



Bild 1. Fachkräfte selbst müssen beim Arbeiten an elektrischen Anlagen ihren eigenen Schutz im Blick behalten. Sie haben die Pflicht, alle Sicherheitsregeln anzuwenden und ihre persönliche Schutzausrüstung (PSA) zu tragen

Ganzheitlicher Störlichtbogenschutz

Gefahren durch Störlichtbögen mit System begegnen

Störlichtbögen sind vor allem eine Gefahr für Menschen, bergen aber auch ein wirtschaftliches Risiko. Ein ganzheitliches Schutzkonzept analysiert die konkrete Arbeitssituation und definiert verschiedene Maßnahmen, um Störlichtbögen zu beherrschen. So lassen sich ein zuverlässiger Schutz von Personen und eine bestmögliche Anlagenverfügbarkeit erreichen.



Johannes Pirkl, BU Arbeitsschutz/Störlichtbogenschutz, Dehn SE, Neumarkt

Störlichtbogenschutz geht alle an: Jedes Unternehmen ist verpflichtet, seine Mitarbeiter vor möglichen Schäden zu schützen. Auch die Fachkräfte selbst müssen beim Arbeiten an elektrischen Anlagen ihren eigenen Schutz im Blick behalten. Sie haben die Pflicht, alle Sicherheitsregeln anzuwenden und ihre persönliche Schutzausrüstung (PSA) zu tragen (Bild 1).

Für Unternehmen oder öffentliche Einrichtungen kommen Überlegungen hinsichtlich der Anlagenverfügbarkeit hinzu. Beispielsweise müssen Krankenhäuser, die chemische Industrie oder Rechenzentren Ausfälle un-

bedingt vermeiden. Lichtbögen aufgrund elektrischer Fehler sind eine häufige Ausfallursache.

Selbst in modernsten elektrischen Anlagen besteht ein Risiko für das Auftreten von Störlichtbögen. Typische und häufige Ursachen sind Arbeitsfehler oder Fremdkörper wie vergessenes Werkzeug, Tiere oder Verschmutzungen. Bei der Zündung eines Störlichtbogens werden innerhalb weniger Millisekunden große Energiemengen freigesetzt. Die Folgen sind eine Druckwelle, große Hitze, potenziell gefährdende Infrarot- und UV-Strahlung, sowie toxische Gase durch verdampfendes Metall.

Für die Anlage selbst und vor allem für die dort arbeitenden Personen besteht erhebliche Gefahr. Störlichtbögen können schwerere Verletzungen verursachen und im Extremfall tödlich sein. Auf ihr Konto gehen zehn bis 15 % aller bei der Berufsgenossenschaft BG ETEM meldepflichtigen Stromunfälle.

Der Weg zum passenden Schutzkonzept

Unternehmen benötigen also eine Strategie, die mögliche Gefährdung ihres Personals und ihrer Anlagen durch Störlichtbögen zu bewerten und abzuwenden. Um eine bedarfsgerechte, für die jeweilige Situation passende Lösung zu erarbeiten, geht man am besten systematisch vor: angefangen bei der Klärung der rechtlichen Grundlage und der Formulierung von Schutzziele über die Beurteilung der Gefährdung bis hin zur Definition und Umsetzung entsprechender Schutzmaßnahmen.

§§ 5 und 6 des Arbeitsschutzgesetzes sowie §§ 3 und 4 der Betriebssicherheitsverordnung regeln die Pflichten für Arbeitgeber und Be-

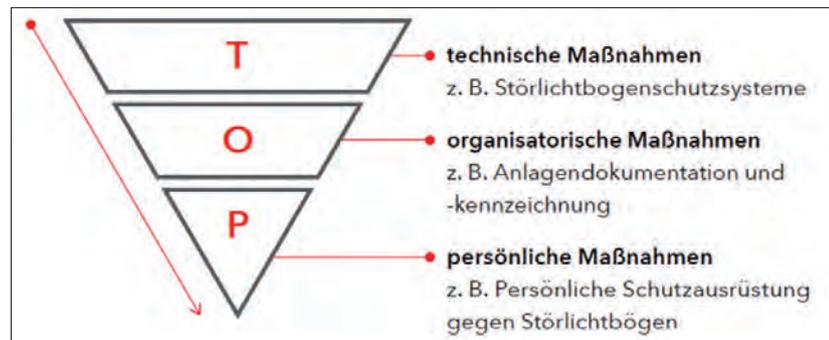


Bild 2. Der Schutz gegen Gefahren durch Störlichtbögen sollte dem TOP-Prinzip folgen: Technische Maßnahmen haben Vorrang, personenbezogene Mittel dienen der Bewältigung eines verbleibenden Restrisikos

schäftigte. Unternehmen müssen sämtliche Arbeitsplätze hinsichtlich relevanter Gefährdungen beurteilen, dokumentieren und für Schutz sorgen. Die Beschäftigten müssen die ihnen zur Verfügung gestellten Schutzmittel bestimmungsgemäß einsetzen. Die Formulierung der Schutzziele für Personen und Anlagen ergeben sich aus diesen rechtlichen Grundlagen sowie aus Überlegungen hinsichtlich der erforderlichen Anlagenverfügbarkeit.

Für den Schutz von Personen regelt das TOP-Prinzip die Rangfolge der zu treffenden Maßnahmen (Bild 2). Technischer Schutz, wie die sicherheitsgerechte Auslegung von Betriebsmitteln und elektrischen Anlagen, steht an erster Stelle. Es folgen organisatorische Maßnahmen wie Betriebs- und Arbeitsanweisungen oder die Kennzeichnung der Anlagen. Nur das nach diesen beiden Stufen bestehende Restrisiko soll personenbezogen, durch persönliche Schutz-

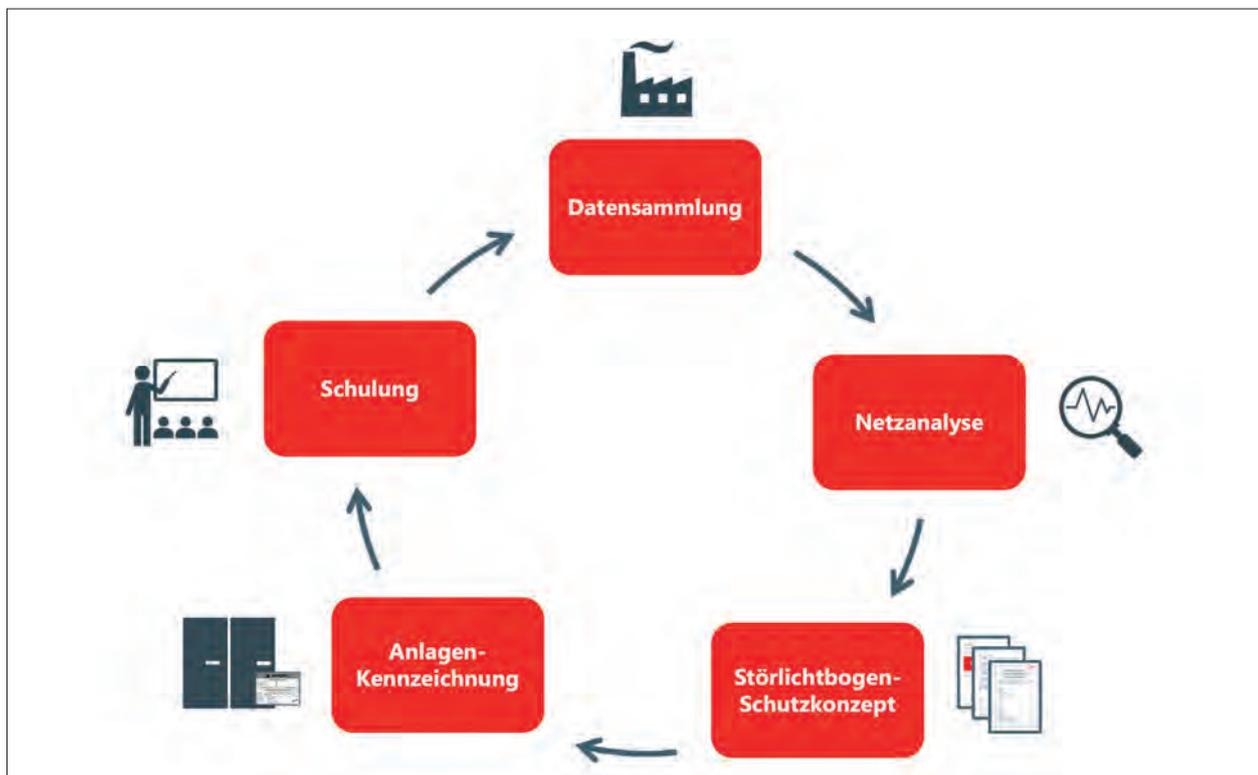


Bild 3. DehnarX ist eine modulare Dienstleistung zur Ermittlung und Dokumentation der Störlichtbogengefährdung nach DGUV-I 203-077 oder dem amerikanischen Verfahren NFPA70E/IEEE 1584

ausrüstungen gegen Störlichtbögen (PSAgS) sowie Unterweisungen des Fachpersonals abgefangen werden.

Welche Gefahr birgt eine bestimmte Tätigkeit?

Die Gefährdungsbeurteilung betrachtet und bewertet jeweils für konkrete Arbeitssituationen die Gefahr durch Störlichtbögen (Bild 3). Dabei kann das anlagenspezifische Risiko analysiert werden und in die Gefährdungsbeurteilung mit einfließen. Hilfestellung gibt die berufsgenossenschaftliche Informationsschrift DGUV-I-203-077 (Stand 2020). Sie geht in fünf Phasen vor: Phase 1 klärt, ob bei der jeweiligen Tätigkeit prinzipiell eine Gefahr besteht, dass Personen einem Störlichtbogen ausgesetzt werden. Hier fließen die Art der Tätigkeit, die Qualifikation der Beschäftigten und der Zustand der Anlage mit ein. Besteht die Gefahr einer Exposition, bewertet Phase 2 die Störlichtbogenenergie in dem Bereich, in dem die Tätigkeiten ausgeführt werden und nennt Kriterien, ab wann eine genauere Berechnung erforderlich ist. Grundlage sind u. a. technische Daten zu Kurzschlussströmen oder Absicherungsgrößen der Stromkreise. Als unkritisch wird z. B. das Arbeiten an einer Niederspannungsanlage bis 400 V und einem Kurzschlussstrom kleiner 1 kA eingeordnet. In Phase 3 erfolgt die Berechnung der zu erwartenden

Lightbogenenergie an der Arbeitsstelle (W_{LB}) nach festgelegten Algorithmen. Ebenfalls nach einer definierten Formel wird der Schutzpegel der eingesetzten PSAgS (äquivalente Lichtbogenenergie W_{LBS}) für die jeweiligen Arbeitsstellen berechnet. Ist die Lichtbogenenergie höher als der Schutzpegel der vorhandenen PSAgS, sind weitere Maßnahmen nach dem TOP-Prinzip nötig (Phase 4). Das kann die Anschaffung von Schutzkleidung mit höherem Prüfpegel sein, zusätzliche Schulungen oder technische Maßnahmen wie die Vergrößerung des Arbeitsabstands oder der Einsatz von aktiven Störlichtbogenschutzsystemen. Kann nach Phase 4 noch kein passender Schutz sichergestellt werden, schließt sich Phase 5 an. Hier wird die nach Anwendung der getroffenen Maßnahmen verbleibende Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer Verletzung durch Störlichtbögen sowie deren Schwere abgeschätzt und das Restrisiko bewertet.

Nah am Menschen: die persönliche Schutzausrüstung

Die größte Gefahr für eine Person in der Nähe eines Störlichtbogens sind Verbrennungen durch die hohen Temperaturen von bis zu 10 000 °C. Hände, Gesicht, und Kopf sind besonders stark gefährdet. Schutz bietet eine störlichtbogengeprüfte persön-

liche Schutzausrüstung (PSAgS) bestehend aus Schutzkleidung, Handschuhen und Schutzhaube oder Visier (Bild 4). Der thermische Schutzpegel der Kleidung wird durch standardisierte Tests ermittelt. Weltweit haben sich die beiden Prüfverfahren »Open Arc Test« und »Box Test« etabliert. Mit »Open Arc Test« geprüfte Kleidung wird über den sog. Arc Thermal Performance Value (ATPV, in cal/cm²) oder Energy Limit (ELIM, in cal/cm²) klassifiziert, beim Box Test gibt es die beiden Schutzklassen Arc Protection Class (APC) 1 und 2. Beide Verfahren nehmen einen Abstand von 300 mm zur Quelle des Störlichtbogens an. Neben der zertifizierten Hitzebeständigkeit ist Komfort die wichtigste Eigenschaft der Schutzausrüstung. Schlecht sitzende, die Bewegungsfreiheit oder Sicht einschränkende Kleidung gefährdet die Fachkraft. Ein angenehm zu tragender Schutzanzug wird überdies mit höherer Wahrscheinlichkeit konsequent genutzt, und trägt so zu Unfallvermeidung bei.

Sicherheitslücke bei Handschuhen geschlossen

Bis vor kurzem wurden Hitzeschutzhandschuhe gegen Störlichtbögen auf dieselbe Weise geprüft und klassifiziert wie die restliche Kleidung. Das reflektiert jedoch nicht die Arbeitsrealität. Beim Arbeiten sind die Hände der Anlage am nächsten und demnach der größten thermischen Belastung ausgesetzt (Bild 5). Diese Sicherheitslücke schließt seit Anfang 2019 eine Erweiterung des Prüfgrundsatzes GS-ET 42 um zwei zusätzliche Schutzklassen, APC 1_150 und APC 2_150. Technisch werden dabei die Handschuhe bei ansonsten gleichen Bedingungen (APC 1 bzw. APC 2) in halbem Abstand, also 150 mm statt der üblichen 300 mm geprüft. Die Prüfvorschrift GS-ET 42-1 beschreibt die Anforderungen an Isolierhandschuhe, während GS-ET 42-2 Hitzeschutzhandschuhe behandelt.

Aktiver Störlichtbogenschutz – es kommt auf jede Millisekunde an

Technische Maßnahmen zum Schutz vor Gefahren durch Störlichtbögen haben Vorrang vor organisatorischen



Bild 4. PSAgS Dehncare ArcFit: Schutzkleidung gegen Störlichtbögen sollte auch optisch ansprechend und bequem sein, damit sie konsequent getragen wird



Bild 5. (links) Der Hitzeschutzhandschuh Dehn care APG XT erfüllt die aktuell strengste Zertifizierung APC2_150. Seine verstärkten Handinnenflächen schützen zusätzlich, der Materialmix aus Leder und Neopren ist atmungsaktiv, die Schnittform bietet eine sehr gute Haptik und Taktilität

Bild 6. (rechts) Der aktive Störlichtbogenschutz Dehnshort erreicht Löschzeiten von 2 ms bis 4 ms. Rechts: Erfassungsgeräte, Links: Löscheräte mit faseroptischen Sensoren (oben)

und persönlichen Mitteln. Bei der Planung von Neu-Anlagen, oder wenn Anlagenverfügbarkeit ein wichtiges Schutzziel ist, sollte aktiver Störlichtbogenschutz immer mitgedacht werden. Die technische Lösung erfasst und löscht Störlichtbögen im Moment ihrer Entstehung. Nur ein Bruchteil der zerstörerischen Energie des Lichtbogens wird frei und Anlagen und Menschen sind zuverlässig geschützt.

Elektrotechnisch ist ein Störlichtbogen ein Kurzschluss, dessen Impedanz nicht Null ist. Er dämpft den Strom, der durch Leistungsschalter oder Sicherung fließt und verlängert dadurch deren Abschaltzeit. Je nach Anwendung kann diese Abschaltzeit von einigen hundert Millisekunden bis zu Sekunden betragen. Ein Störlichtbogen dagegen entfaltet seine ganze Wucht vom Moment der Entstehung an. Schnelligkeit ist deshalb das wichtigste Kriterium für aktiven Störlichtbogenschutz. Er muss einen Lichtbogen innerhalb weniger Millisekunden löschen und die Anlage von der Versorgung abschalten. Die Detektion erfolgt durch zwei redundante Parameter: Den Anstieg des Stroms und das Lichtsignal. Nur wenn beide gleichzeitig auftreten, erfolgt der Löschbefehl. Es wird ein metallischer Kurzschluss ausgelöst, auf den der Strom vom Lichtbogen weg kommutiert. Die Spannung bricht zusammen und der Lichtbogen erlischt.

Das modulare Störlichtbogenschutzsystem Dehnshort (Bild 6) erreicht Löschzeiten von 2 ms bis 4 ms und zählt damit zu den schnellsten Störlichtbogenschutzsystemen am Markt. Es umfasst Löscher- und Erfassungsgeräte, optoelektrische und faseroptische Lichtsensoren sowie Schutzstromwandler. Letztere detektieren vor dem einspeisenden Leistungsschalter den mit dem Lichtbogen einhergehenden Überstrom. Faseroptische Sensoren werden entlang aller aktiven Teile der Schaltanlage, an denen es zu einem Störlichtbogen kommen kann, installiert. Alternativ erfassen optoelektronische Sensoren in jedem Abteil einer Schaltanlage Lichtsignale, die von einem Störlichtbogen ausgehen. Die Erfassungsgeräte werten die Sensorsignale aus. Sind beide Kriterien für einen Störlichtbogen erfüllt, werden Löscher- und Abschaltbefehle erteilt. Die extrem kurze Löschzeit wird u. a. dadurch erreicht, dass die Löschergeräte verzögerungsfrei über Lichtwellenleiter angesteuert werden und das Durchschalten des Kurzschlusses über Leistungsthyristoren erfolgt.

Fazit

Technische, organisatorische und persönliche Maßnahmen zum Schutz vor Verletzungen durch Störlichtbögen gehen Hand in Hand und sollten

gemeinsam betrachtet werden. Für viele kleine oder mittlere Unternehmen ist eine fachliche und rechtlich fundierte Gefährdungsbeurteilung und darauf aufbauend die Erarbeitung eines passenden Schutzkonzepts eine komplexe, ressourcenbindende Aufgabe. Hier können speziell auf diese Fragestellung zugeschnittene Dienstleistungen Hilfestellung bieten.

Literatur

- [1] DGUV Information 203-077, September 2020: »Thermische Gefährdung durch Störlichtbögen – Hilfe bei der Auswahl der persönlichen Schutzausrüstung«. www.dguv.de/publikationen.
- [2] GS-ET 42-2: »Zusatzanforderungen für die Prüfung und Zertifizierung von Hitzeschutzhandschuhen zum Schutz vor den thermischen Auswirkungen eines Störlichtbogens«, Stand 2019-2, DGUV Test;
- [3] Eine detailliertere Ausführung zur Gefährdungsbeurteilung und den rechtlichen Grundlagen finden sich z. B. in **netzpraxis**, Jg. 59 (2020), Heft 10, S. 10 – 16.

johannes.pirkel@dehn.de

www.dehn.de