

Schutz vor elektrisch gezündeten Bränden

Schutzeinrichtungen in Niederspannungsinstallationen bestehen im Idealfall aus drei Komponenten, die einen ausreichenden Schutz vor Überstrom, Fehlerstrom und einem Brand gewährleisten.

Dank einem sogenannten Brandschutzschalter können viele der elektrisch ausgelösten Brandgefahren von der elektrischen Leitung bis hin zum Endgerät rechtzeitig erkannt und so Mensch, Tier und Sache geschützt werden. Unsere zweiteilige Artikelserie (Teil 2 folgt in ET 5/2015) beschäftigt sich mit aktuellen Fragestellungen rund um diese wichtige Schutzeinrichtung einer Elektroinstallation.

Josef Schmucki*

Erinnern Sie sich an den Brand des Zürcher Zunfthauses zur Zimmerleuten? Im November 2007 entstand ein Brand in einer Zwischendecke des

wehrmann ums Leben gekommen. Gut möglich, dass ein Brandschutzschalter dieses Unglück hätte verhindern können.

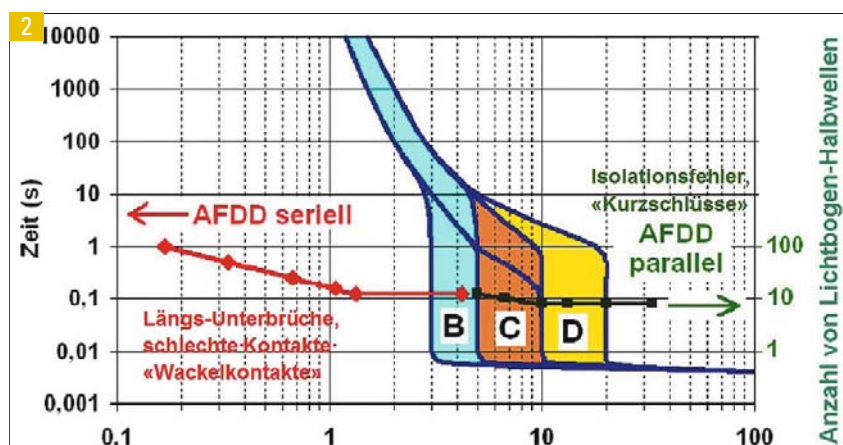
In der Schweiz kommt es jährlich zu einigen Tausend Brandfällen. Rund ein

trisch gezündeten Bränden beläuft sich auf über CHF 70 Mio.

Seit 2013 sind Einrichtungen zur Lichtbogenerkennung und -abschaltung, kurz «Brandschutzschalter» oder AFDD (Arc Fault Detection Device), international genormt. In der Schweiz sind diese Schutzeinrichtungen in der NIN 2015 erstmals erwähnt, die sie für bestimmte Anwendungen empfiehlt. In der NIN sind Anwendungsbereich, Zweck und Grundsätze für das Errichten von Niederspannungsanlagen festgelegt. Abschnitt 1.3.1.3 «Schutz gegen thermische Auswirkungen» fordert, dass die elektrische Anlage so angeordnet sein muss, dass von ihr keine Gefahr der Entzündung brennbaren Materials infolge hoher Temperatur oder eines Lichtbogens ausgeht.

In den USA werden Brandschutzschalter (dort «AFCI Arc Fault Circuit Interruptor» genannt) schon seit langer Zeit erfolgreich eingesetzt. AFCI sind seit vielen Jahren eine Selbstverständlichkeit und in Niederspannungsinstallationen vorgeschrieben.

Brandschutzschalter schliessen eine bis anhin vorhandene Lücke im Sicherheitsdispositiv elektrischer Anlagen, indem sie gefährliche Lichtbögen erkennen und den betroffenen Stromkreis rasch abschalten können. AFDD vervollständigen somit die Schutzeinrichtungen und sind eine sinnvolle Ergänzung zu den Überstrom- und Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen.



Auslösekennlinien von Leitungsschutzschaltern und AFDD.

860 Jahre alten Gebäudes, verursacht durch die elektrische Anlage. Die Schadenssumme alleine der Gebäudeversicherung Kanton Zürich (GVZ) belief sich auf über CHF 9 Mio. Der veränderte Wiederaufbau hat noch einige Millionen Franken mehr gekostet. Leider war damals auch ein Feuer-

Viertel der Brände wird durch die Elektrizität gezündet – die Elektrizität ist somit die häufigste Brandursache. Im langjährigen Durchschnitt sind über 20 Brandtote pro Jahr zu beklagen. Feuer Schäden an Gebäuden verursachen jährlich Kosten von über CHF 250 Mio. Die jährliche Schadenssumme von elek-

Ursachen für Lichtbögen

Mögliche Ursache für Lichtbögen, insbesondere serielle Lichtbögen, sind im fest installierten Teil der Anlage – vor

*Josef Schmucki, eidg. dipl. Elektroinstallateur, ist Projektleiter Netze und Installationen bei Electrosuisse. Als Spezialist/Referent für Installationsnormen arbeitet er in nationalen und internationalen Normengremien und ist Autor verschiedener Fachpublikationen.

oder in der Steckdose auszumachen:

- Lose Kontakte, schlechte Klemmstellen
- Überlastete Kontaktstellen
- Wackelkontakte
- Mechanische Beschädigungen an Leitungen (Quetschungen, Anbohren, Schrauben und Nägel)
- Umwelteinflüsse (z. B. Temperatur)
- Alterung
- Nagetierfrass

Auch im ortsveränderlichen Teil der Anlage – also nach der Steckdose lauert Gefahr:

- Mechanische Beschädigung von Leitungen (z. B. Quetschungen an Steckern oder Leitungen durch Möbel/Türen)
- Wackelkontakte oder beschädigte Kontakte in Verbrauchsmitteln (z. B. in einem Thermostat des Geräts)

- Schlechte Kontakte in stark belasteten oder gar überlasteten Mehrfachsteckdosen und/oder Steckdosenleisten – insbesondere wenn diese bereits mechanisch beschädigt sind oder Brandspuren an den Kontaktstellen aufweisen.

Einfluss des Laststroms auf die Brandentstehung

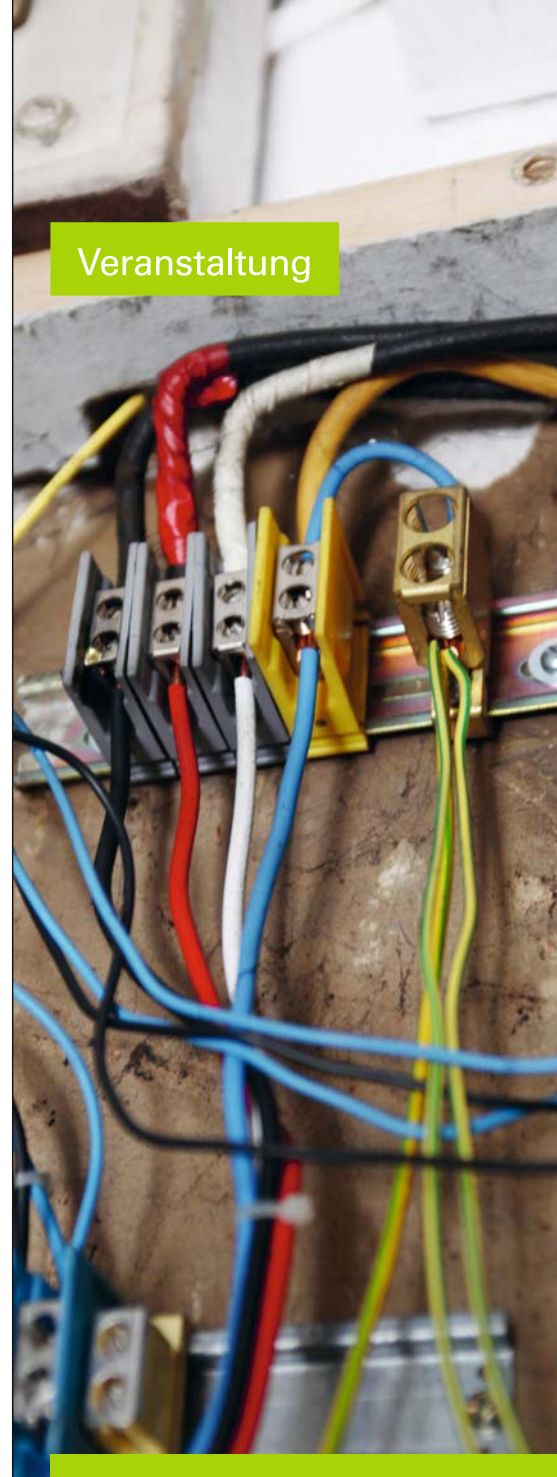
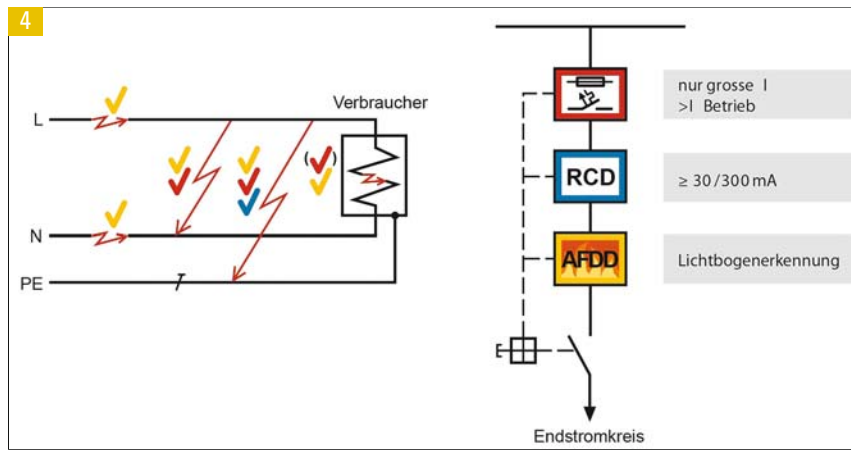
Mit Strömen von 1 A bis 32 A wurden Untersuchungen in Bezug auf die Brandentstehung gemacht. Im Bereich unter 3 A ist die gesamte elektrische Energie, die an der Fehlerstelle hauptsächlich in Form von Hitze und Strahlung freigesetzt wird und für das Bilden einer Flamme aufgewendet werden muss, zwei- bis dreimal höher als die durch den Lichtbogen freigesetzte Energie. Unterhalb von 2 A verfügt selbst ein stabiler Lichtbogen kaum über die nötige Leistung, um ein PVC-Kabel zu entzünden.

Im mittleren Bereich (3 A bis 10 A) – genau im Bereich von vielen üblichen Elektrogeräten – ist die Wahrscheinlichkeit am grössten, dass gefährliche Fehlerlichtbögen entstehen. Fast die ganze Energie tritt dabei am Lichtbogen auf. Die Energie, die zum Entzünden eines PVC-Kabels benötigt wird, beträgt in diesem mittleren Strombereich ca. 450 Joule. Die Wahrscheinlichkeit für die Bildung von Flammen liegt in diesem mittleren Bereich bei ca. 80 Prozent.

Im oberen Bereich (über 10 A) ist die Leistung des Lichtbogens so gross, dass Flammen sehr schnell und ohne Verkohlungen auftreten. Es kommt seltener zu einer Flammenbildung, indem deren Wahrscheinlichkeit auf unter 5 Prozent sinkt. Auch die Stabilität von Lichtbögen sinkt bei höheren Lastströmen deutlich ab. Die niedrigere Lichtbogenstabilität reduziert die Leistung und lässt dadurch kaum zuverlässige Zün-



4 Welche Schutzeinrichtung erkennt welche Fehler? (Schutzeinrichtung oben, Schema mit Fehlerarten unten links, Prinzipschema der drei Schutzeinrichtungen unten rechts).



Gefährliche Elektroinstallationen im Altbau

- 27. Mai 2015 TBZ, Zürich
- 28. Mai 2015 WBZ, Lenzburg
- 02. Juni 2015 GBS, St. Gallen
- 03. Juni 2015 GB, Chur
- 09. Juni 2015 Mobilcity, Bern
- 10. Juni 2015 BBZB, Luzern

Dauer: 16.00 bis 17.45 Uhr mit anschliessendem Apéro und Networking

www.electrosuisse.ch/weiterbildung



dungen zustande kommen. Zudem können unter Umständen serielle Lichtbögen mit hoher Leistung die beiden Kupferteile wieder zusammenschmelzen und die Fehlerstelle «reparieren». Auch wenn stabile Lichtbögen über 10 A selten sind, stellen die möglichen kurzen und heftigen Flammen trotzdem eine ernsthafte Gefahr dar.

Fehlersituation mit parallelen Fehlerlichtbögen

Im Gegensatz zu den seriellen Fehlerlichtbögen, für die es bisher in Europa keine Schutzvorrichtungen gab, werden parallele Fehlerlichtbögen unter bestimmten Bedingungen durch Überstrom- und Fehlerstrom-Schutzvorrichtungen erfasst.

Im Stromverlauf können zusammen mit einem stabilen Lichtbogen auch Lücken ohne Stromfluss entstehen. Der Lichtbogen löscht zwar beim Nulldurchgang, danach kommt es jedoch nicht in allen Fällen zu einer erneuten Zündung. Das Auslösen der Überstrom-Schutzvorrichtung über den thermischen Schutz kann somit nicht sichergestellt werden. Aufgrund einer hohen Bogenspannung an der Fehlerstelle, die in einem schwachen Netz mit einer hohen Netzimpedanz auftritt, könnte der Scheitelwert des Stromes durchaus auch unterhalb des magnetischen Auslösestromes des Leitungsschutzschalters liegen. Die magnetische Schnellauslösung des Leitungsschutzschalters kann demzufolge nicht gewährleistet werden. Falls der Strom unter dem Nennstrom des Leitungsschutz-

schalters liegt, löst er auch thermisch nicht aus.

Aus hohen Lichtbogenströmen, die auch über 100 A liegen können, und Bogenspannungen im Bereich von 60 V ergeben sich Lichtbogenleistungen von mehreren kW (z. B. bei 100 A und 60 V wären dies 6 kW). Daraus resultieren hohe Leistungsdichten an der Fehlerstelle, die zu einer raschen Entzündung des Isolationswerkstoffes und damit zu einem Brand führen können, wenn die Abschaltung nicht innerhalb von Sekundenbruchteilen erfolgt. Es ist bekannt, dass Leistungen von 60 W schon ausreichen, um Holz wie z. B. Tannenholz zu entzünden.

Abschaltung durch Überstrom-Schutzvorrichtungen

An Steckdosen in Büro- und Wohngebäuden betragen die typischen Kurzschlussströme zwischen 150 A und 500 A. Damit ist in den meisten Fällen die magnetische Schnellauslösung des Leitungsschutzschalters gegeben. Tritt der Fehler jedoch nicht an der Steckdose, sondern innerhalb der Zuleitung zur Steckdose auf, ist das Auslösen des Leitungsschutzschalters noch wahrscheinlicher aufgrund der niedrigeren Impedanz und dem dadurch höheren Kurzschlussstrom. Bei Fehlern in einem Verlängerungskabel liegt die Impedanz hingegen höher und der Kurzschlussstrom wird dadurch reduziert. Der Leitungsschutzschalter kann den gewünschten Schutz möglicherweise nicht mehr bieten.

Bei Fehlern sowohl an der Steckdose,

in deren Zuleitung als auch in einem Verlängerungskabel ist zu beachten, dass auch eine hohe Bogenspannung den Kurzschlussstrom reduzieren und eine magnetische Schnellauslösung verhindern kann. Unter kritischen Bedingungen können zudem bei Schmelzeinsätzen die Abschaltzeiten für einen effektiven Brandschutz zu lange sein. Grundsätzlich sind Überstrom-Schutzvorrichtungen nur dann wirksam, wenn die Zeit bei einem bestimmten Strom über der Auslösekennlinie der jeweiligen Überstrom-Schutzvorrichtung liegt (siehe Bild 2).

Fazit

Für den Schutz vor Gefahren, die von einem Lichtbogen ausgehen, standen für Niederspannungsinstallationen bisher keine geeigneten Schutzgeräte zur Verfügung. Dank der Entwicklung eines Brandschutzschalters konnte nun diese Sicherheitslücke geschlossen werden. ■

(Fortsetzung und Teil 2 erscheint in ET 5/2015)

Quellen

- SN 411000:2015/ NIN SEV 1000:2015 Niederspannungs-Installationsnorm (NIN 2015)
- Bryner P./Schmucki J., Sicherheit in elektrischen Anlagen, Fehraltorf 2013
- Siemens AG, Sentron, Brandschutzschalter 5SM6, Technikfibel, Regensburg 2012
- w3.siemens.com/powerdistribution/global/DE/iv/landing-pages/Brandschutzschalter5SM6/Seiten/Default.aspx

MEHR WISSEN!

DER GRUNDSTEIN, UM ERFOLGREICH IN DIE LON-WELT EINZUSTEIGEN.

Die heutigen Ansprüche an die moderne Gebäudetechnik umfassen Energieeffizienz, Komfort, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit. In unserem LON-Grundkurs erfahren Sie, wie LON aufgebaut ist, was es ist und wo seine Anwendungsbereiche sind. Informieren Sie sich auf unserer Homepage.

FACHAUSBILDUNGEN LON-TECHNOLOGIE

LonMark® Schweiz bietet verschiedene Kursmodule für EinsteigerInnen bis Fachkräfte an.

- Planerkurs, auf Anfrage
- Systemintegratorenkurs, 15.-19. Juni 2015
- Grundkurs, 02. Juni 2015
- Refresherkurs, 11. Juni 2015



WWW.LONMARK.CH

LonMark® Schweiz, Genossenschaft
Schwendi, Postfach 27
CH-3625 Heiligenschwendi

Tel: +41 33 223 00 85
Fax: +41 33 223 00 86
marketing@lonmark.ch
www.lonmark.ch