

Sicherheit für Personen und Anlagen

Störlichtbögen sind gefürchtete Zwischenfälle in der elektrischen Energietechnik: Sie können den Weiterbetrieb von Leistungsabnehmern in Energieverteilungen einschränken oder gar unmöglich machen und so immense Folgekosten verursachen. Bei Menschen können sie schwere Verbrennungen, Schäden des Seh- und des Hörvermögens sowie Verletzungen durch wegfliegende Anlagenteile verursachen. Der folgende Beitrag zeigt den Stand der Technik zum Schutz von Personen und Anlagen auf.

Sebastian Gerber*

Laut eidgenössischem Starkstrominspektorat ESTI konnte bis 2014 kein Rückgang von Elektrounfällen verzeichnet werden (siehe auch ET 1/2015 Seiten 54 bis 61). Nebst der elektrischen Durchströmung sind Störlichtbögen häufig die Ursache von lebensgefährlichen Verletzungen. Gründe für die Entstehung solcher Störlichtbögen,

können grundsätzlich in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Das sind zum einen Handhabungsfehler einschliesslich Wartungs- und Inspektionen, bei Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen sowie dem Ersetzen von Sicherungen und Anschlüssen. Auch liegen gebliebene Fremdkörper wie Werkzeug oder Arbeitsmaterialien können Störlichtbögen auslösen.

- Ein weiterer Ursachen-Schwerpunkt bilden betriebsbedingte Fehler. Darunter fallen beispielsweise Überspannungen, mangelhafte Isolationen, schlechte Kontaktierungen, fehlerhafte Dimensionierung oder eine zu hohe Packungsdichte eingebauter Geräte. Aber auch unverhältnismässige Verschmutzungen sowie die Entstehung von Kondenswasser fallen in diesen Bereich.
- Als dritte Kategorie sind schliesslich noch Nagetierverbisse statistisch erfasst.

Technische Definition des Störlichtbogens

Bei einem Lichtbogen handelt es sich um eine elektrische Gasentladung mit hohem Strom zwischen zwei Elektroden, die sich mit einer Geschwindigkeit von bis zu 100 m/s in Stromrichtung fortbewegt. Dabei bildet sich zwischen zwei aktiven Leitern oder einem aktiven und einem passiven Leiter ein elektrisch leitfähiges Plasma, dessen Temperatur bis zu 20 000 °C betragen kann. Tritt dieser Lichtbogen nicht betriebsmässig, sondern durch eine Störung auf, spricht man von einem Störlichtbogen.

Durch die hohe Temperatur kommt es zu einer explosionsartigen Druckerhöhung von bis zu zwei Bar. Das entspricht dem Gewicht von 20 000 kg/m² und ist mit den Auswirkungen eines Sprengsatzes zu vergleichen. Bei Menschen kann es dadurch zu schweren Verbrennungen, Schäden des Augenlichtes durch den Lichtblitz, Beeinträchtigung des Hörvermögens durch den Detonationsknall sowie zu Verletzungen durch wegfliegende Anlagenteile kommen. Zudem drohen Ver-



Störlichtbogenprüfung ohne Schutzmassnahmen.

*Sebastian Gerber, Product Manager Energiesysteme, Hager AG Schweiz, Emmenbrücke.

giftungen durch das Entstehen von gesundheitsschädlichen Gasen und Metalldämpfen. Ein zentrales Ziel des Störlichtbogenschutzes ist daher die Personensicherheit.

Neben der Personensicherheit zielen die zu ergreifenden Schutzmassnahmen auf den Erhalt der Funktionsfähigkeit einer Anlage ab. Mehrheitlich führen Störlichtbogenunfälle zu Schäden an der Anlage und in der Folge zu kostenintensiven Produktions- und Serviceausfällen. Da die Verfügbarkeit einer NS-Schaltanlage im professionellen Umfeld wie beispielsweise in Rechenzentren, Unter- und Kraftwerken oder industriellen Prozessen eine entscheidende Rolle spielt, tragen die normativen Vorgaben hinsichtlich des Störlichtbogenschutzes dieser Zielsetzung Rechnung.

Die Normenlage

Eine zusätzliche Sicherheit aktiver Schutzsysteme im Bereich von Niederspannungsanlagen wird durch das Absolvieren einer Sonderprüfung unter Störlichtbogenbedingungen nach IEC/TR 61641 dokumentiert. Zu beachten ist, dass diese Prüfung keine Bauartprüfung

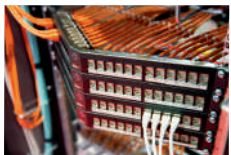


Energieverteiler weber.unimes H mit aktivem Störlichtbogenschutz.

nach EN 61439 ist, sondern eine Sonderprüfung, die zwischen Anwender und Hersteller zu vereinbaren ist. Dabei erfolgt die Zündung eines Lichtbogens durch einen Zünddraht zwischen den Aussenleitern an Punkten mit den höchsten Auswirkungen. Ziel ist es, die Auswirkungen eines Störlichtbogens bezogen auf den Personen- und Anlagenschutz so klein wie möglich zu halten. Dies wird durch die Einhaltung verschiedener Prüfkriterien sichergestellt.

Im Bereich des Personenschutzes sind hierbei insgesamt fünf Kriterien zu erfüllen. So dürfen sich gesicherte Türen oder Abdeckungen beim Auftreten eines Störlichtbogens nicht öffnen und Teile, die eine Gefährdung verursachen könnten, dürfen nicht wegfliegen. Ausserdem dürfen in der äusseren Umhüllung keine Löcher entstehen, vertikal vor der Anlage angebrachte Indikatoren dürfen sich nicht entzünden und der Schutzleiterstromkreis für berührbare

100 YEARS
GROWING WITH
THE CHALLENGE



Datennetzwerke



Sicherheitskabelanlagen



Datacenter-Lösungen



FTTx-Lösungen

UNSER KNOW-HOW FÜR IHRE VERKABELUNG SEIT 100 JAHREN

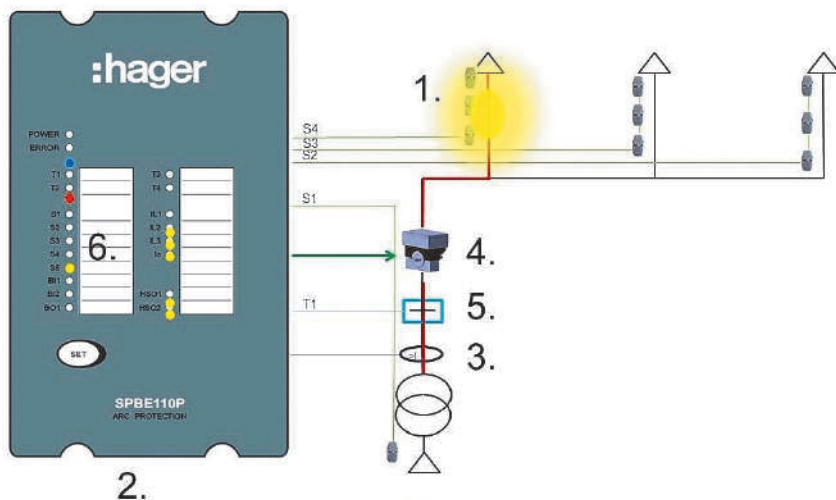
- höchste Qualität
- aufeinander abgestimmte, praxisbewährte Komponenten
- Innovationen, mit denen Sie Zeit und Kosten sparen

Dätwyler Cabling Solutions AG

Gotthardstrasse 31, 6460 Altdorf, T 041 875-1268, F 041 875-1986
info.cabling.ch@datwyler.com, www.cabling.datwyler.com



DÄTWYLER



Funktionsprinzip aktiver Störlichtbogenschutz für weber.unimes H.

Teile der Umhüllung muss nach der Prüfung noch funktionsfähig sein.

Beim Anlagenschutz ist nachzuweisen, dass der Störlichtbogen im definierten Bereich, beispielsweise in einem Feld oder Fach, verbleibt und dass keine Neuzündung in den angrenzenden Bereichen erfolgt. Sinnvollerweise wird dazu die Form 2-4 der inneren Unterteilung zur Definition der Bereiche genutzt. Zudem wird geprüft, ob nach der Störungsbeseitigung oder dem Abtrennen des definierten Bereichs ein Notbetrieb möglich ist.

Passive Schutzmassnahmen

Oberstes Schutzziel bei der Planung und Projektierung einer Schaltanlage ist es, die Entstehung und das unkontrollierte Ausbreiten von Störlichtbögen zu verhindern. Bei passiven Störlichtbogenschutzsystemen stellt in der Planungs- und Projektierungsphase bereits die Wahl der inneren Unterteilung (Bauform 1, 2b und 4b) bei der Auslegung der Anlage einen Anlagenschutz dar, da auf diese Weise innerhalb der Funktionsräume (Sammelschienenraum, Geräteraum und Kabelanschlussraum) das Eindringen fester Fremdkörper verhindert wird. Damit wird die Wahrscheinlichkeit der Entstehung eines Störlichtbogens begrenzt und ein Ausbreiten in benachbarte Funktionseinheiten teilweise verhindert. Sollte es dennoch zu einem Störlichtbogen kommen, so schränken Massnahmen wie Druckentlastungsklappen, Lichtbogenbarrieren oder eine mechanische Verstärkung der Schaltanlagenhülle die Auswirkungen ein. Die Begrenzung des Störlichtbogens auf die betroffene Funktionseinheit bedeutet jedoch meist, dass diese komplett zerstört und ausge-

tauscht werden muss. Hinzukommt, dass der Personenschutz meist über die verstärkte Gehäusehülle bei geschlossenen Türen realisiert wird, daher ist für Wartungsarbeiten bei geöffneten Schaltanlagen Türen nur ein geringer oder kein Personenschutz geboten.

Aktive Störlichtbogenschutzsysteme

Eine aktives Störlichtbogenschutzsystem greift aktiv in den Entstehungsprozess eines Störlichtbogens ein und löscht diesen innert Millisekunden. So werden die Auswirkungen eines Störlichtbogens stark reduziert oder ganz vermieden. Hierzu wird ein ausgefeiltes System elektrischer und elektronischer Komponenten eingesetzt, wie das Beispiel des aktiven Störlichtbogenschutzsystems von Hager zeigt. Dieses besteht aus ins-

gesamt fünf Bauteilen: *Lichtsensoren* (1.) erfassen den Lichtbogen und leiten die Signale an ein *Erfassungsgerät* (2.) weiter. Speziell konstruierte *Schutzwandler* (3.) für Eingangsströme von bis zu 80 kA erkennen den rasanten Anstieg des Stromes durch den Störfall. Ist ein solcher Stromanstieg sowie eine zusätzliche Lichtquelle erkennbar, wird die *Kurzschliessereinheit* (4.) ausgelöst. Durch das Zuschalten eines 3-phasigen satten Kurzschlusses wird dem Lichtbogen innerhalb von drei Millisekunden die gesamte Energie entzogen. Nach 30 bis 50 Millisekunden wird das System durch Fernauslösung eines offenen *Leistungsschalters* (5.) entlastet und spannungsfrei geschaltet. Die *intelligenten Systeme* von Hager detektieren auch die Position (6.) der Fehlerquelle und ermöglichen so eine schnelle Ursachenuntersuchung.

Nach der Störungsbehebung kann im Idealfall die Anlage nach nur einer halben Stunde wieder in Betrieb genommen werden.

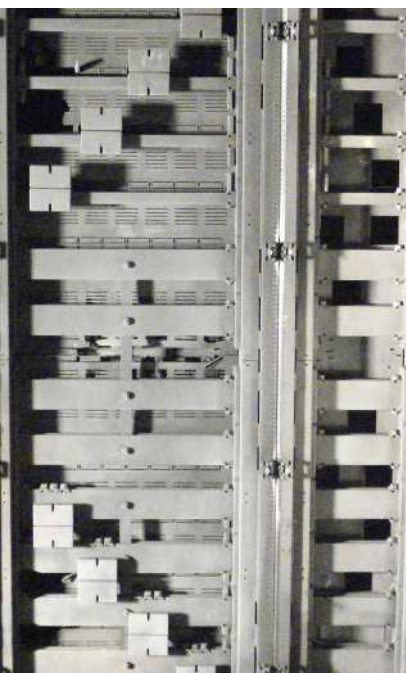
Ein System beherrscht die fünf Sicherheitsregeln

Ein konsequentes Anwenden der fünf Sicherheitsregeln ist zur Vermeidung von Elektrounfällen unabdingbar. Aktive Störlichtbogenschutzsysteme sind in keinem Fall ein Ersatz dieser Regeln, schützen jedoch bei Nachlässigkeit. Nebst der Löschung eines Störlichtbogens wird nach einem Fehlerfall das System automatisch freigeschaltet, wobei grundlegende Elemente der fünf Sicherheitsregeln angewendet werden.



Leistungsschalterfeld mit Kurzschliessereinheit.

- **Freischalten und allseitig trennen:** Das System schaltet sich durch die Ansteuerung des Einspeiseschalters nach einem Fehlerfall automatisch frei.
- **Gegen Wiedereinschalten sichern:** Selbsthalterelais sichern den Leistungsschalter gegen Wiedereinschalten, bis der Fehler behoben und quittiert wird.
- **Auf Spannungslosigkeit prüfen:** Auf eine Prüfung mit einem geeigneten Messgerät darf in keinem Fall verzichtet werden, jedoch ist die Spannungsfreiheit nach einem Fehlerfall durch die Kurzschlussbrücke gewährleistet.



Auswirkungen ohne Schutzsystem.



Auswirkungen mit einem aktiven Störlichtbogen-Schutzsystem.

- **Erden und kurzschliessen:** Im Fall von aktiven Schutzsystemen ist das Kurzschliessen ein Hauptbestandteil der ganzen Funktionsweise. Nach einer Auslösung gilt das System bis zum Ausbau der Kurschlusseinrichtung als kurzgeschlossen.
- **Gegen benachbarte, unter Spannung stehende Teile schützen:** Durch den Einsatz von hohen Schottungsformen kann ein Berühren von benachbarten Teilen verhindert werden. Für den Energieverteiler weber.unimes H wurde die Funktionsweise der Sensorik auch bei Schottungsform 4b nachgewiesen.

Aktive Schutzsysteme verkürzen also die Lichtbogenzeit durch Kurzschlies-

sen der Aussenleiter deutlich. Anlagenschäden durch Störlichtbögen werden so verhindert und das Personal wird auch bei offenen Anlagetiiren geschützt. Durch die Verknüpfung von Strom- und Lichtsensoren wird das Risiko zur Fehlauflösung auf ein absolutes Minimum reduziert.

Für den bauartgeprüften Energieverteiler weber.unimes H von Hager wurde die ganze Sensorik aller Feldtypen geprüft. So kann auch bei höheren Schottungsformen eine normkonforme und sichere Funktionsweise gewährleistet werden.

Eine Investition, die sich lohnt

Bei Anlagen mit dem Anspruch an eine hohe Verfügbarkeit ist die Wirtschaftlichkeit eines aktiven Störlichtbogen-schutzsystems einfach nachzuweisen. Dies kann über eine Risikoanalyse erfolgen oder man berücksichtigt die Reduktion des sogenannten MTTR (Mean Time To Repair) der gesamten Anlage. Da im Fehlerfall kein grosser Schaden an der Anlage entsteht, kann diese schnell wieder in Betrieb genommen werden und es mindert somit die Zeitdauer eines Betriebsausfalls. Bei Schaltgerätkombinationen ohne diese Schutzeinrichtungen müssen dabei meist ganze Funktionsgruppen oder es muss sogar die ganze Anlage ausgetauscht werden. So kann die Investition für ein aktives Störlichtbogenschutzsystem auch mit dem andererseits notwendigen Ersatz von Anlageteilen aufgewogen werden. Letztlich kann dem erhöhten Personenschutz nur eingeschränkt eine finanzielle Bewertung gegeben werden. Betreiber, die jedoch Wert auf ihre Betriebssicherheit legen, berücksichtigen aktive Störlichtbogenschutzsysteme in ihrer Sicherheitsplanung. ■



unabhängig. transparent. fair.

www.texag.ch



Wir sind umgezogen

Texag Handels AG
Breitfeldstrasse 19
3252 Worben

Tel 031 818 40 40
Fax 031 818 40 41

www.texag.ch info@texag.ch