

Elektrisch gezündete Brände in Niederspannungsanlagen

Alfred Mörx¹

1 Schutzziele

1.1 Gesetzliche Grundlagen für Installationen und Betriebsmittel

EU-Richtlinien gehen grundsätzlich von der Freiwilligkeit der Anwendung von anerkannten Regeln der Technik aus. EU-Richtlinien legen für Produkte (z. B. elektrische Betriebsmittel) jedoch wesentliche Sicherheitsanforderungen fest, bei deren Einhaltung das Inverkehrbringen der Betriebsmittel nicht behindert werden darf.

Normen und technische Bestimmungen, insbesondere *harmonisierte Normen* (für elektrische Betriebsmittel), haben jedoch deswegen eine große Bedeutung, weil bei ihrer Einhaltung die Erfüllung der wesentlichen Sicherheitsanforderungen als gegeben anzusehen ist. Man spricht auch davon, dass die *Konformitätsvermutung* besteht.

Die gesetzlichen Anforderungen an die elektrotechnische Sicherheit für elektrische Anlagen und Betriebsmittel sind im österreichischen Elektrotechnikgesetz (ETG) [3] enthalten. Es enthält eine klare Formulierung hinsichtlich der Gestaltung von Sicherheitsmaßnahmen auf dem Gebiete der Elektrotechnik.

Sicherheitsmaßnahmen auf dem Gebiete der Elektrotechnik

§ 3. (1) Elektrische Betriebsmittel und elektrische Anlagen sind innerhalb des ganzen Bundesgebietes so zu errichten, herzustellen, instand zu halten und zu betreiben, dass ihre Betriebssicherheit, die Sicherheit von Personen und Sachen, ferner in ihrem Gefährdungs- und Störungsbereich der sichere und ungestörte Betrieb anderer elektrischer Anlagen und Betriebsmittel sowie sonstiger Anlagen gewährleistet ist. Um dies zu gewährleisten, ist gegebenenfalls bei Konstruktion und Herstellung elektrischer Betriebsmittel nicht nur auf den normalen Gebrauch, sondern auch auf die nach vernünftigen Ermessen zu erwartende Benutzung Bedacht zu nehmen. In anderen Rechtsvorschriften enthaltene Bestimmungen über den Schutz des Lebens und der Gesundheit von Personen werden durch diese Bestimmungen nicht berührt².

§ 3. (2) Im Gefährdungs- und Störungsbereich elektrischer Anlagen und elektrischer Betriebsmittel sind jene Maßnahmen zu treffen, welche für alle aufeinander einwirkenden elektrischen und sonstigen Anlagen sowie Betriebsmittel zur Wahrung der elektrotechnischen Sicherheit und des störungsfreien Betriebes erforderlich sind.

Die in diesem Gesetzestext enthaltenen drei grundlegenden Sicherheitsziele sind im Bild 1-1 nochmals zusammengestellt.

¹ Kurzfassung eines Vortrages, gehalten anlässlich von Veranstaltungen der Eaton Industries (Austria) GmbH im Jänner und Februar 2016. Eur.-Phys. Dipl.-Ing. Alfred Mörx; ÖVE, IEEE Section Reliability; E-Mail: am@diamcons.com.

Inhaber und Leiter von diam-consult, eines Ingenieurbüros für Physik mit dem Arbeitsschwerpunkt Risikoanalyse und Schutztechnik in komplexen technischen Systemen. Vorsitzender des Technischen Komitees Elektrische Niederspannungsanlagen und des Technischen Subkomitees Schutzschalter des ÖVE sowie Mitarbeiter in zahlreichen europäischen und internationalen Arbeitsgruppen.

² Schreibweise der Wörter in den Zitaten durch den Autor an die Regeln der neuen deutschen Rechtschreibung angepasst.

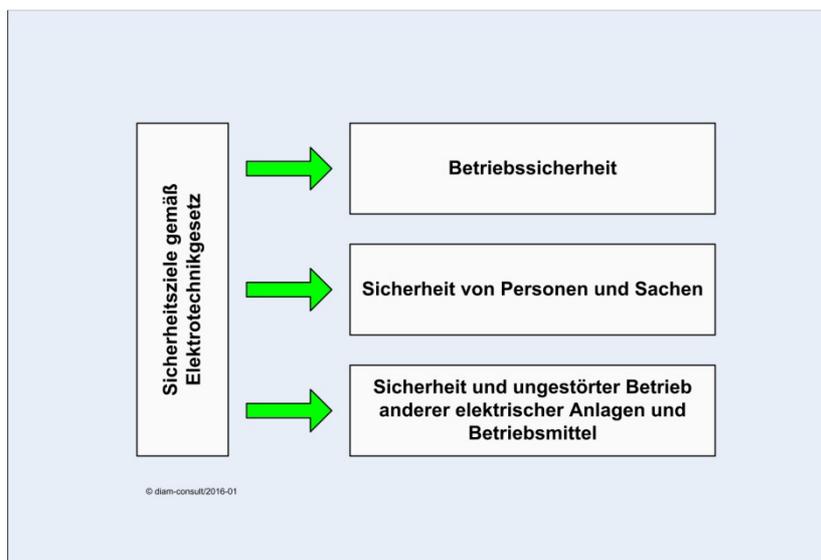


Bild 1-1 Sicherheitsziele gemäß § 3 (1) Elektrotechnikgesetz 1992, ETG-1992 in der Fassung BGBl. I/129/2015

Anerkannte Regeln der Technik für das Errichten, Betreiben, Ändern und Instandhalten von elektrischen Anlagen werden in Österreich durch die so genannte „Elektrotechnikverordnung“ verbindlich erklärt.

1.2 Abgrenzung von elektrischen Betriebsmitteln und elektrischen Anlagen

Im Vergleich zu früheren Fassungen des Elektrotechnikgesetzes wurden im Elektrotechnikgesetz 1992 und in der Änderung 2015 die Definitionen von elektrischen Anlagen und elektrischen Betriebsmitteln neu gestaltet. Dadurch wird eine deutliche Abgrenzung dieser beiden Begriffe erreicht.

§ 1. (1) Elektrische Betriebsmittel im Sinne dieses Bundesgesetzes sind Gegenstände, die als Ganzes oder in einzelnen Teilen zur Gewinnung, Fortleitung oder zum Gebrauch elektrischer Energie bestimmt sind. Betriebsmäßige Zusammenfassungen mehrerer elektrischer Betriebsmittel, die als bauliche Einheit in Verkehr gebracht werden und zumindest zu diesem Zeitpunkt als bauliche Einheit ortsveränderlich sind, gelten ebenfalls als elektrische Betriebsmittel.

§ 1. (2) Eine elektrische Anlage im Sinne dieses Bundesgesetzes ist eine ortsfeste betriebsmäßige Zusammenfassung elektrischer Betriebsmittel, soweit diese Zusammenfassung nicht nach Abs. 1 als Betriebsmittel zu betrachten ist. Anlagen zum Potenzialausgleich, Erdungsanlagen, Blitzschutzanlagen und Anlagen zum kathodischen Korrosionsschutz sind ebenfalls elektrische Anlagen.

§ 1. (2a) Bewegliche Anlagen sind eine Kombination von Geräten und gegebenenfalls weiteren Einrichtungen, die beweglich und für den Betrieb an verschiedenen Orten bestimmt sind. Bewegliche Anlagen (betriebsmäßige Kombinationen elektrischer Geräte auf Fahrzeugen, transportablen Bauwerken und fliegenden Bauten) unterliegen in sicherheitstechnischer Hinsicht den gleichen Bestimmungen wie ortsfeste Anlagen.

1.3 Anforderungen aus den anerkannten Regeln der Technik

Für die Errichtung elektrischer Niederspannungsanlagen gelten derzeit die Bestimmungen der Normenreihe ÖVE/ÖNORM E 8001 und auch noch Bestimmungen der Normenreihe ÖVE EN 1.



In diesen sind an vielen Stellen Anforderungen hinsichtlich der Vermeidung elektrisch gezündeter Brände enthalten; wie allgemein z. B. in EN 1, Abschnitt 25.2.1

Betriebsmittel müssen so angeordnet und angebracht werden, dass weder die im Betrieb noch die im Überlastungs- und Kurzschlussfall auftretenden Temperaturen die Anlage oder die Umgebung gefährden, d. h., sie müssen [...] den jeweils zutreffenden technischen Bestimmungen entsprechen und hierfür geeignet sein [...]

oder für landwirtschaftliche und gartenbauliche Betriebsstätten in E 8001-4-56, Abschnitt 56.5

Bei Anwendung von Nullung oder Fehlerstrom-Schutzschaltung ist eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung mit $I_{\Delta N} \leq 0,3 \text{ A}$ für den Brandschutz vorzusehen.

2 Ursachen von elektrisch gezündeten Bränden

Wie schon seit vielen Jahrzehnten aus der Literatur und der Praxis bekannt (siehe z. B. [5], [6]) ergeben sich Brandgefahren in elektrischen Niederspannungsanlagen beim gleichzeitigen Vorhandensein

- einer Zündquelle
- eines brennbaren Stoffs und
- von Sauerstoff.

Ist eine der drei Komponenten nicht vorhanden, kann es nicht zu einem Brand kommen. Aus elektrotechnischer Sicht „schlummern“ Zündquellen z. B. in Wärmeerzeugern, Leuchten, Klemmstellen, mangelhaft instand gesetzten Anlagen, überlasteten Leitungsanlagen.

Als vordringliches Schutzziel für das Verhindern von mittels elektrischer Energie gezündeten Bränden gilt in der Praxis das Vermeiden von Zündquellen bzw. das rechtzeitige Erkennen von Zündquellen, ehe die an der Fehlerstelle wirkende Energie so groß geworden ist, dass das Stoff/Sauerstoff-Gemisch zündet.

Die Brandschadensstatistik für Österreich³ weist für das Jahr 2013 eine Zahl von 1150 Bränden mit elektrischer Energie⁴ als Brandursache aus. Die Schadenssumme betrug ca. 70 Mio. Euro. Das entspricht 25 % der Gesamtschadenssumme aus allen Brandursachen.

Auch im Jahr 2013 betrafen weiterhin mehr als die Hälfte aller Brände (ca. 52 %) *Privathaushalte*. Bei den häufigsten Brandursachen lag neuerlich die Zündquelle „Elektrische Energie“ an zweiter Stelle.

2.1 Oberschwingungsströme im Neutralleiter

Oberschwingungsströme im Neutralleiter elektrischer Niederspannungsanlagen, vor allem in alten Anlagen, bilden eine potenzielle Zündquelle.

Eine häufig auftretende Ursache für die Entstehung von Oberschwingungen sind Gleichrichtungsvorgänge (z. B. in Netzteilen).

³ Österreichische Brandverhütungsstellen (Hrsg.), Brandschadenstatistik 2013

⁴ In diesen Zahlen sind Kleinschäden (Schäden kleiner 2000 €, bzw. Tirol kleiner 1500 €), Schäden durch Wärmegeräte sowie indirekte und direkte Blitzschäden *nicht enthalten*.



Die so genannten „nicht drehenden Oberschwingungen“ oder auch Oberschwingungen des Nullsystems genannt, erzeugen kein Drehfeld. Der Grund hierfür ist, dass diese Oberschwingungen einen Periodenverlauf besitzen, der genau in die Teilung der um 120° verschobenen Netzströme der Außenleiter fällt.

Dadurch haben die Ströme der 3. Oberschwingung (i_{3L1} , i_{3L2} , i_{3L3}) in allen drei Außenleitern gleiche Phasenlage. Diese Situation ist in Bild 2-1 dargestellt.

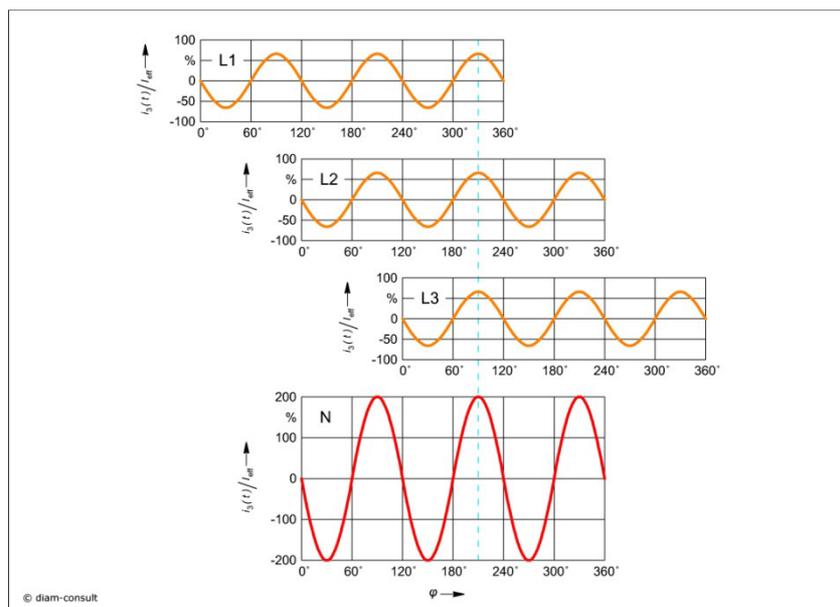


Bild 2-1 Überlagerung der dritten Oberschwingung im Neutralleiter; Darstellung in Prozent des Effektivwertes des Außenleiterstromes

Dies bedeutet, dass sich die *netzfrequenten Ströme* (mit Grundschwingung z. B. 50 Hz) der Außenleiter bei symmetrischer Belastung im Neutralleiter *zu null* addieren. Die 3. *Oberschwingung* im Neutralleiter erreicht bei symmetrischer Belastung jedoch ihren *dreifachen Wert*⁵. Da in der Vergangenheit viele Neutralleiter nur mit halbem Querschnitt ausgelegt wurden, kann diese Situation thermisch an Klemmstellen selbst dann schon kritisch werden, wenn die Außenleiter bei Weitem noch nicht ausgelastet sind.

Dies gilt grundsätzlich auch für alle Oberschwingungen, deren Ordnungszahl durch drei teilbar ist (6., 9., 12., ...). Die Scheitelwerte sind jedoch meist viel kleiner als jede der dritten Oberschwingung.

2.2 Sorgloser Umgang des Benutzers mit Verbrauchsmitteln in der Installation

Aus der langjährigen Praxis der Anwendung der elektrischen Energie in Verbraucheranlagen ist bekannt, dass Brände, vor allem infolge nachstehend angeführter Ursachen entstehen:

- mangelhafte oder nicht bestimmungsgemäß betriebene Elektrowärmegeräte und Leuchten (z. B. Heizlüfter mit blockierten Ventilatoren oder Geräte mit zu geringer Standfestigkeit, Leuchten in denen Lampen mit zu großer Leistung verwendet werden, Abdecken von Heizkörpern mit Kleidungsstücken)

⁵ Auch bei 150-Hz-Strömen kann es zu Phasenverschiebungen kommen; auf diese soll jedoch hier bewusst nicht eingegangen werden.



- andere elektrische Geräte, die mangelhaft sind oder bei denen Mängel während des Betriebes auftreten (z. B. Fernsehgeräte)
- zu hohe Erwärmung von Leitungen infolge unzureichendem Überstromschutz oder Kontaktfehlern (z. B. lose Klemmstellen)
- Lichtbögen infolge von Kurzschlüssen mit oder ohne Fehlerstrom zur Erde (z. B. infolge von Kriechwegbildung)
- mechanische Beschädigungen an Leitungen (gequetschte oder angebohrte Leitungen der festen Installation) aber auch an Verlängerungsleitungen für ortsveränderliche Betriebsmittel
- Alterung von Leitungen und Betriebsmitteln
- Umwelteinflüsse (Temperatur, UV-Strahlung)
- stark belastete oder überlastete, mechanisch beschädigte Steckdosen oder Steckdosenleisten

2.3 Änderung der Raumnutzung ohne Anpassung von Installation und Schutzmaßnahmen

Bei Änderung der Nutzung von Räumen, wie z. B. wenn brennbare Materialien in Gefahr bringender Menge in die Nähe elektrischer Betriebsmittel kommen können, der Raum demnach als brandgefährdeter Raum gilt, ist die Elektroinstallation diesen veränderten Bedingungen anzupassen.

Leitungen und Kabel müssen in diesen Fällen zur Verhinderung von Bränden durch Isolationsfehler in TN- und TT-Systemen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen mit einem Nennfehlerstrom von $I_{\Delta N} \leq 0,3$ A geschützt werden⁶.

Wo widerstandsbehaftete Fehler einen Brand verursachen können, z. B. bei Deckenheizungen mit Flächenheizelementen, muss der Nennfehlerstrom $I_{\Delta N} \leq 0,03$ A sein.

Werden derartige Anpassungen der Niederspannungsinstallation nicht vorgenommen, besteht nach Änderung der Raumnutzung latente Brandgefahr durch elektrische Energie.

2.4 Unzureichende Instandhaltung und mangelhafte Instandsetzung („Das ewige Provisorium“)

Der Betreiber einer elektrischen Niederspannungsanlage ist zu deren sicherem Betrieb verpflichtet (siehe auch Abschnitt 1.1, und [7]). Dazu zählen auch die Durchführung von Instandhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen zum Erhalt dieses sicheren Zustandes.

Wenn das Instandhaltungspersonal nicht ausreichend unterwiesen oder nicht ausreichend fachlich ausgebildet ist, kann es dazu kommen, dass Mängel bei diesen Tätigkeiten zur Erhöhung des Brandrisikos führen. Zum Beispiel durch Verwenden nicht geeigneter Werkzeuge und Installationsmaterialien.

3 Erkennung möglicher Zündquellen in der Niederspannungsinstallation

Neben der weiteren Optimierung von Schutzvorkehrungen, die dem Schutz von Menschen und Tieren gegen gefährliche Körperströme dienen, beschäftigen sich Grundlagenarbeiten und

⁶ Siehe dazu auch ÖVE/ÖNORM E 8001-4-50:2001, Abschnitt 50.5.7



technische Entwicklungen zunehmend mit dem Schutz vor Gefahren durch Lichtbogen, oft auch als *Störlichtbogen* bezeichnet.

3.1 Fehlerstrom in Schaltgerätekombinationen, Verteilungsleitungen und Endstromkreisen

Als Fehlerstrom wird jener Strom bezeichnet, der bei einem Isolationsfehler über eine Fehlerstelle fließt⁷. Fehlerströme können dabei zu unmittelbaren Gefährdungen für Menschen und Tiere, zum Beispiel zu Herzkammerflimmern führen, aber auch Zündquellen für Brände darstellen. Dies gilt gleichermaßen für Schaltgerätekombinationen, Verteilungsleitungen und Endstromkreise.

Die Erfassung dieser Fehlerströme erfolgt heute zum überwiegenden Teil über Schutzgeräte, die für ihr Ansprechen ausschließlich den beim Fehler auftretenden Strom erfassen, ihn geeignet auswerten und ab einem bestimmten „Schwellenwert“ den jeweiligen Stromkreis ausschalten. (Eine Ausnahme bildet dabei das im Abschnitt 3.2 angesprochene System zur optischen Erfassung von Störlichtbögen.)

Bei Betrachtung von Kurz- oder Erdschlüssen standen bisher (auch in der nationalen und internationalen Normung) serielle und parallele Lichtbögen in Endstromkreisen nicht im Mittelpunkt schutztechnischer Überlegungen⁸. Dies ändert sich derzeit, nicht zuletzt durch die Verabschiedung einer international geltenden anerkannten Regel der Technik für Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen [10].

3.2 Störlichtbogenschutz in Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen

Eine seit einigen Jahren in der Praxis verwendete Methode zur schnellen Erkennung von Störlichtbögen, ist die Erfassung des vom Störlichtbogen ausgesendeten Lichts [9].

Dabei werden innerhalb der Schaltanlage auftretenden Lichtbögen innerhalb der ersten beiden Millisekunden ihres Bestehens erfasst. Danach wird die den Lichtbogen speisende Netzspannung mit einem pyrotechnischen Kurzschließer in weniger als 2 ms kurzgeschlossen. Dieser Kurzschluss wird dann durch Leistungsschalter erkannt und ausgeschaltet.

3.3 Serielle und parallele Lichtbögen in Endstromkreisen

Serielle und parallele Störlichtbögen in Endstromkreisen werden manchmal auch als *stromschwache Störlichtbögen* [8] bezeichnet.

Ein stromschwacher Störlichtbogen ist ein Lichtbogen, bei dem der Gesamtstrom, der über den Lichtbogen fließt, im Bereich des Nennstroms der Anlage, bzw. des Nennstroms der verwendeten Schutzeinrichtungen liegt.

Da der Fehlerstrom nicht deutlich größer ist als der Nennstrom oder manchmal auch unterhalb der Auslöseschwelle der Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen liegt, lösen Überstrom-Schutzeinrichtungen und Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen nicht (immer) aus.

⁷ Definition gemäß ÖVE/ÖNORM E 8001-1:2010-03-01; Im Besonderen wird damit in Niederspannungsanlagen jener Strom bezeichnet, der infolge eines Isolationsfehlers zur Erde abfließt und gegebenenfalls die Auslösung der Schutzeinrichtung für den Fehlerschutz bewirkt.

⁸ Eine Ausnahme bildet dabei Nord-Amerika. Dort gibt es schon seit den 1990er Jahren Schutzgeräte, die die Erfassung von parallelen und später dann auch seriellen Lichtbögen in Endstromkreisen ermöglichen.

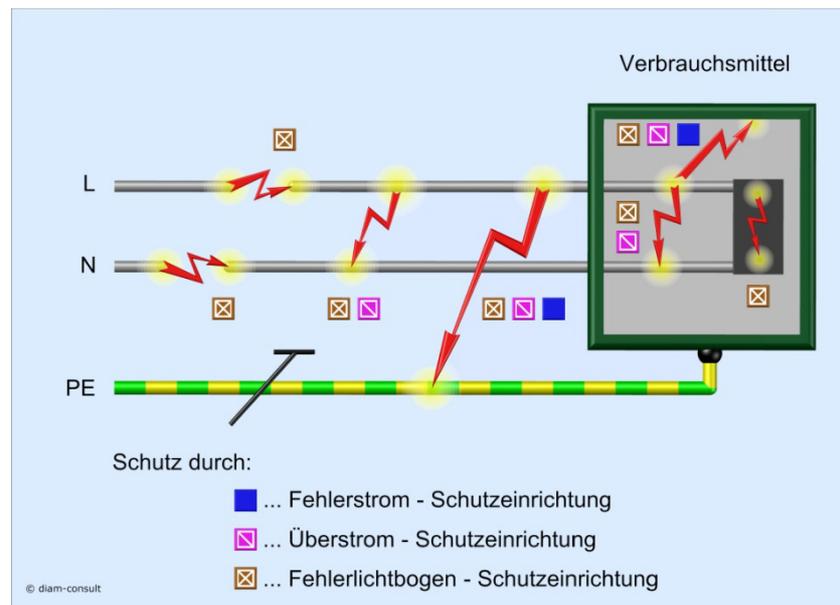


Bild 3-1 Auftreten von parallelen und seriellen Störlichtbögen in einem Endstromkreis; schematische Darstellung
Im Bild 3-1 sind die Möglichkeiten für das Auftreten von parallelen und seriellen Störlichtbögen dargestellt.

4 Schutzvorkehrungen in der Installation

In den anerkannten Regeln der Technik für die Planung und Ausführung von Niederspannungsinstallationen sind eine Reihe von Schutzvorkehrungen enthalten, die dem Entstehen von elektrisch gezündeten Bränden vorbeugen.

Praktisch allen diesen Maßnahmen ist gemeinsam, dass die norm- und fachgerechte Planung und Errichtung der Anlage und aller Schutzvorkehrungen sowie der verantwortungsvolle Betrieb unbedingte Voraussetzung für ein möglichst geringes Restrisiko hinsichtlich elektrisch gezündeter Brände darstellen. Die Notwendigkeit von wiederkehrenden Prüfungen durch dafür qualifizierte Elektrofachkräfte darf hier natürlich auch nicht unerwähnt bleiben.

In den folgenden Abschnitten sind einige wesentliche Maßnahmen zur Verringerung des Restrisikos für das Entstehen elektrisch gezündeter Brände zusammengestellt.

4.1 Thermische Auslegung von Schaltgerätekombinationen und Verbindungsstellen in der Installation

Über die Notwendigkeit der anwendungsgerechten Ausführung von Schaltgerätekombinationen wurde in den letzten Jahren in den anerkannten Regeln der Technik und in der Literatur [3] immer wieder hingewiesen.

Insbesondere der mechanischen Ausführung von allen Verbindungsstellen (Klemmstellen) in der Installation, der Verwendung geeigneter Klemmen, Aderendhülsen und der dazu vorgesehenen Crimp-Werkzeuge usw. kommt große Bedeutung zu.



4.2 Auslegung von Querschnitten und Wahl der geeigneten Verlegeart von Kabeln und Leitungen und deren Überstrom-Schutzeinrichtungen

Thermisch überlastete Kabel und Leitungen, in nicht geeigneter Verlegeart, wie z. B. in zu großer Häufung, ohne ausreichende Berücksichtigung der tatsächlich im Betrieb auftretenden Umgebungstemperaturen sowie die Nicht-Einhaltung der für die jeweilige Leitungsart zulässigen Biegeradien stellen potenzielle Risiken für Brände dar.

Nachstehend soll - stellvertretend für eine Reihe weiterer Bestimmungen - eine für die Praxis wesentliche Anforderung für die fachgerechte Auslegung von Kabel- und Leitungsanlagen zitiert⁹ werden (Hervorhebungen A. M.):

Bei Änderungen und Erweiterungen durch zusätzliche Leitungen oder Kabel sind der zulässige Dauerstrom I_z und der Nennstrom I_N der Schutzeinrichtung auch für den durch die Änderung oder Erweiterung beeinflussten Teil neu zu bestimmen.

Auf die Verwendung von Überstrom-Schutzeinrichtungen, die auch den *Neutralleiter* gegen Überlast- und Kurzschluss schützen (Überstrom-Schutzeinrichtungen mit zwei bzw. vier geschützten Polen), soll an dieser Stelle nur hingewiesen werden. Diese schützen dann auch vor der thermischen Überlastung des Neutralleiters beim Auftreten von Oberschwingungsströmen.

4.3 Erfassung von Differenzströmen mittels Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen können gegen elektrisch gezündete Brände schützen, die infolge von *Strömen gegen Erde* entstehen (siehe Bild 3-1).

Fehlerströme gegen Erde entstehen, wenn

- zwischen Außenleitern ein Isolationsfehler auftritt und z. B. über einen Kriechweg ein Teil des (Kurzschluss-) Stromes als Fehlerstrom zu einem in der Nähe befindlichen geerdeten Teil fließt, oder wenn
- der Isolationsfehler direkt zwischen einem aktiven Leiter (z. B. Außenleiter) und geerdeten Teilen auftritt.

Praktisch durchgeführte Versuche [5], [15] zeigen, dass die Fehlerleistung¹⁰ - wenn sie unzulässig lange an eine Fehlerstelle wirkt - schon aus Strömen von ca. 300 mA ausreicht, um einen Brand zu zünden.

Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen der derzeit gebräuchlichen Auslösestrom-/Ausschaltzeit-Charakteristik¹¹ können prinzipiell gegen derartige Gefahren schützen.

Sie sind jedoch in erster Linie für den Schutz gegen gefährlichen elektrischen Schlag konzipiert und müssen aus elektrophysiologischen Gründen genau definierte Grenzen hinsichtlich der maximal zulässigen (Gesamt-) Ausschaltzeit einhalten. Sie schalten demnach „schnell“ aus. Je nach dem Wert

⁹ ÖVE EN 1, Teil 3, § 41.1, letzter Absatz.

¹⁰ Die *Grenzeleistung der Fehlerstelle* für die Gefahr eines elektrisch gezündeten Brandes wird jedenfalls mit Werten unterhalb 100 W angesetzt. Oft wird auch die Grenze von 60 W als „für die Praxis als niedrig genug erachtet, um Brandgefahren zu vermeiden“ [5].

¹¹ Das sind: S-Schalter, G-Schalter und sogenannte „unverzögerte“ FI-Schalter (früher auch „bedingt-stoßstromfeste“ FI-Schalter genannt).



des auftretenden Fehlerstromes liegen damit die Ausschaltzeiten bei einigen zehn Millisekunden bis zu 0,13 s (bei FI-Schaltern der Charakteristik S).

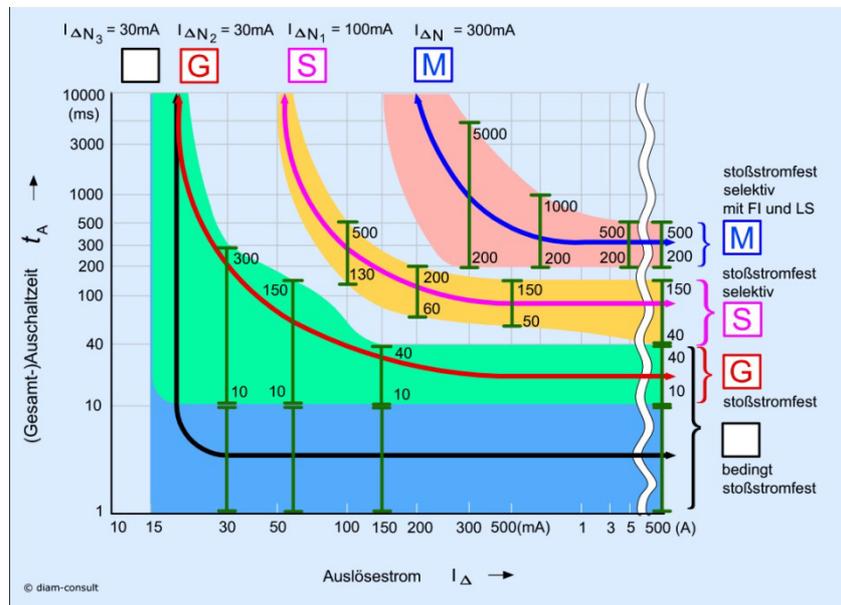


Bild 4-1 Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen des Typs M; Selektivität

Das bedeutet, dass Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in vielen Fällen gleichzeitig mit Überstrom--Schutzeinrichtungen ausschalten. Dies beeinträchtigt die Verfügbarkeit der elektrischen Energie und führt zu (nicht notwendigen) Stillstandzeiten elektrischer Betriebsmittel (Datenverlust, ...).

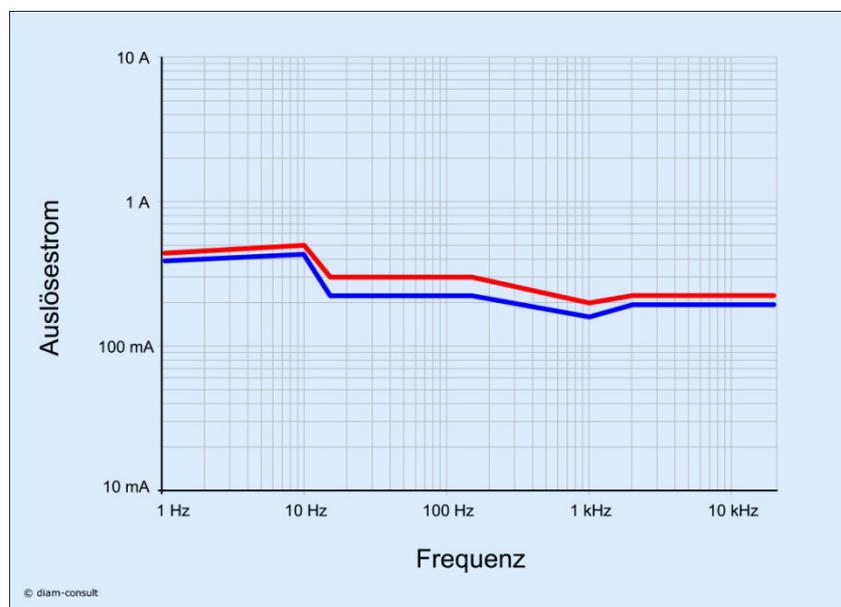


Bild 4-2 Fehlerstrom-Schutzeinrichtung des Typs B+; Auslösestrom / Frequenzbereich mit Auslösegrenzen (maximal, minimal); Daten entnommen [13]

Zur Vermeidung dieser ungewollten Auslösungen, bei gleichzeitigem, für die gesamte Anlage¹² (oder den Anlagenteil) wirksamen Brandschutz, genauer muss es wohl „Erdschluss-Brandschutz“ heißen,

¹² Für Stromkreise mit Nennströmen über 32 A.



wurden Fehlerstrom-Schutzschalter des Typs M entwickelt [12]. Diese schalten mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen und Leitungsschutzschaltern selektiv (siehe Bild 4-1).

Auch Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen, die nicht nur für sinusförmige Fehlerströme mit einer Bemessungsfrequenz von 50 Hz, sondern auch andere Fehlerstrom-Kurvenformen erfassen können, sind schon in Ausführungen erhältlich, die wirksam gegen elektrisch gezündete Brände eingesetzt werden können. Ein Beispiel dafür ist in Bild 4-2 angegeben.

4.4 Erfassung von seriellen und parallelen Lichtbögen in der Installation mittels Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen

In Österreich (in Europa) sind anerkannte Regeln der Technik für die Prüfung von Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen¹³ sind erst im Jahr 2014 veröffentlicht worden [10].

Diese Geräte sind in der Lage, den über zwei getrennte Sensoren erfassten Strom des jeweiligen Endstromkreises in einen niederfrequenten und hochfrequenten Anteil zu zerlegen. Diese beiden Signale dienen als Grundlage für die Lichtbogenerkennung und werden von einem Mikrocontroller ausgewertet, ob es sich um das charakteristische HF-Signal eines seriellen oder parallelen Lichtbogens, oder um das HF-Rauschen eines Verbrauchsmittels, wie z. B. eines Bürstenmotors oder eines elektronischen Transformators handelt (siehe Bild 3-1). Im ersten Fall wird die Ausschaltung des betreffenden Stromkreises bewirkt, im zweiten Fall wird nicht ausgeschaltet.

Es handelt sich dabei um Schutzgeräte, die *nicht als Alternative zu Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen und/oder Überstrom-Schutzeinrichtungen* zu betrachten sind. Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen können keine Isolationsfehler erkennen! Wie es ein Autor [11] treffend beschrieben hat: „Die Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtung „wartet“ (nur) auf HF-Signale von einem Fehlerlichtbogen.“

5 Literaturhinweise

- [1] Ludwar, G., Mörx, A., Elektrotechnikrecht, Praxisorientierter Kommentar; ÖVE, FEEL, ON, Wien 2007, ISBN: 978-3-85133-044-1
- [2] BGBl. 106/1993; Elektrotechnikgesetz 1992, in der Fassung BGBl. I/129/2015, 6. November 2015
- [3] Henschl, T., Mörx, A.; Elektroinstallation in Gebäuden, Neuauflage; Österreichischer Wirtschaftsverlag; 2012; ISBN 3-85212-116-5
- [4] Österreichische Brandverhütungsstellen (Hrsg.), Brandschadenstatistik 2013
- [5] Schwenkhagen, Hans., Schnell, Paul.; Gefahrenschutz in elektrischen Anlagen; Verlag W. Girardet Essen, 1957
- [6] Hofheinz, Wolfgang; Fehlerstrom-Überwachung in elektrischen Anlagen; VDE-Schriftenreihe 113, VDE-Verlag GmbH., 2008
- [7] ÖVE/ÖNORM EN 50110-1 (EN 50110-2-100 eingearbeitet):2014-10-01
- [8] Müller, Peter; Detektion von stromschwachen Störlichtbögen in Niederspannungsschaltanlagen, Dissertation Universität Stuttgart, 2014, Printed by Druckerei Hohlweg, 70182 Stuttgart, Deutschland, 2015, ISBN: 978-3-00-048762-0
- [9] Esser, W., Meyer, D.; Auslösekennlinien einstellungsspezifisch darstellen und ihr Zusammenwirken kompetent beurteilen; Moeller GmbH., Bonn, 2004

¹³ Auch im deutschen Sprachraum werden diese Schutzgeräte oftmals auch mit ihrer englischen Kurzbezeichnung als AFDD benannt. AFDD ... Arc Fault Detection Device.



- [10] ÖVE/ÖNORM EN 62606: 2014 09 01; Allgemeine Anforderungen an Fehlerlichtbogen-Schutzeinrichtungen
 - [11] Schmucki, Josef; Schutz vor elektrisch gezündeten Bränden; Elektrotechnik 4/2015, elektrosuisse, SEV Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik; CH-8320 Fehraltorf.
 - [12] ÖVE/ÖNORM E 8603:2015-11-01; Zeitverzögerte Fehlerstrom-Schutzschalter des Typs M ohne eingebautem Überstromschutz zur Anwendung in Stromkreisen mit Nennströmen über 32 A Ergänzung zu ÖVE/ÖNORM EN 61008-1
 - [13] Eaton Industries (Austria) GmbH; xEffect - Schaltgeräte für industrielle Anwendungen; 2015
 - [14] ÖVE/ÖNORM E 8002-Reihe; Starkstromanlagen und Sicherheitsstromversorgung in baulichen Anlagen für Menschenansammlungen
 - [15] Mörx, A.; Fehlerstellen in Niederspannungsanlagen und elektrische Zündung von Bränden; Forschungsprotokoll, diam-consult, Technisches Büro für Physik, Wien; 2007 (unveröffentlicht).
 - [16] Mörx, A.; Brandschutz in Niederspannungsanlagen (Teile 1 bis 3), elektrojournal Hefte 9a, 10, 11, Österreichischer Wirtschaftsverlag, 2006
 - [17] Mörx, A.; Brandschutz in Niederspannungsanlagen (Teile 4 bis 6), elektrojournal Hefte 3, 4, 6, Österreichischer Wirtschaftsverlag, 2008
-