder Orte mit besonderem Brandrisiko – feuergefährdete Betriebsstätten (nach Musterbauordnung MBO)
- Räume oder Orte aus Bauteilen mit brennbaren Baustoffen, wenn diese einen geringeren Feuerwiderstand als feuerhemmend aufweisen
- Räume oder Orte mit Gefährdungen für unersetzbare Güter

Sollten Räume oder Orte in eine der zuvor genannten Kategorien fallen, so ist vom Planer bzw. Errichter mindestens für diese eine sogenannte **Risiko- und Sicherheitsbewertung** durchzuführen und ebenso zu dokumentieren.

Es sind bei der Bewertung Aspekte wie u. a. die Evakuierbarkeit von Personen mit Einschränkungen, die Begünstigung der Brandentstehung sowie der Brandweiterleitung durch gelagerte Stoffe oder verwendete Baumaterialien sowie die Gefährdungen von unersetzbaren Gütern besonders zu beachten.

Sofern ein besonderes Risiko vorliegen sollte, sind geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen, welche von nachfolgenden Ausprägung sein können:

- bauliche Schutzmaßnahmen
- organisatorische Schutzmaßnahmen
- anlagentechnische Schutzmaßnahmen

Es ist sicherzustellen, dass die gewählten Schutzmaßnahmen das Schutzziel der Norm erfüllen.

Umgang mit Bestandsinstallationen

Sofern eine elektrische Anlage zum Errichtungszeitpunkt den gültigen Normen entsprochen hat und solange sich die Betriebs- oder Nutzungsbedingungen nicht geändert haben, besteht bei Normenänderungen oder Inkrafttreten neuer Normen keine Nachrüstungs- oder Anpassungspflicht.

Bei elektrischen Anlagen, die sich zum Zeitpunkt der Normenveröffentlichung in der Planung bzw. im Bau befinden, gilt im Falle der DIN VDE 0100-420:2019-10 eine Übergangsfrist bis zum 30.09.2021.

Rechtliche Hintergründe

Allgemein gilt:

Das Einhalten von Normen ist, sofern nicht durch Gesetze, Verordnungen oder Verträge darauf verwiesen wird, zunächst **freiwillig**.

Werden jedoch Normen eingehalten, so gilt die sogenannte Vermutungswirkung. Dies bedeutet, dass z. B. im Schadenfall und bei der Klärung der Schuldfrage die Einhaltung der **anerkannten Regeln der Technik** vermutet wird, sofern bei Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Abgabe von Elektrizität die Vorgaben des Verbandes der Elektrotechnik und Informationstechnik e.V. (VDE) eingehalten wurden.

LITERATUR

- Hager Tipp 40 – AFDD Brandschutzschalter
- Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e. V. – Praxishilfe zur Risiko- und Sicherheitsbewertung
- Eaton Industries GmbH – Publikationsnummer BRO03011DE
- Siemens Publikation zur DIN VDE 0100-420

Allgemein und insbesondere in Bezug auf das Thema Brandschutzschalter gilt Folgendes festzuhalten:

- Werden bei der Planung und Errichtung bzw. bei der Erweiterung von elektrischen Bestandsanlagen bei Endstromkreisen von Räumen und Orten mit besonderen Risiken Brandschutzschalter eingesetzt, so hat dies zur Folge, dass automatisch die Einhaltung der **anerkannten Regeln der Technik** gewährleistet ist.

- Bei Anwendung der Risiko- und Sicherheitsbewertung und den ggf. daraus folgenden bzw. festzulegenden Schutzmaßnahmen trägt der Ersteller die Verantwortung.
 - Bei Umsetzung von gleichwertigen, aber von der Norm abweichenden Schutzmaßnahmen zur Erreichung der Schutzziele, trägt der Errichter die Verantwortung.
- Es wird an dieser Stelle auch von der sogenannten Beweislastumkehr gesprochen.

Bewertung der Baurechtsbehörden

Der Einsatz von Brandschutzschaltern hat bislang keinen Einzug in die Landesbauordnungen (LBO) der einzelnen Bundesländer oder in die Musterbauordnung (MBO) gehalten. Daher besteht zunächst keine rechtliche Verpflichtung zum erforderlichen Einsatz von Brandschutzschaltern.

Da in der jüngsten Fassung der DIN VDE 0100-420:2019-10 das Schutzziel vor Auswirkungen von Fehlerlichtbögen bei besonderen Risiken neben den anlagentechnischen Schutzmaßnahmen (Brandschutzschalter) auch über bauliche oder organisatorische Schutzmaßnahmen erreicht werden kann, ist auch normativ der Brandschutzschalter nur eine mögliche empfohlene anlagentechnische Schutzmaßnahme.

▲ Fazit / Schlussbetrachtung

Fehlerlichtbögen stellen eine häufige Brandursache bei elektrisch bedingten Bränden dar. Sie können unter anderem bei beschädigten Kabelisierungen, gequetschten Leitungen, abgelenkten Steckern oder losen Kontakt- und Verbindungsstellen in der Elektroinstallation entstehen. Die Folge ist eine starke lokale Erhitzung, die bis zu einem Gebäudebrand führen kann. Mit dem Einsatz von Brandschutzschaltern kann eine Risikominimierung erreicht werden.

Wie den Ausführungen in diesem Artikel entnommen werden kann, ist dieses Thema aufgrund der vielen Schnittstellen sehr komplex. Auch wenn nun durch die erfolgte normative Anpassung der Einsatz von Brandschutzschaltern nur noch eine mögliche empfohlene anlagentechnische Schutzmaßnahme bei besonderen Risiken ist, so sollte man gerade bei der Neuplanung und Neuerrichtung von Elektroinstallationen nicht nur nach wirtschaftlichen Ge-

sichtspunkten entscheiden, sondern nach Abwägung der aufgezeigten Vor- und Nachteile auch den langfristigen Mehrwert durch den Einsatz von Brandschutzschaltern, bedingt durch die Risikominimierung einer Brandentstehung durch Fehlerlichtbögen, mit einbeziehen.

Es besteht, was den Einsatz in Endstromkreisen von Gewerbe- und Industriebetrieben anbelangt, sicherlich noch Optimierungspotenzial seitens der Hersteller von Brandschutzschaltern, da u. a. ein Einsatz in dreiphasigen Stromkreisen derzeit technisch nicht möglich ist, und aus Gesichtspunkten der Anlagenverfügbarkeit eine differenzierte Betrachtung in Bezug auf Fehlauflösungen durchgeführt werden muss.

Sinnvolle Einsatzgebiete ergeben sich für Brandschutzschalter u. a. für Endstromkreise, die unbeaufsichtigt betrieben werden. Ein aktuelles Praxis-

beispiel hierfür sind Ladegeräte für Elektrostraßenfahrzeuge (z. B. E-Bike oder E-Scooter). Diese Art von ortsveränderlichen Betriebsmitteln, welche stetig zunehmen, werden oftmals unbeaufsichtigt über Nacht, mitunter teilweise mittels Mehrfachsteckdosen, betrieben. Hier ist der zusätzliche anlagentechnische Schutz durch Brandschutzschalter zur Risikominimierung zu empfehlen, da dieser im Falle eines Fehlerlichtbogens schon vor einer Brandentstehung auslöst.

Darüber hinaus ist in Endstromkreisen von Räumen oder Orten mit besonderen Risiken, bei denen normativ Schutzmaßnahmen getroffen werden müssen, durch den Einsatz von Brandschutzschaltern im Schadenfall auch eine rechtliche Sicherheit gewährleistet, da die durchgeführte Risiko- und Sicherheitsbewertung, in der ggf. alternative Schutzmaßnahmen getroffen wurden, nicht hinterfragt wird. ▲