

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.



Whitepaper:

Personen- und Anlagensicherheit für Niederspannungs-, Steuerungs- und Schaltanlagen bei inneren Fehlern mit Störlichtbogenbildung

MBA, Dipl.-Ing. Michael Schell.
Leiter Produktmanagement Industrie



SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE

FRIEDHELM LOH GROUP

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung.....	3
2. Entstehung des Störlichtbogens	4
3. Folgen eines Störlichtbogens für Personen und Anlagen	5
4. IEC TR 61641.....	5
5. Prüfkriterien zum Nachweis der Funktionalität von Störlichtbogensicherheit:.....	6
6. Einteilung der Klassen.....	7
7. Mögliche Maßnahmen, Auswirkungen von Lichtbögen zu minimieren bzw. begrenzen ...	7
8. Nachweis der Störlichtbogensicherheit.....	10
9. Nachweis der Störlichtbogensicherheit „I“.....	11
10. Planung einer störlichtbogensicheren Niederspannungsanlage.....	11
11. Beispiel einer Beschreibung für ein Leistungsverzeichnis.....	12
12. Zusammenfassung.....	12

1. Einführung

Die schwerste Beschädigung, die einer elektrischen Steuerungs- oder Schaltanlage widerfahren kann, ist ein Störlichtbogen aufgrund eines inneren Fehlers. Dieser Lichtbogen erzeugt zu Beginn einen enormen Druckanstieg und brennt danach als Plasmasäule mit einer Temperatur von mehreren tausend Kelvin. Dabei wandert der Lichtbogen durch die Niederspannungsanlage und hat eine zerstörerische Wirkung. Die Zerstörung kann dabei sowohl die innere Ausrüstung betreffen, als auch die äußere Hülle der Anlage. Damit wird die Schutzwirkung des Schaltschranks aufgehoben. Personen können geschädigt bis tödlich verletzt und Sachvermögen erheblich beschädigt werden.

Elektrische Niederspannungsanlagen werden so geplant, dass bei äußeren Fehlern, Schutzgeräte den betroffenen Stromkreis abschalten. Bei einer Prüfung der Schutzfunktion, z.B. einer Kurzschlussprüfung wird daher die extremste Situation eines externen Fehlers geprüft: ein Kurzschluss direkt an den Abgangsklemmen eines Stromkreises. Weitere Kurzschlussprüfungen werden am Sammelschienensystem und der Einspeisung der Niederspannungsanlage durchgeführt. In den Abgangsstromkreisen wird der unmittelbare Schutz durch ein schnelles Abschalten bewirkt. Im Einspeisebereich oder auf der Sammelschiene der Niederspannungsanlage ist eine unmittelbare Abschaltung eher unerwünscht, da diese Abschaltung einen kompletten Ausfall der Niederspannungsanlage bedeutet. Daher werden häufig der Einspeisestromkreis und die Sammelschienen durch einen zeitlich verzögertes Schutzorgan geschützt, um bei einem Fehler ein Abschalten eines einzelnen Stromkreises Vorrang vor dem Abschalten der gesamten Niederspannungsanlage zu gewähren.

Durch die nachgewiesene Kurzschlussfestigkeit einer Niederspannungsschaltanlage ist bei üblicher Betriebsweise innerhalb der Niederspannungsschaltanlage nicht von einer Kurzschlussmöglichkeit auszugehen, da durch die Verwendung von geprüften Einheit aus Sammelschienen und der weiteren Stromverteilterchnik eine ausreichende Sicherheit als nachgewiesen gilt. Dennoch besteht ein gewisses Restrisiko, dass z.B. durch Materialalterung, Gerätedefekte, Verschmutzung, vergessene Schrauben oder Werkzeuge oder Ungeziefer ein Fehler im Inneren der Niederspannungsanlage entsteht, der sich in einen Störlichtbogen verwandeln kann, wenn der Kurzschlussverursacher keine ausreichende Stromtragfähigkeit besitzt. Der Störlichtbogen kann durch einen Schaltlichtbogen eines Schalt- oder Schutzorgans oder durch eine leitende elektrische Verbindung entstehen, die aufgrund des hohen Stromes schmilzt, ionisiert und sich in eine Plasmasäule verwandelt. Eine regelmäßige Wartung und Reinigung der Niederspannungsanlage kann dabei helfen eine solche Fehlerursache frühzeitig zu erkennen.

Jedoch nicht jede Fehlerursache ist frühzeitig erkennbar. Wenn Schaltanlagen in frei zugänglichen Bereichen (Bereiche zu denen elektrische Laien Zugang haben) aufgestellt sind, sind entsprechende Vorkehrungen zu treffen, um diese Personen vor den Gefahren der elektrischen Anlage zu schützen. Ebenso sinnvoll sind weitere Maßnahmen, wenn ein Ausfall der Niederspannungsanlage durch einen Störlichtbogen größere Folgen für den Betreiber haben kann (Produktionsausfall, etc.).

2. Entstehung des Störlichtbogens

Der Störlichtbogen in einer Niederspannungsschaltanlage kann durch verschiedene Ursachen ausgelöst werden. Aufgrund eines Fehlers der Ausrüstung oder als Folge eines Schaltlichtbogens. Der Schaltlichtbogen entsteht beim Ein- oder Ausschaltvorgang eines elektrischen Schaltkontaktes. Wird beim Einschaltvorgang in Abhängigkeit der Betriebsspannung eine Mindeststrecke zwischen den Kontaktelementen des Schalters unterschritten, so bildet sich bevor der Kontakt zum Schließen kommt ein Lichtbogen. Sobald der Kontakt mechanisch geschlossen wird, erlischt der Lichtbogen, da die Brennspannung des Lichtbogens durch das Schließen der Kontakte auf null gesetzt wird. Jeder Lichtbogen am Kontakt führt zu einer Beschädigung der Kontaktfläche und verschlechtert auf Dauer die Eigenschaft des Kontaktes. Daher sollte der Schaltvorgang immer sehr schnell stattfinden.

Auch beim Ausschaltvorgang eines Kontaktes entsteht ein Lichtbogen, der ebenso ein schädigendes Verhalten für die Kontaktelemente hat. Beim Ausschalten wird die elektrisch leitende Verbindung getrennt. Allerdings wird der Stromfluss bis zum Erreichen einer Mindestisolierstrecke als Lichtbogen fortgeführt. Erst wenn die Brennspannung durch eine zu hohe Isolierstrecke nicht mehr ausreicht, den Lichtbogen zu betreiben, löscht sich dieser. In einem Schalter wird dieses Löschen durch technische Funktionalitäten wie eine Funkenlöschkammer beschleunigt, da auch der Ausschaltvorgang so schnell wie möglich beendet werden soll. Insbesondere große Leistungsschalter löschen diesen Schaltvorgang durch das Ausblasen über Öffnungen in der Nähe des Anschlussbereiches. Aufgrund dieses Ausblasens definiert jeder Hersteller einen Sicherheitsbereich um den Schalter, in dem sich kein elektrisch leitfähiges Metall befinden darf, da dieses den Löschvorgang stören und damit zu einem ungewollten Störlichtbogen führen kann.

Neben den Schaltlichtbögen können aber auch andere Ursachen zur Bildung eines Störlichtbogens führen. Wird durch einen Isolationsfehler aufgrund einer Materialalterung oder ein sich lösender Leiter eine Mindestluftstrecke unterschritten, kann auch hier ein Lichtbogen gezündet werden. Wird bei dem Fehler der Lichtbogen durch einen Kurzschluss mit einem guten Leitermaterial überbrückt und ein Schutzgerät zum Abschalten veranlasst, wird dieser Fehlerzustand schnell beseitigt. Wird allerdings bei dem Fehler der Leiter geschmolzen oder es kommt nicht zu einem direkten mechanischen Kurzschluss, brennt der Lichtbogen weiter, wenn der Lichtbogenstrom nicht die Auslösewerte des Schutzorgans erreicht. Es ist durchaus realistisch, dass aufgrund der Distanz zweier Potentiale die Brennspannung so hoch ist, dass der Lichtbogen brennen kann, dabei aber ein Lichtbogenstrom von z.B. nur 4kA fließt, der für ein größeres Schutzorgan nicht zum verzögerten Abschalten ausreicht. Dann kann der Lichtbogen brennen und wird einen enormen Schaden an der Niederspannungsanlage hinterlassen.

Bei der Entstehung eines Störlichtbogens kann der Druck innerhalb der ersten 15ms auf Werte von mehreren 100mbar ansteigen. Das hört sich erstmal nicht nach einem hohen Druck an. Berücksichtigt man jedoch, dass die Schaltanlage ein geschlossenes Gehäuse ist, so kann dieser rasante Druckanstieg zum Explodieren des Gehäuses führen, was sich durch Verformungen der Oberfläche, Wegfliegen von Teilen der Niederspannungsanlage, Öffnen von Seitenwänden oder Schranktüren zeigen kann. Der Anstieg des Drucks entsteht durch die Bildung der Plasmasäule, die mit sehr hohen Temperaturen (13-17.000 Kelvin) brennt.

Diese hohe thermische Wirkung kann auf der Außenseite einer Niederspannungsanlage spürbar sein, wenn sich die heißen Gase durch die kleinsten Öffnungen oder Spalte hindurch drücken. Des Weiteren hat der Störlichtbogen das Bestreben sich auszubreiten und aufgrund dieses Verhaltens wandert er über nichtisolierte Leiter durch die Niederspannungsanlage. Häufig ist ein Verhalten zu erkennen, dass der Störlichtbogen von der Stromquelle (Einspeisung) zur Lastseite läuft. Bei manchen Fehlern konnte man aber auch feststellen, dass der Lichtbogen auf die Einspeisung zugelaufen ist. Der Zündpunkt ist dabei ein maßgebliches Kriterium. Kommt der Lichtbogen an das Ende einer nichtisolierten Leiterstrecke, so verharrt er dort bis zum Anschalten der Stromquelle oder sucht sich ein anderes Potential mit dem der Störlichtbogen weiter brennen kann. Kommt der Störlichtbogen zum Ende eines Sammelschienensystems, kann es vorkommen, dass er von dort auf ein geerdetes Teile der Niederspannungsschaltanlage zündet und ein Loch in die Außenhülle brennt. Der Weg des Störlichtbogens hängt vom inneren Aufbau einer Niederspannungsanlage und dem Gehäuse ab.

3. Folgen eines Störlichtbogens für Personen und Anlagen

Durch die enormen Wirkungen eines Störlichtbogens ist die Gefahr für Personen sehr hoch, die sich in diesem Moment im direkten Umfeld einer betroffenen Niederspannungsanlage befinden. Der zuvor beschriebene Druckanstieg kann bewirken, dass Teile der Niederspannungsanlage wegfliegen oder Türen sich öffnen. Hierdurch können Personen verletzt werden, wenn sie von diesen Teilen getroffen werden. Schlimmer werden die Verletzungen, wenn Personen durch heiße Gase verletzt werden, die sich durch die kleinsten Spalten und Löcher hindurchdrücken. Hierdurch können starke und schwerste Verbrennungen der Haut resultieren. Auch Verletzungen der Atemwege sind möglich, da durch den Störlichtbogen auch Isolierstoffe verbrannt und hierdurch giftige Gase freigesetzt werden. In von Störlichtbogen betroffenen Niederspannungsanlagen hat der ungehinderte Störlichtbogen verheerende Wirkung.

Ein weiterer Betrieb einer solchen Anlage ist kaum möglich, da der Störlichtbogen große Teile der Sammelschienen, Geräte und des Gehäuses beschädigt und den Innenraum sehr stark verrußt. Eine Reparatur wäre nur durch den kompletten Austausch der betroffenen Bereiche möglich. Zumindest bis zur vollständigen Reparatur ist der Betrieb der Niederspannungsanlage unterbrochen. Ausfallkosten sind hierbei die Folge. Einen hundertprozentigen Schutz vor Störlichtbögen gibt es bisher nicht. Allerdings können durch gezielte Maßnahmen Personen bestmöglich geschützt und der Schaden begrenzt werden. Die IEC TR 61641 beschreibt Anforderungen und Prüfmethode, um die Funktionalität der Maßnahmen nachzuweisen.

4. IEC TR 61641

Die IEC TR 61641 ist eine Richtlinie zur Prüfung von Niederspannungsanlagen unter Störlichtbogenbedingungen. Diese Prüfnorm ist ursprüngliche eine Ableitung der aus dem

Bereich der Mittelspannungsanlagen bekannten früheren „PEHLA“-Richtlinie. Das „TR“ steht für „Technical Report“ und sagt damit aus, dass es sich bei diesem Dokument um keine Norm handelt, sondern vielmehr um eine Verfahrensbeschreibung – in diesem Fall zur Durchführung von Prüfungen. Die dritte Ausgabe der IEC TR 61641, publiziert in 2014, hat zum ersten Mal die Einteilung von Klassen und auch die Definition von Zündorten für den Nachweis der Funktionalität zum Inhalt, sofern nichts anderes zwischen dem Auftraggeber und dem Hersteller vereinbart wurde. Die komplette Anwendung der IEC TR 61641, die Definition der zu erzielenden Klasse, ggfs. die Prüfparameter sind Festlegungen zwischen dem Auftraggeber und dem Hersteller.

5. Prüfkriterien zum Nachweis der Funktionalität von Störlichtbogensicherheit

Die Prüfkriterien zum Nachweis der Personen- und Anlagenschutzmaßnahmen wurden von der Vorversion der Richtlinie übernommen und werden nun ausführlich beschrieben. Diese Kriterien werden nach der Durchführung der akkreditierten Prüfung bewertet und im Prüfbericht dokumentiert.

Kriterium 1

Das erste Kriterium, das der Prüfer nach der Durchführung einer Prüfung zu bewerten hat, ist die korrekte Sicherung aller Türen und Abdeckungen des Schrankes. Diese müssen nach der Prüfung immer noch so gesichert sein, dass keine Person im Umfeld der Anlage durch eine sich öffnende Tür oder Abdeckung verletzt wird. Beschädigte Scharniere und Verschlüsse sind dabei ebenso zulässig, wie verformte Blechteile. Auch die ursprüngliche Schutzart muss nicht gegeben sein, jedoch muss eine minimale Schutzart von IP1X für den Bereich gewährleistet sein, in dem sich Personen aufgehalten haben können.

Kriterium 2

Beim zweiten Kriterium geht es darum, dass keine Person durch wegfliegende Teile geschädigt wird. Das zweite Kriterium ist erfüllt, wenn kein Teil mit einer größeren Masse als 60 g von der Niederspannungsanlage wegfliegt. Fallen Teile senkrecht an der Anlage herunter und befinden sich zwischen den Indikator-Wänden und der Anlage, so ist dies zulässig.

Kriterium 3

Das Vermeiden eines Verbrennungsrisikos einer Person durch einen Störlichtbogen, der sich durch die Abdeckung durchbrennt, wird durch das dritte Kriterium nachgewiesen. Diese Anforderung gilt für alle zugänglichen vertikalen Flächen bis zu einer Höhe von 2m.

Kriterium 4

Vor allen zugänglichen vertikalen Flächen einer Niederspannungsanlage sind Indikatoren aufzustellen. Ist hier durch den Auftraggeber kein Abstand definiert, so gilt die Vorgabe von 30cm. Diese Indikatoren sollen die Bekleidung einer Person simulieren. Dieses Kriterium ist erfüllt, wenn nach der Prüfung kein Indikator angezündet wurde. Handelt es sich bei dem geplanten Aufstellungsort um einen frei zugänglichen Bereich, so werden die Indikatoren mit einem Stoff von 40 g/m² bestückt. Dies gilt stellvertretend für normale Sommerkleidung einer Nicht-Fachkraft. Soll die Niederspannungsanlage in einem abgeschlossenen Bereich stehen, zu dem nur Fachkräfte Zugang haben, so werden die Indikatoren mit einem Stoff mit 150 g/m² bestückt. Damit wird Facharbeiter-Kleidung nachgebildet.

Kriterium 5

Das letzte Personenschutzkriterium fordert, dass der Schutzleiterkreis auch nach der Prüfung noch in Funktion ist. Wenn alle fünf Kriterien erfüllt sind, ist der Personenschutz im Störlichtbogenfall an einer Niederspannungsanlage gegeben. Der Anlagenschutz stellt einen erweiterten Schutz im Störlichtbogenfall für eine Niederspannungsanlage dar.

Kriterium 6

Der Hersteller kann für seine Niederspannungsanlage einen Bereich definieren, den der Störlichtbogen nach seiner Zündung nicht verlassen darf. Heiße Gase oder Schmauchgase dürfen in die angrenzenden Bereiche eintreten, wenn sie durch eine einfache Reinigung wieder entfernt werden können. Sind diese Anforderungen nach der Prüfung erfüllt ist auch das Kriterium 6 erfüllt.

Kriterium 7

Dieses Kriterium gilt als erfüllt, wenn nach dem Beseitigen des Fehlers oder dem Abtrennen des betroffenen Bereichs die Anlage im Notbetrieb weiter genutzt werden kann. Hierzu ist vor der Wiederinbetriebnahme die dielektrische Spannungsfestigkeit zu prüfen und sicher zu stellen, dass eine minimale Schutzart IPXXB gegeben ist. Alle verbleibenden Anlagenteile müssen sowohl mechanisch als auch elektrisch voll funktionstüchtig sein.

6. Einteilung der Klassen

Die dritte Ausgabe der IEC TR 61641 beschreibt die vier verschiedenen Störlichtbogenklassen A, B, C und I, die sich zum Teil auf die vorgehend beschriebenen Kriterien 1-7 berufen.

Klasse A

Eine Niederspannungsanlage der Störlichtbogenklasse A bietet einen Personenschutz durch das Erfüllen der Kriterien 1 bis 5 und durch Störlichtbogen geschützte Zonen, falls diese vorhanden sind.

Klasse B

Die Niederspannungsanlage der Störlichtbogenklasse B bietet einen Personenschutz durch das Erfüllen der Kriterien 1 bis 5, einen Anlagenschutz durch die Begrenzung des Störlichtbogens auf einen definierten Raum, nachgewiesen durch das Kriterium 6, und durch Störlichtbogengeschützte Zonen, falls diese vorhanden sind.

Klasse C

Eine Niederspannungsanlage der Störlichtbogenklasse C bietet ebenso einen Personenschutz durch das Erfüllen der Kriterien 1 bis 5, einen Anlagenschutz durch die Begrenzung des Störlichtbogens auf einen definierten Raum, nachgewiesen durch das Kriterium 6 und durch Störlichtbogengeschützte Zonen, falls diese vorhanden sind. Des Weiteren bietet die Niederspannungsanlage der Klasse C die Möglichkeit nach einer Überprüfung, kleinen Reparatur oder der Abtrennung des beschädigten Bereiches zumindest in einem Notbetrieb die Anlage weiter zu betreiben.

Klasse I

Eine präventive Form der Störlichtbogensicherheit einer Niederspannungsanlage bietet die Klasse I. Bei dieser Klasse ist die Anlage so isoliert ausgeführt, dass das Risiko der Entstehung eines Störlichtbogens deutlich minimiert ist. Jedoch kann eine Isolierung aller aktiven Teile einer Niederspannungsanlage ein Derating der Stromtragfähigkeit bedingen, da das Wärmeabgabevermögen der Sammelschienen und der Betriebsmittel durch die zusätzliche Isolierung beeinträchtigt wird. Dies ist bei der Auslegung und Bewertung einer Niederspannungsanlage besonders zu berücksichtigen.

7. Mögliche Maßnahmen, Auswirkungen eines Lichtbogens zu minimieren bzw. begrenzen

Der größte Effekt zur Begrenzung der Auswirkungen kann erreicht werden, in dem die Entstehung des Störlichtbogens verhindert wird. Hierzu gibt es derzeit verschiedene Störlichtbogenlöschsysteme, die mit einer Erkennung des Störlichtbogens über Helligkeit und gleichzeitiger Kurzschlussstromdetektion durch einen Kurzschließer den Störlichtbogen löschen und das vorgeschaltete Schutzorgan zum Abschalten zwingt. Der Kurzschließer stellt innerhalb weniger Millisekunden einen massiven Kurzschluss her und nimmt dem entstehenden Störlichtbogen die Brennspannung, der daraufhin verlöscht. Die Abschaltung des nun satten Kurzschlusses übernimmt das der Anlage vorgeschaltete Schutzorgan. Das dabei in der Niederspannungsanlage entstandene Schadensbild ist äußerst gering und kann

in der Regel durch eine Reinigung beseitigt werden. Der aktivierte Kurzschließer muss allerdings ausgewechselt bzw. für einen Weiterbetrieb der Anlage vom Stromkreis getrennt werden. Leider können diese Systeme heute noch nicht exakt einen Störlichtbogen von einer normalen Kurzschlussabschaltung eines Leistungsschalters unterscheiden. Bei der Abschaltung eines Kurzschlusses durch einen Leistungsschalter entsteht am Schalter ein Abschaltlichtbogen und es findet ebenso ein hoher Stromfluss statt. Also ähnliche Eigenschaften wie beim Störlichtbogen. Daher werden bei der Einrichtung eines Störlichtbogenlöschsystems die Bereiche um den Leistungsschalter für die optische Erkennung ausgeschlossen, da hier die Möglichkeit von ungewollten Fehlabschaltungen besteht. Die Erneuerung des Kurzschließers ist zu dem mit hohen Kosten verbunden.

Als Fazit formuliert: Ein Störlichtbogenlöschgerät ist im Fehlerfall eine sehr gute Schutzmaßnahme, um Personen vor den Gefahren zu bewahren und einen Totalausfall der Niederspannungsanlage zu vermeiden. Allerdings ist die genaue Unterscheidung eines Störlichtbogens von einer normalen Kurzschlussabschaltung nicht immer eindeutig.

Alternativ hierzu sind kostengünstigere Maßnahmen möglich, die einen zuverlässigen Personenschutz und durch weitere optionale Schritte auch einen Anlagenschutz ermöglichen. Die Arten der Maßnahmen unterscheiden sich je nach Anlagennennspannung und dem prospektiven Kurzzeit-Dauerkurzschlussstrom der an der Niederspannungsanlage zur Verfügung steht, bzw. für den die Niederspannungsanlage bemessen ist. Eine einfache aber sehr effektive Maßnahme um das Öffnen von Türen oder Seitenwänden zu verhindern, ist das gezielte Öffnen von Flächen am Gehäuse zum Druckauslass an Stellen, die für Personen keine Gefahr darstellen.

Das kann der Dachbereich wie auch der rückwärtige Bereich einer Niederspannungsanlage sein. Wichtig ist dabei, dass ein entsprechender Raum zum Entweichen oberhalb oder hinter der Anlage vorhanden ist. Der innere Aufbau muss so gestaltet sein, dass der Druckablass nicht durch Schottungen behindert wird, bzw. Schottungen einen ausreichend großen Bereich zum Durchsatz der Luft bieten. Über entsprechende Sollbruchstellen wird dann im Fehlerfall das Gehäuse gezielt geöffnet und der Druck wird über diese Fläche abgebaut, damit Türen und Seitenwände geschlossen bleiben. Bei höheren Bemessungsspannungen oder Bemessungs-Kurzschlussströmen können noch weitere Verstärkungen der Scharnierung von Türen und der Verschraubung von weiteren Beplankungsteilen eine sinnvolle Maßnahme sein, um eine sichere Druckableitung zu gewährleisten.

Für die Verhinderung des Durchbrennens der Außenhülle durch einen Störlichtbogen ist für die Schaltanlage wichtig, dass alle spannungsführenden Leiter einen größeren Abstand zu den Ausflächen haben, so dass der Lichtbogen kein Bestreben hat, von den Außenleitern auf die geerdete Hülle zu springen. Ggfs. müssen dann an engen Stellen die Beplankungsteile durch Isolierstoffmaterial abgedeckt werden oder der Lichtbogen bewusst mit Opferanoden an definierten Punkten „eingefangen und gehalten“ werden.

Zur Erfüllung des Kriteriums 6 – Begrenzung der Auswirkung auf einen definierten Raum der Niederspannungsanlage – sind Maßnahmen zu ergreifen, um eine Ausbreitung des Lichtbogens zu vermeiden. Das kann durch massive Barrieren sein, die ein Weiterlaufen des Störlichtbogens vermeiden. Zusätzliche Opferbleche können insbesondere bei hohen

Strömen eine Maßnahme sein, die den Störlichtbogen an einer eher ungefährlichen Stelle konzentrieren und aufhalten. Bei höheren Bemessungsspannungen können größere isolierte Strecken ebenso sinnvoll sein, um das Weiterlaufen des Lichtbogens zu vermeiden.

8. Nachweis der Störlichtbogensicherheit

Um die störlichtbogensichere Funktion einer Niederspannungsanlage nachzuweisen, sieht die IEC TR 61641 verschiedene Prüfungen vor. Für Niederspannungsanlagen ohne Störlichtbogenlösungen sind Prüfungen vorgesehen, bei denen nacheinander an verschiedenen Stellen ein Zünddraht eingelegt und wie bei einer Kurzschlussprüfung ein Kurzschlussstrom eingespeist wird. Der Kurzschlussstrom fließt über den eingelegten Zünddraht. Der Drahtdurchmesser wird in Abhängigkeit des Bemessungskurzschlussstroms ausgewählt. Durch diese Dimensionierung ist gewährleistet, dass der Draht verglüht und einen Störlichtbogen zündet. Dieser Lichtbogen brennt solange, wie der Prüfling mit der Kurzschlussenergie versorgt wird.

Liegt keine besondere Vorgabe durch den Kunden vor, ist eine Dauer von 300ms für den gesamten Vorgang vorgesehen. Die Höhe des tatsächlich fließenden Störlichtbogenstroms ist für die Bewertung der Prüfung nicht relevant. Nach Beendigung der Prüfung werden die Kriterien bewertet. Sind alle Kriterien erfüllt, gilt die Prüfung als bestanden. Verlischt der Störlichtbogen vor Ende der Prüfdauer gilt die Prüfung vorerst als nicht bestanden. Die Prüfung ist dann zu wiederholen. Verlischt der Störlichtbogen bei der Wiederholung erneut, so ist die Prüfung erfolgreich bestanden.

Die Prüfung ist an verschiedenen Punkten der Niederspannungsanlage durchzuführen. Als Zündpunkte sind vorgesehen:

- Lastseite eines Abgangsstromkreises
- Versorgungsseite eines Abgangsstromkreises
- An der Verteilsammelschiene, falls vorhanden
- An der Hauptsammelschiene
- Lastseite der Einspeisung der Niederspannungsanlage
- Versorgungsseite der Einspeisung der Niederspannungsanlage

Sind alle Prüfungen erfolgreich abgeschlossen, kann die Niederspannungsanlage als störlichtbogensichere Niederspannungsanlage betrachtet werden.

Wird ein Störlichtbogenlöschsystem als aktives Schutzsystem verwendet, so ist bei der Prüfung zuerst die Funktion aller Lichtsensoren zu prüfen. Funktionieren alle Sensoren, so wird an einer Stelle ein Lichtbogen gezündet. Dabei muss das System funktionieren und den

Störlichtbogen erfolgreich löschen. Mit diesem erfolgreichen Nachweis ist der Einsatz eines Störlichtbogenlöschsystems erfolgreich nachgewiesen.

9. Nachweis der Störlichtbogenklasse „I“

Eine störlichtbogengeschützte Niederspannungsanlage ist durch eine bestmögliche Isolierung aller aktiven Leiter und Betriebsmittel gekennzeichnet. Der Nachweis, dass eine Niederspannungsanlage ein vermindertes Risiko zur Störlichtbogenzündung durch eine Isolierung erfüllt, ist ebenso durch eine Prüfung nachzuweisen. Allerdings wird bei dieser Prüfung nur die Isolierung auf ihre Durchgängigkeit geprüft. Das verwendete Isolierstoffmaterial muss dabei die thermischen und dielektrischen Anforderungen der IEC 61439 erfüllen. Die Isolierung muss dabei eine Schutzart IP4X erfüllen. Verwendete Barrieren müssen eine Schutzart von mind. IP3X erfüllen. Beides ist durch eine Prüfung nach IEC 60529 zu testen. Die Funktion der Isoliereigenschaften muss zudem mit einer betriebsfrequenten Spannungsfestigkeitsprüfung nachgewiesen werden.

Alle Verfahren und Prüfungen sind in einem Prüfbericht festzuhalten.

10. Planung einer störlichtbogensicheren Niederspannungsanlage

Für die Planung einer störlichtbogensicheren Niederspannungsanlage gelten grundsätzlich die allgemeinen Normen für Niederspannungsanlagen. Die Funktion der Störlichtbogensicherheit ist freiwillig und damit eine zusätzliche Anforderung, welche in der funktionellen Leistungsbeschreibung einer Niederspannungsanlage zu definieren ist. Die generelle Anforderung einer störlichtbogensicheren Niederspannungsanlage ist durch den Bezug auf den technischen Report IEC TR 61641 im Ausschreibungstext zu beschreiben. Für die Bemessung der Störlichtbogensicherheit gelten die gleichen Angaben für Bemessungsspannung, Bemessungsfrequenz und den Bemessungskurzschlussstrom I_{cw} oder I_{cc} .

Als zusätzliche Angabe ist die Dauer der Störlichtbogenfestigkeit anzugeben. Üblich ist hier die Dauer von 300 ms, so wie diese als Prüfdauer in dem technischen Report vorgeschlagen wird. Daneben ist zu definieren, wer sich im Bereich der Niederspannungsanlage aufhalten kann. Weiterhin ist die Störlichtbogenklasse zu bestimmen in Abhängigkeit ob Personenschutz oder Anlagenschutz gefordert werden soll. Wird eine Klasse „B“ oder „C“ gefordert, ist zusätzlich der Bereich zu definieren, in dem der Störlichtbogen begrenzt werden soll. Sinnvollerweise sollte dieser Bereich ein Feld einer Niederspannungsanlage sein, da dieses am einfachsten austauschbar ist.

11. Beispiel einer Beschreibung für ein Leistungsverzeichnis

Die Niederspannungsanlage ist störlichtbogensicher gemäß IEC 61641 auszuführen und muss folgende Eigenschaften erfüllen:

- Bemessungsspannung: 400 VAC
- Bemessungsfrequenz: 50Hz
- Bemessungskurzzeitkurzschlussstrom $I_{cw} = I_p \text{ arc} = 50\text{kA eff.}$
- zulässige Störlichtbogendauer: 300ms
- Störlichtbogenklasse: „B“, der Störlichtbogen ist auf ein Feld zu begrenzen.

Bei der Konstruktion ist zu beachten, dass ein komplettes Feld einzeln aus einer Reihe einer Niederspannungsanlage ausgewechselt werden kann. Eine erforderliche Druckentlastung soll über das Dach der Niederspannungsanlage möglich sein.

12. Zusammenfassung

Ein Fehler in einer Niederspannungsanlage, der zu einem Störlichtbogen führt, kann eine große Wirkung auf die Anlage selbst, wie auch das Umfeld und die Personen im Umfeld haben. Der Aufbau einer Niederspannungsanlage ist entscheidend für die Auswirkungen im Fehlerfall. Daher ist für die Prüfung ein repräsentativer Aufbau erforderlich, der den Schrank, das Sammelschienensystem und die Geräte (zumindest als Volumennachbildung) berücksichtigt.

Bei ordnungsgemäßer Wartung und Reinigung einer Niederspannungsanlage ist die Wahrscheinlichkeit eines Störlichtbogens gering. Ist ein häufiger Zugang zu einer Niederspannungsanlage notwendig, oder diese steht in einem Bereich zu dem auch Nicht-Fachleute Zugang haben, sollte jedoch der bestmögliche Personenschutz genutzt werden, der auch ohne ein aktives Störlichtbogenlöschsystem mit geringen Mehrkosten erzielt werden kann. Wenn allerdings ein Ausfall der Niederspannungsanlage zu hohen Ausfallkosten der zu betreibenden Produktion oder eines Rechenzentrums führen kann, sollte auch ein ergänzender Anlagenschutz in Betracht gezogen werden und dieser ggfs. über die Leistungsbeschreibung gefordert werden.

Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

- Schaltschränke
- Stromverteilung
- Klimatisierung
- IT-Infrastruktur
- Software & Service

RITTAL GmbH & Co. KG
Auf dem Stützelberg · D-35726 Herborn
Phone + 49(0)2772 505-0 · Fax + 49(0)2772 505-2319
E-Mail: info@rittal.de · www.rittal.de ·



SCHALTSCHRÄNKE

STROMVERTEILUNG

KLIMATISIERUNG

IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE

FRIEDHELM LOH GROUP