

Überarbeitete Information der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung

Umgang mit thermischen Gefährdungen durch Störlichtbögen

Neben Körperdurchströmungen durch direktes Berühren energiebehalteter elektrischer Anlagenteile sind Störlichtbögen beim Umgang mit Elektrizität eine Gefahr, die oft unterschätzt wird. Die thermischen Auswirkungen können für Personen, die an elektrischen Anlagen oder Geräten arbeiten, fatal sein. Die überarbeitete Information DGUV-I 203-077 »Thermische Gefährdung durch Störlichtbögen« [1] der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung liefert einen roten Faden für die Bewertung des Störlichtbogenrisikos und hilft bei der Gefährdungsbeurteilung.

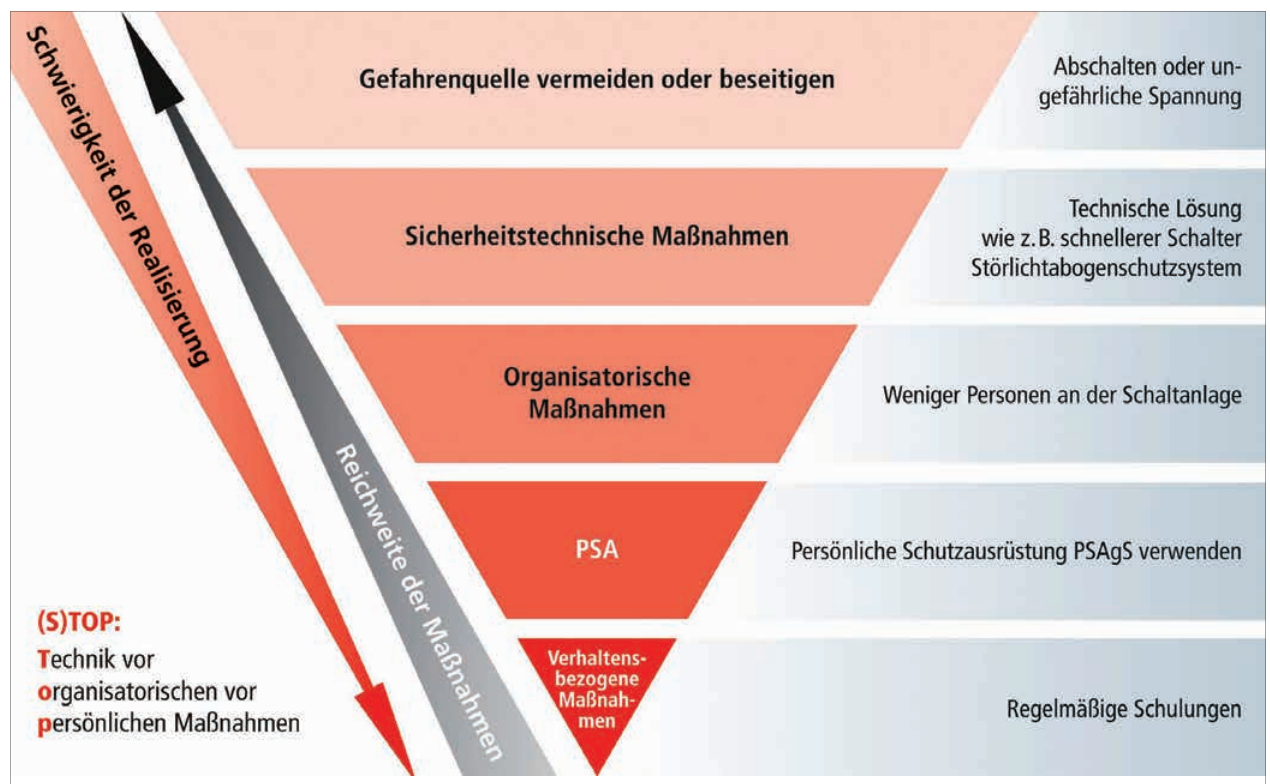


Bild 1. Vermeiden von Störlichtbögen: (S)TOP-Prinzip

Gefährdungsbeurteilung vs. Risikoanalyse

Eine Gefährdungsbeurteilung ist zwingend notwendig und im Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) [2] fest verankert. § 5, Absatz 1 legt fest: »Der Arbeitgeber hat durch eine Beurteilung der für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdung zu ermitteln, welche Maßnahmen des Arbeitsschutzes erforderlich sind.« Das heißt, beim Arbeiten an elektrotechnischen Anlagen, die nicht gänzlich und umfassend freigeschaltet sind, kann es zu einem Störlichtbogen kommen. Dies gilt es, zu vermeiden

(STOP-Prinzip: Bild 1). Ein Freischalten der gesamten Anlage ist jedoch gerade im Zeitalter der Energiewende mit zunehmender Forderung nach Anlagenverfügbarkeit immer schwieriger. Technische Lösungen zur Reduzierung der Lichtbogenenergie können einen Schutz vor erheblichen Verbrennungen darstellen.

Während die Gefährdungsbeurteilung auf die konkrete Arbeitssituation abgestimmt ist, können in Risikoanalysen beispielsweise allgemeine statistische oder wissenschaftliche Erhebungen in die Beurteilung mit einfließen. Je belastbarer und detaillierter diese



Rainer Ziehmer, Business Development Manager Personenschutz, Business Unit Arbeitsschutz, Dehn SE + Co KG, Neumarkt

Erhebungen ausgeführt sind, desto genauer ist am Ende die Gefährdungsbeurteilung. Die DGUV-I 203-077 trägt dem Rechnung.

Gefahren durch Störlichtbögen

Betrachtet werden zunächst die möglichen Gefahren beim Arbeiten an elektrischen Anlagen.

Solange im Arbeitsumfeld alle elektrischen Anlagen nachweislich freigeschaltet und geerdet sind, ist die Gefahr eines Störlichtbogens oder einer Körperdurchströmung gleich null. Vorsicht ist aber geboten, durch beispielsweise regenerative Rückeinspeisungen. Hier kommt es zu Energieflüssen aus verschiedenen Richtungen.

Von nachweislich störlichtbogengeprüften, geschlossenen Schaltanlagen geht ebenfalls keine Gefahr aus. Die Betonung liegt hier auf »geschlossen«! In dem Moment, in dem eine unter Spannung stehende Schaltanlage geöffnet wird, sind die bis dahin betrachteten Szenarien hinfällig. Gerade beim Öffnen eines Schaltschranks kann durch vergessenes Werkzeug, lose Kontakte, sich bewegende Kriechtiere oder auch sich lösenden Schmutz ein verheerender Störlichtbogen ausgelöst werden. Genau an dieser Stelle setzt die Gefährdungsbeurteilung und deren Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten, an.

In Niederspannungsschaltanlagen besteht rein statistisch ein größeres Risiko als in Mittelspannungsschaltanlagen. Dafür gibt es zwei wesentliche Gründe. Zum einen ist die Risikowahrnehmung bei der – auch im persönlichen Umfeld »allseits präsenten« – Niederspannung geringer und zum anderen ist die Anzahl der installierten Niederspannungsschaltanlagen im Vergleich zu Mittelspannungsschaltanlagen um ein Vielfaches höher.

Rechtsgrundlagen

Wie oben erwähnt, ist das Arbeitsschutzgesetz eine elementare Verpflichtung sowohl für den Arbeitgeber als auch den Mitarbeiter des Unternehmens. Wie *Bild 2* zeigt, ist das Arbeitsschutzgesetz eingebettet in eine Vielzahl von Regeln und Vorschriften, die nach Verbindlichkeiten gegliedert sind.

Gesetze und Verordnungen

Im Artikel 2 des Grundgesetzes (GG) ist festgeschrieben: »Jeder hat das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit«. Bindend für alle Menschen gilt dies natürlich auch besonders bei Arbeiten an elektrischen Anlagen. Während das GG die allgemeinen Grundsätze darstellt, werden im Arbeitsschutzgesetz die Pflichten, unabhängig von der Betriebsgröße, für Arbeitgeber und -nehmer detailliert beschrieben. Neben allen organisatorischen und technischen Maßnahmen sind Betriebsmittel, beispielsweise die geeignete »Persönliche Schutzausrüstung (PSA)« zur Verfügung zu stellen und auch anzuwenden.

Verordnungen wie die Betriebssicherheitsverordnung oder PSA-Benutzungsverordnung regeln die Organisation, die Dokumentation

bis hin zum Umgang und der richtigen Anwendung von Schutzmitteln. Eine Hauptrolle nimmt natürlich auch der Hersteller und Inverkehrbringer von Schutzprodukten ein. Diese müssen den Ansprüchen der Einsatzkriterien genügen und entsprechend geprüft sein. Gerade eine PSA der Kategorie III muss zertifiziert sein und unterliegt einer stetigen Kontrolle. Die EU-Verordnung 2016-425 [3] als Nachfolge der EWG-Richtlinie 89/686/EWG beschreibt den Umgang mit diesen Produkten, die besonders dazu dienen, Leib und Leben zu schützen. Damit einher geht die Kennzeichnung der Konformität (CE) in Verbindung mit den abgeprüften Normen. Bei der PSA ist dies auf dem Etikett dokumentiert, in der beige-fügten Verwenderinformation und gegebenenfalls auf dem Stoff gut sichtbar aufgedruckt (*Bild 3*).

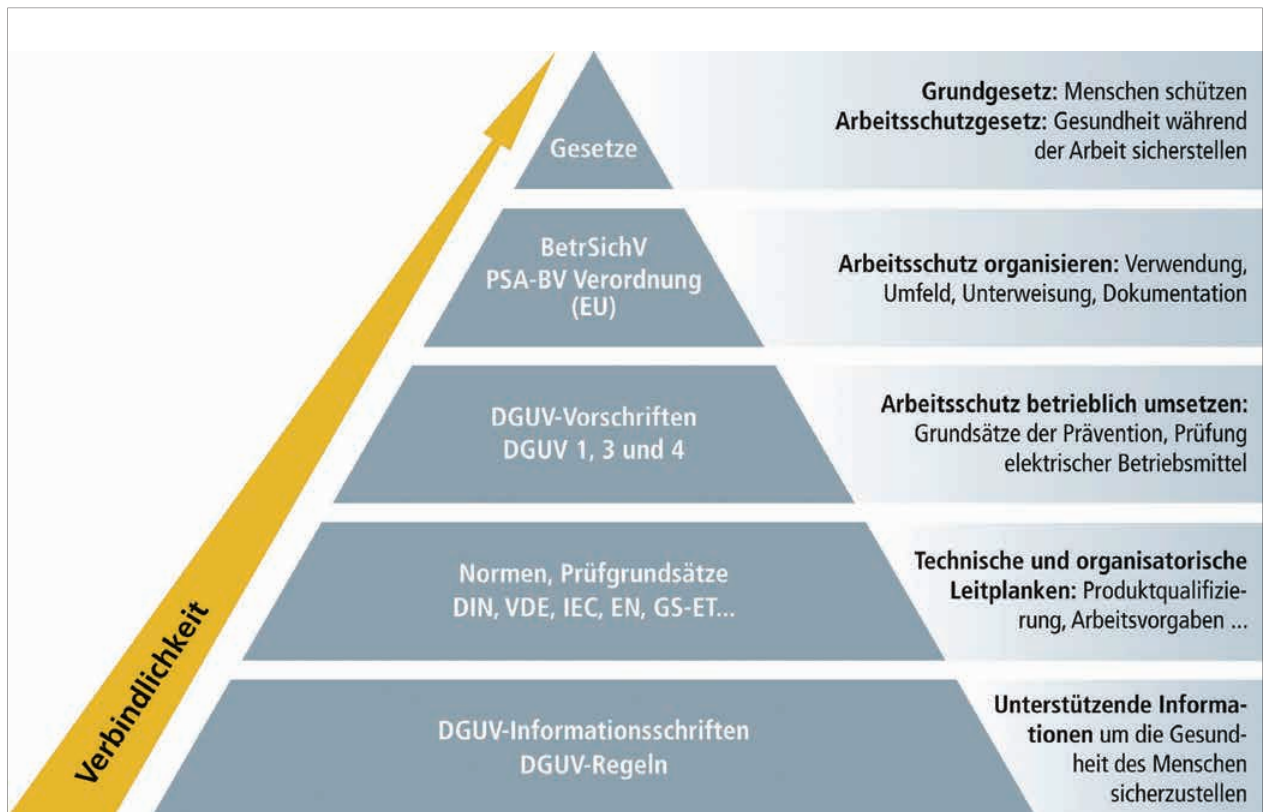


Bild 2. Regeln und Vorschriften zum Arbeitsschutz



Bild 3. Kennzeichnung von geprüfter und zertifizierter Schutzkleidung

Der Unternehmer kann so nach seiner Gefährdungsbeurteilung, seinen Mitarbeitern die passende, geprüfte und zertifizierte Schutzkleidung bereitstellen.

Multinorm

Moderne Schutzkleidungen decken verschiedene Einsatz- und Schutz-

kriterien ab. Basierend auf Grundnormen, beispielsweise Flammfestigkeit, ist neben dem Störlichtbogen-schutz eine wasserabweisende und sichtbare Arbeitskleidung im »Outdoor-Bereich« wichtig. Im Fachjargon redet man dann von Multinorm. Wichtig dabei ist, dass die in den einzelnen Normen beschriebenen

Prüfanforderungen sich nicht gegenseitig beeinflussen oder sogar ausschließen.

Mit dem Tragen einer multifunktionalen Kleidung kann auf zusätzliche Kleidungsstücke verzichtet werden. Der Tragekomfort erhöht sich. Zusätzlich zur beschriebenen Kleidung wird Kopf-, Gesichts-, Hand- und Fußschutz benötigt.

Prüfverfahren für Störlichtbogenschutzkleidung

Weltweit haben sich zwei Prüfverfahren etabliert, um Schutzkleidung und deren Material zu bewerten. Während der »Open-Arc-Test« amerikanisch geprägt ist und weltweit Anerkennung findet, so kommt der Box-Test vorrangig in Deutschland und teilweise in Europa zur Anwendung.

• **Open Arc Test nach IEC 61482-1-1 [4]**

Beim »Open-Arc-Test« wird ein offener Störlichtbogen erzeugt und auf darum kreisförmig angeordneten Panels die Durchgangsenergie der Prüflinge gemessen und bewertet. Eine Klassifizierung der

Kleidung erfolgt über den erreichten Arc Thermal Performance Value (ATPV), in cal/cm^2 angegeben. In Amerika ist es mittlerweile verbreitet, Schaltanlagen sichtbar mit der möglichen Einwirkenergie zu kennzeichnen, sodass die Elektrofachkraft beim Arbeiten an der Anlage genau weiß, welche Schutzkleidung zu tragen ist.

- **Box-Test nach IEC 61482-1-2 [5]**
Im Gegensatz zum Open-Arc-Test wird beim Box-Test ein definierter Störlichtbogen erzeugt, der in einer Box gezielt auf die zu erfassenden Sensoren gerichtet ist. Hier spricht man von zwei Schutzklassen: Arc Protection Class 1 und 2 (APC 1, APC 2). Der Box-Test ist die Grundlage für die Ermittlung der Gefährdung nach der DGUV-I 203-077.

Gefährdungsbeurteilung

DGUV-I 203-077 – die Auswahlhilfe zur geeigneten Persönlichen Schutzausrüstung gegen Störlichtbögen (PSAgS)

Seit der Veröffentlichung im Oktober 2012 hat sich die DGUV-I 203-077 in der Elektrobranche etabliert. Erstmals wurde durch dieses Schriftstück den Sicherheitsfachkräften und -ingenieuren die Möglichkeit gegeben, fundiert und kompakt die Gefährdung von Personal im elektrotechnischen Umfeld zu bewerten. Um der sich im ständigen Wandel befindenden Elektrobranche gerecht zu werden, wird acht Jahre nach der Erstveröffentlichung die überarbeitete DGUV-I 203-077 Ende 2020 der breiten Masse zur Verfügung gestellt.

Neben Aktualisierung von Vorschriften, Regeln und Normen wurde das Dokument um neue Anwendungsbereiche erweitert, z. B. DC-Anlagen. Denn durch die E-Mobilität und die immer mehr in den Fokus rückende dezentrale Speicherung von elektrischer Energie, sind die dortigen Tätigkeiten wichtige Betrachtungsszenarien für Elektrofachkräfte geworden.

Eine weitere maßgebliche Änderung der Informationsschrift ist die Einteilung der Gefährdungsbeurteilung in fünf Phasen, um deren Durchführung zu strukturieren. Mit



Bild 4. Elektrofachkraft bei der Arbeit an einer Niederspannungsschaltanlage

der Phase 4 und 5 fließen bereits bekannte, aber auch gänzlich neue Betrachtungen in die Beurteilung mit ein.

Anwendung der fünf Phasen

Bild 4 zeigt eine Elektrofachkraft, die den konkreten Arbeitsauftrag erhalten hat, im Einspeisebereich

der Niederspannungsschaltanlage zu arbeiten. Es soll nun bewertet werden, ob die gewählte persönliche Schutzausrüstung Klasse 2 (APC 2) ausreichend schützen kann.

Phase 1 – Besteht prinzipiell Gefahr der Störlichtbogeneinwirkung auf Personen?

Für jede Arbeitssituation wird abgeschätzt, ob es zum Entstehen eines Störlichtbogens kommen kann. Dabei werden Bewertungskriterien wie die gewählte Arbeitsmethode (Arbeiten unter Spannung oder spannungsfrei), Zustand der Anlage (Tür offen/geschlossen, Verschmutzung, Alter) oder auch die Qualifikation und Erfahrung der Mitarbeiter berücksichtigt.

In diesem Fall handelt es sich um eine Tätigkeit, bei der prinzipiell mit einer Störlichtbogenexposition

zu rechnen ist, da unter Spannung und in der Nähe unter Spannung stehender Teile gearbeitet wird.

Phase 2 – Ist eine Berechnung erforderlich?

In der DGUV-Information wurden Anwendungsbereiche festgelegt, bei denen auf eine persönliche Schutzausrüstung gegen die Auswirkungen von Störlichtbögen (PSAgS) verzichtet werden kann, da die zu erwartenden Energien zu gering sind:

- Arbeiten an MSR-Anlagen mit vorgelagerter Absicherung bis 25 A,
- Arbeiten an NS-Anlagen bis 400 V mit vorgelagerter Absicherung bis einschließlich 63 A,
- NS-Anlagen bis 400 V mit einem möglichen Kurzschlussstrom von <1000 A.

Keine dieser Kriterien trifft auf das Beispiel zu. Somit muss eine Berechnung durchgeführt werden.

Phase 3 – Berechnungsverfahren anwenden

Um das Risiko eines Störlichtbogeneignisses bewerten zu können, muss die Schadensschwere bei der jeweiligen Tätigkeit und deren Umfeld bestimmt werden. Dies wird ermöglicht durch den Vergleich zwischen der zu erwartenden Energie an der Arbeitsstelle W_{LB} und dem Schutzpegel der PSAgS W_{LBS} . Dabei darf die Lichtbogenenergie W_{LB} den Schutzpegel W_{LBS} der Kleidung nicht überschreiten. Berechnet werden die Energien, wie auch schon in der bisherigen Version, anhand festgelegter Berechnungsalgorithmen, die wie folgt lauten:

$$W_{LB} = k_p \times \sqrt{3} \times U_{Nn} \times I_{kxpmax} \times tk,$$

$$W_{LBS} = k_T \times (a/300 \text{ mm})^2 \times W_{LBP}.$$

Bei $W_{LB} \leq W_{LBS}$ bietet die ausgewählte PSAgS genügend Schutz vor

den thermischen Auswirkungen des Lichtbogens. Ist die zu erwartende Lichtbogenenergie größer als der Schutzpegel der PSAgS (APC 1 oder APC 2), $W_{LB} > W_{LBS}$, muss mit Verbrennungen zweiten Grades der Person gerechnet werden.

In diesem Beispiel trifft genau das zu, obwohl die Elektrofachkraft eine Kleidung mit APC 2 trägt. Nach bisheriger DGUV-I 203-077 [6] hätte die Anlage freigeschaltet werden müssen. Doch durch Phase 4 werden praktische Maßnahmen beschrieben, die einen Einsatz der APC 2 in diesem Falle ermöglichen.

Phase 4 – weitere Maßnahmen umsetzen

In der neuen Phase 4 wird versucht, mit Maßnahmen die Lichtbogenenergie zu begrenzen oder die Wahrscheinlichkeit von Verletzungen durch einen Störlichtbogen zu reduzieren. Hinsichtlich der Schutzmaßnahmen wird eindringlich darauf hingewiesen, das T-O-P-Prinzip anzuwenden: So haben technische Schutzmaßnahmen Vorrang vor der Einbindung von organisatorischen und persönlichen Maßnahmen zum Schutz vor Störlichtbögen.

Viele der technischen Möglichkeiten zielen darauf ab, die Kurzschlussdauer t_k zu verringern. Neben der Verwendung von flinken Arbeitsschutzsicherungen können auch die Einstellwerte von Leistungsschaltern angepasst werden. Die gewählte technische Maßnahme im Beispiel ist der Einsatz eines festverbauten Störlichtbogenschutzsystems Dehnshort. Das Schutzsystem erzeugt innerhalb von Millisekunden einen metallischen Kurzschluss und entzieht dem Lichtbogen somit die Energie. Nach dem Löschen des Lichtbogens wird das vorgelagerte Schutzorgan abgeschaltet. Dadurch wird die Lichtbogenenergie W_{LB} auf einen Wert reduziert, sodass die PSAgS APC 2 den notwendigen Schutz bietet ($W_{LB} \leq W_{LBS}$).

Aus organisatorischer Sicht kann die Kurzschlussleistung am Arbeitsort minimiert werden, indem man z. B. durch passende Schaltvarianten ein Maschennetz auftrennt. Sollten die betrachteten Maßnahmen das Ziel nicht erfüllen und die PSAgS somit auch nicht ausreichend Schutz bieten, so muss mit Phase 5 fortgefahren werden.

Phase 5 – Restrisiko bewerten und entscheiden

Ist der Schutzpegel der PSAgS W_{LBS} nach Umsetzung der Maßnahmen in Phase 4 weiterhin geringer als die ermittelte Lichtbogenenergie W_{LB} , kann eine Abschätzung des Restrisikos vorgenommen werden. Das Restrisiko setzt sich aus der zu erwartenden Schadensschwere der Person und der Eintrittswahrscheinlichkeit einer Verletzung

zusammen. Im Gegensatz zur Eintrittswahrscheinlichkeit einer Verletzung, ist die Schadensschwere anhand der berechneten Energien quantifizierbar. Dennoch kann durch verschiedene Beurteilungskriterien, z. B. Art/Zustand der Anlage oder die ergriffenen T-O-P-Maßnahmen, die Wahrscheinlichkeit abgeschätzt werden.

Durch das Einsetzen beider Faktoren in eine Risikomatrix wird dann über ein »Ampelverfahren« (rot, gelb, grün) festgelegt, ob eine Tätigkeit mit ausgewählter PSA durchgeführt werden darf oder nicht. Somit kann durch ein aktives Risikomanagement eine PSaGS bei bestimmten Arbeitsvorgängen erlaubt werden, obwohl der errechnete Schutzpegel überschritten wird. Dieses Verfahren kann bis zu einem zehnfachen-Wert des Schutzpegels einer PSaGS (W_{LBS}) ausgereizt werden. Dies ist dann allerdings nur unter Verwendung eines aktiven Risikomanagements umsetzbar und immer im Einzelfall zu betrachten.

Mit einer PSaGS, die nachweislich vor höheren thermischen Belastungen schützt, kann auch eine solche Umsetzung möglich sein.

Auswahl persönlicher Schutzausrüstung im Jahr 2020

DGUV-I 203-077

Die neu erscheinende überarbeitete Version der DGUV-I 203-077 ist umfangreicher, da neben der anlagenspezifischen Gefährdungsbeurteilung jetzt auch das mögliche Risiko analysiert wird und in die Risikomatrix mit einfließt.

Akzeptanz der persönlichen Schutzausrüstung

Heutzutage haben Unternehmen bei der Auswahl von Schutzkleidung nicht nur die Schutzfunktion einer PSA im Blick, sondern auch die optische Wirkung. Ein modernes und sportliches Design einer Schutzkleidung bewirkt nicht nur einen gewissen Tragekomfort, sondern verbessert auch die Akzeptanz der Mitarbeiter, die persönliche Schutzausrüstung zu tragen. Ebenso steht die Individualisierung einer Kleidung, beispielsweise die Auswahl nach Firmenfarben und -logo, immer mehr im Fokus von Unter-



Bild 5. Dehncare ArcFit – eine moderne PSA im sportlichen Design mit hohem Tragekomfort

nehmen – Stichwort: Corporate Identity. Diesen Anforderungen versuchen Hersteller mit neuer störlichtbogengeprüfter Schutzkleidung (wie z. B. Dehncare ArcFit) gerecht zu werden.

Literatur

- [1] Überarbeitung der DGUV Information 203-077: Thermische Gefährdung durch Störlichtbögen; Erscheinungstermin: voraussichtlich 4. Quartal 2020.
- [2] Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG); Stand 19.06.2020 (<https://www.gesetze-im-internet.de/arbSchG/ArbSchG.pdf>).
- [3] EU-Verordnung 2016-425; Verordnung (EU) 2016/425 des Europäischen und des Rates vom 9. März 2016 über persönliche Schutzausrüstungen und zur Aufhebung der Richtlinie 89/686/EWG des Rates.

- [4] IEC 61482-1-1:2019-07; Live working – Protective clothing against the thermal hazards of an electric arc – Part 1-1: Test methods – Method 1: Determination of the arc rating (ELIM, ATPV and/or EBT) of clothing materials and of protective clothing using an open arc.

- [5] IEC 61482-1-2: 2014-10; Live working – Protective clothing against the thermal hazards of an electric arc – Part 1-2: Test methods – Method 2: Determination of arc protection class of material and clothing by using a constrained and directed arc (box test).

- [6] DGUV Information 203-077: Thermische Gefährdung durch Störlichtbögen; Hilfe bei der Auswahl der persönl. Schutzausrüstung (bisher BGI/GUV-I 5188); Ausgabedatum: 2012:10.

info@dehn.de

www.dehn.de