

Störlichtbogen in Schaltanlagen

Aktive und passive Störlichtbogen-Schutzsysteme sorgen für sicheren Anlagenbetrieb

Dipl.-Ing. Günter Waschbüsch



Störlichtbögen können explosionsartig zerstörerische Kräfte freisetzen. Damit stellen sie eine große Gefahr für Menschen und Anlagen dar. Um teure Anlagenausfälle, Brände und Personenschäden zu verhindern, sind bereits bei der Planung und Projektierung geeignete Schutzmaßnahmen vorzusehen. Der folgende Beitrag zeigt unter Berücksichtigung der aktuellen Normenlage auf, welche Schutzmaßnahmen für einen sicheren Betrieb und eine hohe Anlagenverfügbarkeit zu ergreifen sind.

Abb. 1: Störlichtbogen in einem Versuch

Laut Statistik ereignen sich in Deutschland pro Jahr zwischen 500 und 600 meldepflichtige Stromunfälle; bei rund 25 % dieser Unfälle treten Störlichtbögen auf.

Die häufigsten Ursachen für das Auftreten von Störlichtbögen lassen sich in drei Kategorien einteilen:

- ▶ 1. Montagemängel einschließlich Wartungs- und Inspektionsfehlern bei Arbeiten an stromführenden Teilen wie dem Ersetzen von Sicherungen und Anschlüssen. Aber auch banales Vergessen von Werkzeug oder Arbeitsmaterialien in Schaltanlagen kann einen Störlichtbogen auslösen.
- ▶ 2. Betriebsbedingte Fehler wie beispielsweise Überspannungen, mangelhafte Isolationen, schlechte Kontaktierungen, unzureichende Dimensionierung oder eine zu hohe Packungsdichte eingebauter Geräte. Aber auch Verschmutzungen oder die Entstehung von Kondenswasser fallen in diesen Bereich.
- ▶ 3. Nagetierverbisse vornehmlich durch Mäuse oder Ratten

PHÄNOMEN STÖRLICHTBOGEN: EXPLOSIONSARTIGE GASENTLADUNG

Doch was ist ein Störlichtbogen überhaupt? Bei einem Lichtbogen handelt es sich um eine elektrische Gasentladung mit hohem Strom zwischen zwei Elektroden, die sich mit einer Geschwindigkeit von 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 einer Bombe zu vergleichen. Bei Menschen kann es dadurch zu schweren Verbrennungen, zu Schädigungen des Augenlichtes durch den Lichtblitz, zur Beeinträchtigung des Hörvermögens

durch den Detonationsknall sowie zu Verletzungen durch wegfliegende Anlagenteile kommen. Zudem drohen durch das Entstehen von gesundheitsschädlichen Gasen und Metaldämpfen Vergiftungen. Ein vornehmliches Ziel des Störlichtbogenschutzes ist daher die Personensicherheit. Außerdem zielen die zu ergreifenden Schutzmaßnahmen auf den Erhalt der Funktionsfähigkeit einer Anlage ab. Denn rund 40 % der Störlichtbogenunfälle führen zu Schäden an der Anlage und in der Folge zu kostenintensiven Produktions- und Serviceausfällen.

NORMGERECHTER STÖRLICHTBOGENSCHUTZ

Die Effizienz eines Störlichtbogen-Schutzsystems wird in erster Linie durch die Begrenzung der Einwirkdauer des Lichtbogens bestimmt: Beträgt die Abschaltzeit mehr als 20 Millisekunden, ist von einem hohen Schaden auszugehen; liegt sie jedoch unter fünf Millisekunden, ist nur mit geringen Schäden zu rechnen. Die aktuelle Norm DIN VDE 0100 zum „Errichten von Niederspannungs-

anlagen“ weist daher in ihren Teilen -420 (Schutz gegen thermische Auswirkungen) und -530 (Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel) konkret auf Maßnahmen zur Löschung eines Lichtbogens innerhalb von 5 Millisekunden sowie zur nachgelagerten sicheren Abschaltung der Versorgungsanlage hin.

Unter Teil -421.3 heißt es zu Störlichtbogen-Schutzeinrichtungen:

„Schutzeinrichtungen zum Schutz bei Auftreten von Lichtbögen sollten installiert werden, wenn von der elektrischen Anlage hohe Anforderungen an die Verfügbarkeit erwartet werden. Solche Schutzeinrichtungen müssen die Lichtleistung des Lichtbogens und den Anstieg des Stromes in den Außenleitern erkennen. Ferner müssen sie den Lichtbogen innerhalb von 5 Millisekunden löschen und die elektrische Anlage von der Versorgung abschalten. Das Löschen des Lichtbogens darf nicht erfolgen, bevor die vorgegebenen Grenzwerte für

Licht und Strom überschritten wurden. Langsam reagierende Schutzeinrichtungen können die Beschädigung von



Abb.2: Das Erfassunggerät erkennt sowohl das Licht als auch den rasanten Stromanstieg durch den Lichtbogen.

Gütern nicht verhindern, wodurch eine Wiederinbetriebnahme der elektrischen Anlage innerhalb kurzer Zeit unmöglich werden kann. Im Allgemeinen bietet eine Abtrennung mittels einer Metalltafel nicht die geforderte Lichtbogenfestigkeit.“

In Teil -532.6 sind ebenfalls klare Empfehlungen zum Einsatz von Störlichtbogen-Schutzeinrichtungen und zu Einrichtungen für die Lichtbogenerkennung und die Abschaltung aufgenommen. Hinsichtlich Einrichtungen zum Brandschutz und zum Schutz gegen thermische Einflüsse bei Störlichtbogen-Schutzeinrichtungen heißt es:

„Ist in elektrischen Anlagen mit Störlichtbögen zu rechnen und bestehen besondere Brandschutzanforderungen und/oder besondere Verfügbarkeitsanforderungen, sollten Schutzeinrichtungen ausgewählt werden, die bei Eintritt eines Störlichtbogens innerhalb kürzester Zeit die Löschung des Störlichtbogens einleiten und gleichzeitig die Fehlerstelle vom Netz trennen. Um Fehlauflösungen vorzubeugen, sollte die Löschung des Störlichtbogens erst erfolgen, wenn Stromanstieg und Lichtwirkung des Störlichtbogens erfasst wurden. Die Ansprechwerte sollten einstellbar sein.“

SIEMENS

Intelligente Gebäude steigern die Produktivität und sparen Ressourcen.

Effizienzgewinne sind Gewinne, die man immer wieder macht.

Unternehmer stehen in der Verantwortung: sie sollen Mitarbeitende und Geschäftsprozesse schützen, Ressourcen schonen, Energiesparpotenziale ausschöpfen und ein nachhaltiges Energiemanagement betreiben. Fachgerechte Beratung und intelligente Gebäudetechnik unterstützen diese Vorhaben, ermöglichen Energieeinsparungen von bis zu

50 Prozent und reduzieren den CO₂-Ausstoß – ohne Abstriche beim Komfort. Die präzise Interaktion zwischen der Gebäudeautomation und den Sicherheitssystemen sorgt für mehr Sicherheit, Flexibilität und Effizienz der Immobilie, was sich täglich bezahlt macht. Damit bleibt Siemens der bevorzugte Partner von weitsichtigen Unternehmern.



Abb.3: Die Kurzschliebereinheit löscht den Störlichtbogen in nur 2,6 Millisekunden.

ZWEI SCHUTZVARIANTEN: AKTIV ODER PASSIV

Beide Normen sprechen sich damit für den Einsatz sogenannter aktiver Störlichtbogen-Schutzsysteme aus. Zum Hintergrund: Generell sind zwei Arten des Störlichtbogenschutzes möglich: der aktive und der passive. Der passive Schutz soll die Entstehung eines Lichtbogens verhindern, beziehungsweise die Wahrscheinlichkeit der Entstehung eines Störlichtbogens reduzieren. Als Schutzeinrichtungen werden hierbei beispielsweise Isolationsplatten eingesetzt. Sollte jedoch dennoch ein Störlichtbogen entstehen, soll dieser durch geeignete Maßnahmen auf den Entstehungsort begrenzt bleiben und benachbarte Funktionseinheiten und Räume einer Schaltanlage nicht beeinträchtigen. Bei passiven Störlichtbogen-Schutzsystemen stellt in der Planungs- und Projektierungsphase bereits die Wahl der inneren Unterteilung (Bauform 1, 2b und 4) bei der Auslegung der Anlage einen Anlagenschutz dar, da auf diese Weise innerhalb der Funktionsräume (Sammelschienenraum, Geräteraum und Kabelanschlussraum) das Eindrin-

gen fester Fremdkörper verhindert wird. Damit wird die Wahrscheinlichkeit der Entstehung eines Störlichtbogens begrenzt und ein Ausbreiten in benachbarte Funktionseinheiten verhindert. Aber auch die geeignete Auswahl der Geräte beziehungsweise der Kurzschluss-Schutzeinrichtung kann die Folgen eines Störlichtbogens begrenzen. So können Leistungsschalter mit Nennströmen von ≥ 630 A in einer sehr geringen Zeit von ≤ 30 ms abschalten. Sinnvoll ist auch der Einsatz strombegrenzender Sicherungen, die ebenfalls sehr schnell reagieren und so mögliche Folgen mindern.

AKTIVE STÖRLICHTBOGEN-SCHUTZSYSTEME: ABSCHALTUNG IN MILLISEKUNDEN

Ein aktives Störlichtbogenschutzsystem gewährleistet die notwendige, minimale Abschaltzeit einer Schaltanlage durch die äußerst kurze Detektions- und darauffolgende Reaktionszeit beim Auftreten eines Störlichtbogens. So werden die Auswirkungen eines Störlichtbogens stark reduziert oder ganz vermieden. Ein Beispiel für solch ein Schutzsystem ist der aktive Störlichtschutz von Hager. Dieser ist nach der internationalen Norm IEC/TR 61641 geprüft und entspricht damit der DIN EN 60439-1.

Das Schutzsystem besteht aus fünf aufeinander abgestimmten Komponenten, die beim Auftreten eines Störlichtbogens die Schaltanlage sicher abschalten: Lichtwellenleiter beziehungsweise Punktsensoren erfassen als erste Detektionsstufe den Lichtbogen. Gleichzeitig erkennen speziell konstruierte Schutzstromwandler den rasanten Anstieg der Stromstärke. Beide Signale werden an das Erfassungsgerät weitergeleitet.

Dieses steuert Kurzschließer an, die auf jeder Sammelschiene montiert sind. Die Kurzschließer schließen die Hauptsammelschienen 3-phasig kurz. Dieser Vorgang dauert nur 2,6 ms.

Ein offener Leistungsschalter kann den Kurzschluss schon nach 30 bis 50 ms

abschalten, so dass kein Folgeschaden entstehen kann. Im Idealfall kann die Anlage nach der Fehlerbehebung innerhalb von nur einer halben Stunde wieder in Betrieb genommen werden.

FAZIT

Aktive Schutzsysteme verkürzen die Lichtbogenzeit durch Kurzschließen der Phasen deutlich. Das darauffolgende Abschalten der Anlage beispielsweise durch einen Leistungsschalter dient damit auch dem Anlagenschutz. Denn dadurch wird die Einwirkenergie deutlich reduziert, die Anlage wird nur geringfügig verschmutzt und sie kann schnell wieder in Betrieb genommen werden. Während der passive Störlichtschutz „erst“ nach etwa 100 Millisekunden greift, reagiert ein aktiver Störlichtschutz wie das System von Hager bereits nach 2 bis 3 ms.

Deshalb werden solche Systeme in vielen Ausschreibungstexten für große Rechenzentren, Intensivstationen, in Industrieanlagen oder öffentlichen Einrichtungen gefordert, da diese auf eine ununterbrochene Stromversorgung angewiesen sind.

Aktive Störlichtbogen-Schutzsysteme:

- bieten Sicherheit für Personen und Anlagen
- stellen eine hohe Anlagenverfügbarkeit sicher
- vermeiden Folgekosten
- begrenzen die Einwirkdauer des Lichtbogens durch schnelle Abschaltung auf unter 5 ms
- ermöglichen eine schnelle Wiederinbetriebnahme der Anlage

Autor:

Dipl.-Ing. Günter Waschbüsch
 Markt-Manager für Energieverteilung
 Hager Vertriebs GmbH & Co. KG
 66440 Blieskastel

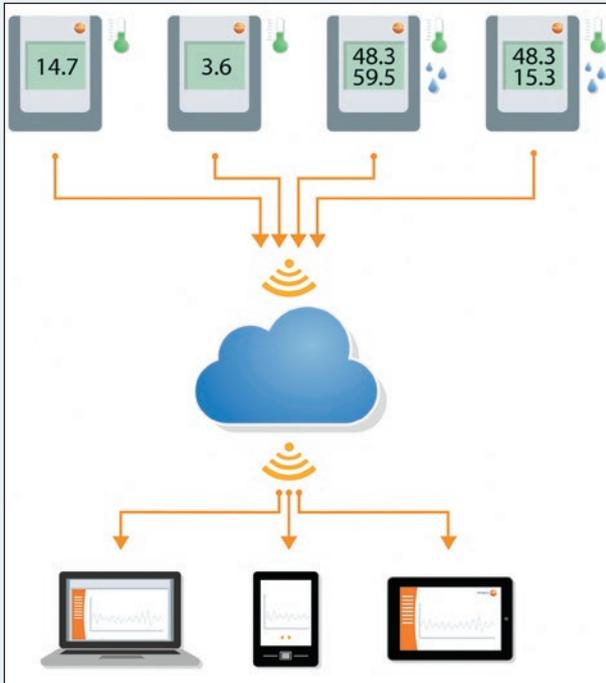
Fotos: Hager

www.hager.de



Neue Lösung zur Überwachung des Gebäudeklimas

Neues WLAN-Datenlogger-System überwacht und dokumentiert Temperatur und Feuchte in Gebäuden automatisiert.



Schematische Darstellung des Datenlogger-Systems testo Saveris 2

Facility Manager haben für ein optimales Klima in Büro- und Produktionsräumen zu sorgen. Ob die Werte im Normbereich liegen, überwacht das WLAN-Datenlogger-System testo Saveris 2 automatisiert. WLAN-Datenlogger messen in vordefinierten Abständen die Temperatur- und Feuchte- werte und senden die Daten per WLAN an die Testo-Cloud.

Dort können die Messdaten direkt eingesehen und analysiert werden, eine zusätzliche Analyse-Software muss dafür nicht installiert werden. Jeder moderne Internet-Browser auf PC, Tablet oder Smartphone ist ausreichend. So kann der Anwender an jedem Ort auf die Messdaten zugreifen und flexibel arbeiten.

Die automatische Speicherung der Messdaten in der Cloud ersetzt das aufwändige manuelle Auslesen der einzelnen Datenlogger. Dies spart lästige Wege und somit viel Zeit. Das System kann je nach Bedarf mit beliebig vielen Datenloggern ausgestattet werden, die alle mit der Cloud verbunden sind. So können beispielsweise auch mehrere Gebäude mit einem System und bequem von zentraler Stelle überwacht werden. Die kontinuierliche Analyse der Temperatur- und Feuchteentwicklung liefert beispielsweise wertvolle Hinweise auf die Ursache von Funktionsstörungen in Produktionsräumen.

Kommt es zu einer Über- oder Unterschreitung voreingestellter Grenzwerte, wird der Verantwortliche sofort per E-Mail oder SMS alarmiert. So wird sichergestellt, dass er rechtzeitig eingreifen und Sachschäden oder Beschwerden von Mitarbeitern vorbeugen kann.

Für die Cloud-Nutzung können Kunden je nach Nutzungsverhalten zwischen der kostenlosen Basic- und der umfangreichen Advanced-Funktionalität wählen.

Als Aktionsangebot bietet Testo seinen Kunden bei Bestellung in 2015 die Advanced-Variante gratis an.

Testo AG
79849 Lenzkirch
07653 - 681 -0
Foto und Grafiken: Testo



Wir treiben Ihre Motoren an.
Optimiert in wenigen Sekunden.

Danfoss Frequenzumrichter steuern alle gängigen Motortypen* und optimieren deren Effizienz in Sekunden. So steigern Sie mit unseren VLT® Frequenzumrichtern die Produktivität, Energieeffizienz und Geschwindigkeit in Ihren Anwendungen.

* Unterstützt Asynchron-, Permanentmagnet- und Synchron-Reluktanzmotoren

Weitere Informationen finden Sie unter:
www.danfoss.de/vlt

Danfoss GmbH · VLT Antriebstechnik
Telefon: +49 69 8902-0, E-Mail: vlt@danfoss.de

VLT
THE REAL DRIVE

ENGINEERING
TOMORROW

Danfoss