

Personen- und Anlagenschutz in Niederspannungs- Schaltgerätekombinationen

- Innere Unterteilung
- Maßnahmen zum Störlichtbogenchutz

ZVEI-Leitfaden für Schaltanlagenbauer
und Elektro-Installateure/Elektroniker
Energie- und Gebäudetechnik



Vorwort

Hauptziel der Normenreihe VDE 0660-600 ist es, unter bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen und unter außergewöhnlichen Betriebsbedingungen den sicheren Betrieb von Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen zu erreichen.

Die VDE 0660-600-2 „Energie-Schaltgerätekombinationen“ beschreibt Maßnahmen zum Personen- und Anlagenschutz in Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen. Die Schutzziele des Teils 2 sind: Personenschutz, Sachschutz (Anlage nebst Umgebung) und Anlagenverfügbarkeit.¹

VDE 0660-600-2 Beiblatt 1 ist ein Leitfaden für die Prüfung unter Störlichtbogenbedingungen infolge eines inneren Fehlers und beschreibt mit der Definition von Störlichtbogenklassen direkt und indirekt konstruktive Bauanforderungen.

Welche Maßnahmen dienen dem Anlagen- und Personenschutz?

Grundsatz aller Maßnahmen ist, Gefährdungen möglichst zu vermeiden und verbleibende Gefährdungen möglichst gering zu halten.

1. Maßnahmen zur Vermeidung von Gefährdungen (Möglichkeiten, die Einleitung eines Störlichtbogens einzugrenzen):

- Konstruktive Ausführung, zum Beispiel Form der inneren Unterteilung
- Einheitliches Bedienkonzept
- Einhaltung der Anforderung beim Betreiben elektrischer Anlagen nach VDE 0105-100
- Schulung des Bedienpersonals, zum Beispiel Elektrotechnische Fachkraft
- Persönliche Schutzausrüstung

¹Cater, R.; Drebenstedt, H.; Noe, H.; Isberg, M.; Borchert, R.
Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen Erläuterungen zu DIN EN 61439-1
(VDE 0660-600-1) VDE-Schriftenreihe – Normen verständlich Band 28, S.7.1

2. Maßnahmen, um Gefährdungen möglichst gering zu halten (nach Eintreten eines Störlichtbogens):

- Auswirkungen eines Störlichtbogens begrenzen durch Anwendung der Störlichtbogenklassen A, B oder C
- Brenndauer des Störlichtbogens so gering wie möglich halten durch entsprechende Einrichtungen zur Erfassung, Auswertung und Löschung des Lichtbogens

Was sind die Schutzziele einer inneren Unterteilung?

Durch ständig steigende Ansprüche an die Verfügbarkeit von elektrischer Energie wird es immer schwieriger, im Rahmen von Wartungs- oder Erweiterungsarbeiten Schaltgerätekombinationen komplett oder teilweise freizuschalten. Benachbarte Funktionseinheiten stehen daher häufig unter Spannung, was mit einem hohen Gefährdungspotenzial für die mit den Arbeiten beauftragten Personen verbunden ist.

Durch entsprechende sinnvolle konstruktive Ausführungen wie zum Beispiel innere Unterteilungen in Felder oder Abteile kann dieses Risiko reduziert werden.

Eine innere Unterteilung soll verhindern, dass Fremdkörper aus einem geschützten Bereich, in dem gearbeitet wird, in andere Bereiche gelangen können. So sollen zum Beispiel Sammelschienenbereiche gegenüber Anschlussbereichen für Kabel und Leitungen geschützt werden.

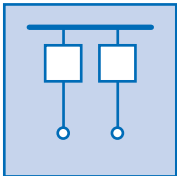
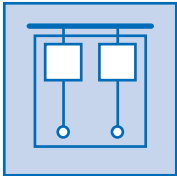
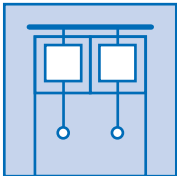
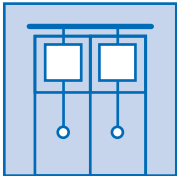
Bei Anschlussarbeiten ist nicht auszuschließen, dass einzelne leitfähige Teile in Bereiche mit blanken aktiven Teilen gelangen und so die Gefahr einer sofortigen oder späteren Lichtbogenzündung besteht.

Eine Unterteilung soll weiterhin sicherstellen, dass bei Arbeiten in einem geschützten Bereich blanke aktive Teile in angrenzenden Bereichen nicht mit Werkzeug oder mit dem Finger berührbar sind. Innerhalb des geschützten Bereichs müssen alle aktiven Leiter entweder freigeschaltet oder gegen direktes Berühren geschützt werden. Dies gilt auch, wenn darin Geräte eingebaut sind, die durch Fachkräfte gelegentlich gehandhabt werden.

Durch die innere Unterteilung der Schaltgerätekombination wird die Möglichkeit der Einleitung eines Störlichtbogens reduziert.

Die Ausgestaltung der inneren Unterteilung sollte, bezogen auf die Auswahl des Werkstoffs und die Konstruktion, den Schutzzielen entsprechen. Die Anordnung der Bereiche muss sich nicht ausschließlich an den Grenzen der Funktionseinheit orientieren.

Tab. 1: Wie unterscheiden sich die inneren Unterteilungen?

Personenschutz	Anlagenschutz	Unterteilung
Kein Schutz gegen das Berühren von Sammelschienen/Verteilschienen bei geöffneten Türen oder Deckeln und nach Entfernen gegebenenfalls vorhandenem frontseitigem Berührungsschutz.	Kein Schutz gegen das Eindringen von Fremdkörpern bei geöffneter Schaltgerätekombination.	
Schutz gegen das Berühren der Sammelschiene bzw. Verteilschiene bei Arbeiten an den Funktionseinheiten.	Schutz gegen das Eindringen von Fremdkörpern in den Sammelschienenraum.	
Schutz gegen Berühren, Schutz der Sammelschiene bzw. Verteilschiene und der benachbarten Funktionseinheiten bei Arbeiten an einer Funktionseinheit/Geräteraum.	Schutz gegen das Eindringen von Fremdkörpern in den Sammelschienenraum und in die benachbarten Funktionseinheiten/Geräteraum.	
Schutz gegen das Berühren der Sammelschiene bzw. der Verteilschiene und der benachbarten Funktionseinheiten bei Arbeiten an einer Funktionseinheit im Geräteraum bzw. Anschlussraum.	Schutz gegen das Eindringen von Fremdkörpern in den Sammelschienenraum und in die benachbarten Funktionseinheiten, Geräteraum einschließlich Anschlussraum.	

Störlichtbogenklassen

Nach VDE 0660-600-2 Beiblatt 1 werden folgende Störlichtbogenklassen definiert:

Störlichtbogenklasse A

- Schaltgerätekombination mit Personenschutz. Auswirkungen des Störlichtbogens werden auf die Anlage begrenzt

Störlichtbogenklasse B

- Schaltgerätekombination mit Personen- und Anlagenschutz. Auswirkungen des Störlichtbogens werden auf definierte Funktionsräume innerhalb einer Anlage begrenzt

Störlichtbogenklasse C

- Schaltgerätekombination mit Personen- und Anlagenschutz mit eingeschränktem Betrieb nach Fehlerbehebung. Auswirkungen des Störlichtbogens werden auf definierte Funktionsräume innerhalb einer Anlage begrenzt, mit eingeschränktem Betrieb nach Fehlerbehebung

Störlichtbogenklasse I

- Schaltgerätekombination mit einem verringerten Risiko für Störlichtbögen durch alleinige Anwendung von störlichtbogengeschützten Zonen.
- Durch feste Isolierung oder isolierende Abdeckungen der aktiven Teile der Hauptstromkreise ist das Entstehen eines Störlichtbogens nicht möglich. Deshalb ist diese Schutzklasse mit Bauanforderungen und nicht mit Störlichtbogenprüfungen nachzuweisen.

Was ist zusätzlich neu in der VDE 0660-600-2 Beiblatt 1?

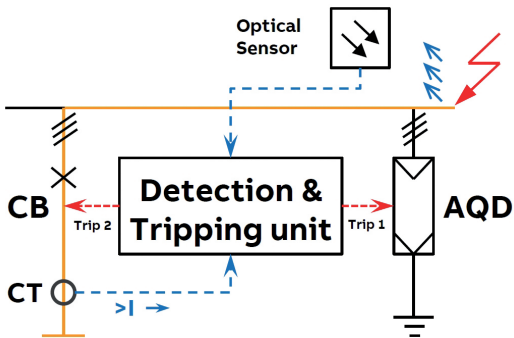
Neu ist die Beschreibung des Störlichtbogenschutzgeräts und des Störlichtbogenschutzgeräts mit lichtbogenstrombegrenzender Funktion. Aufgabe dieser Geräte ist es, im Fall eines Störlichtbogens aufgrund eines inneren Fehlers die Brenndauer des Störlichtbogens zu verringern.

Solche Geräte sind Bestandteil eines Systems. Dabei besteht das vollständige System im Allgemeinen aus Sensoren, Auswerteeinheit und dem Störlichtbogenlöschgerät.

Wie ist die Funktionsweise eines solchen Systems?

Erfassung des Störlichtbogens zum Beispiel mittels Licht- und Stromsensoren. Das Lichtsignal löst einen Auswertungsprozess aus. Das Stromsignal dient als Kontrollkriterium der Auslösesicherheit. Eine Erfassung ausschließlich mittels Lichtsensoren ist nicht zu empfehlen.

Das Reduzieren der Störlichtbogenbrenndauer erfolgt durch Abschalten der einspeisenden Leistungsschalter oder durch ein Störlichtbogenlöschgerät mit lichtbogenstrombegrenzender Funktion bei gleichzeitigem Abschalten der einspeisenden Leistungsschalter.



AQD = Arc Quenching Device (Störlichtbogenlöschgerät)

CB = Circuit Breaker (Leistungsschalter)

CT = Current Transformer (Stromtransformer)

Die Auswirkungen des Störlichtbogens in der Schaltgerätekombination werden so reduziert. In der Regel kann die Anlage nach Behebung der Fehlerursache und Wiederherstellung der Funktion des Störlichtbogen Schutzgeräts wieder in Betrieb genommen werden.

Elektronische Systeme müssen nach Anforderung des Herstellers gewartet und nach festgelegten Betriebszeiten erneuert werden.

Welche Prüfungen sind notwendig?

Der Einbau eines Störlichtbogenschutzgeräts in die Schaltgerätekombination sollte so erfolgen, dass es bei Schaltlichtbögen zu keiner ungewollten Auslösung des Störlichtbogenschutzgeräts kommt.

Es wird empfohlen, diese Fehlauslösesicherheit im Rahmen des Nachweises der Kurzschlussfestigkeit (DIN EN 61439-1 (VDE 0660-600-1):2012-06, 10.11) zu prüfen. Der Nachweis der Funktion des Störlichtbogenschutzsystems erfolgt im Rahmen der Prüfungen nach VDE 0660-600-2 Beiblatt 1. Zusätzlich sind Nachweise zum Ansprechen bei geringer Energie (untere Ansprechschwelle) zu empfehlen.

Was wird durch die Prüfverfahren nicht berücksichtigt?

Anlagen mit Nachweisen entsprechend VDE 0660-600-2 Beiblatt 1 reduzieren die Gefährdung im Falle eines Störlichtbogens in Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen, bei denen die Türen und Verkleidungen geschlossen und ordnungsgemäß gesichert sind.

Für Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagen bei geöffneten Türen greifen die Schutzmaßnahmen nach VDE 0660-600-2 Beiblatt 1 nicht. Auch wenn ein Störlichtbogenschutzgerät mit lichtbogenstrombegrenzender Funktion installiert ist, müssen vom Betreiber zusätzliche Maßnahmen zur Gefahrenreduzierung festgelegt werden. Das sind zum Beispiel:

- Bei Arbeiten an unter Spannung stehenden Schaltgerätekombinationen sind die fünf Sicherheitsregeln einzuhalten.
- Es ist eine geeignete persönliche Schutzausrüstung zu tragen.
- Es sind die nationalen und die betriebsinternen Anweisungen zu befolgen.

Auch nicht berücksichtigt sind Auswirkungen, die ein weiteres Risiko darstellen können, wie zum Beispiel toxische Gase und laute Geräusche.

Was ist grundsätzlich für die Risikoreduzierung zu beachten?

Grundlage für die Vermeidung von Störlichtbögen aufgrund eines inneren Fehlers sind die Bauartnachweise nach VDE 0660-600-2. Richtige mechanische und elektrische Dimensionierung, die Form der inneren Unterteilung und ein einheitliches Bedienkonzept sind wichtige projektspezifische Maßnahmen. Nachweise nach VDE 0660-600-2 Beiblatt 1 stellen die Wirksamkeit der mechanischen und konstruktiven Maßnahmen zur Beherrschung eines Störlichtbogens im Inneren einer Anlage, wie zum Beispiel die Dimensionierung von Umhüllungs- teilen, Türen, Verschluss- und Scharniersystemen, sowie die Funktion von Druckentlastungsklappen und Störlichtbogenbarrieren sicher.

Wann sind Störlichtbogenschutzsysteme sinnvoll?

Der Einbau von elektronischen Systemen zur Erfassung eines Störlichtbogens und von Störlichtbogenschutzgeräten, die die Dauer des Störlichtbogens zum Beispiel durch Kurzschließen verringern, stellt eine zusätzliche Schutzmaßnahme dar. Diese werden notwendig bei hohen Kurzschlussströmen und Betriebsspannungen, bei denen eine konstruktive Ausführung wirtschaftlich nicht mehr sinnvoll ist, sowie bei Anforderungen nach Minimierung von Anlagenschäden und damit Ausfallzeiten im Störlichtbogenfall.

Schutzziel	Störlichtbogenklasse
Personenschutz	Schutzklasse A
Personen- und Anlagenschutz	Schutzklasse B, C Begrenzung des Störlichtbogens auf definierte Funktionsräume
Personen- und Anlagenschutz mit erweiterten Schutzfunktionen	Schutzklasse C Funktionsnachweis von Störlichtbogenerfassungs- und -schutzgerät mit lichtbogenstrombegrenzender Funktion

Was ist für den Anwender wichtig?

Der nach VDE 0660-600-2 Beiblatt 1 vorgeschriebene Prüfaufbau ist für die Prüfung der mechanischen und konstruktiven Maßnahmen gut geeignet. Für die Prüfung der elektronischen Systeme zur Erfassung eines Störlichtbogens und von Störlichtbogenschutzgeräten sind die dort beschriebenen Prüfverfahren nur bedingt geeignet. Die Prüfung mit maximalem Kurzschlussstrom und höchstmöglicher Betriebsspannung bei dreiphasigem Kurzschluss führen zu maximalen Licht- und Stromeffekten, die nur bedingt dem praktischen Fehlerfall entsprechen. Die unter diesen Prüfbedingungen ermittelten Auslösezeiten von wenigen Millisekunden sind kein hinreichendes Kriterium für eine qualitative Bewertung der Schutzfunktion des Systems.

Eine Vereinbarung zwischen Anwender und Hersteller über die angestrebten Schutzziele ist daher wichtig und notwendig.

Anlagenverfügbarkeit/ Versorgungssicherheit	Reparaturaufwand nach Störlichtbogen
Anlage nach Störlichtbogen nicht verfügbar	Anlage bzw. beschädigte Anlagenteile austauschen
Nicht betroffene Felder weiter verfügbar nach Inspektion/Isolationsprüfung und Fehlerbeseitigung, z. B. Abtrennung des beschädigten Felds	Betroffenes Feld / Funktionseinheit austauschen
Keine irreversiblen Schäden in der Schaltanlage. Anlage nach Fehlerbeseitigung und Inspektion/Isolationsprüfung wieder voll verfügbar	Beseitigung der Fehlerursache, ggf. Austausch Störlichtbogenschutzgerät



ZVEI - Zentralverband Elektrotechnik-
und Elektronikindustrie e. V.
Fachverband Automation
Fachbereich Schaltgeräte, Schaltanlagen,
Industriesteuerungen
Fachkreis Niederspannungs-Schaltanlagen

Verantwortlich: Dr. Markus Winzenick
Lyoner Straße 9
60528 Frankfurt am Main
Telefon: +49 69 6302-426
Fax: +49 69 6302-386
E-Mail: winzenick@zvei.org

www.zvei.org

Dezember 2017

Trotz größtmöglicher Sorgfalt übernimmt der ZVEI keine Haftung für den Inhalt. Alle Rechte, insbesondere die zur Speicherung, Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, sind vorbehalten.