Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 94 (2003)
Heft: 21

Artikel: Elektrizität und persönliche Schutzausrüstung
Autor: Oster, Rolf
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-857608

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Elektrizität und persönliche Schutzausrüstung

Übersicht über den Stand der Technik

Die Schutzausrüstung bildet einen wesentlichen Bestandteil der Unfallverhütung. Ihre Wahl hängt stark vom Arbeitsort und der Tätigkeit ab. Je nach Gefährdungspotenzial reicht die Ausrüstung von Sicherheitsschuhen über Schutzjacken bis hin zum Gesichtsschutz. Der vorliegende Fachbeitrag beschreibt den Stand der Technik und zeigt die Anwendung der persönlichen Schutzausrüstung auf. Mit Blick auf das Arbeiten an oder in der Nähe von elektrischen Anlagen wird das korrekte Verhalten erläutert und der Spielraum bei der Wahl der geeigneten Schutzausrüstung aufgezeigt.

Gesetzliche Vorgaben und Normen werden heutzutage durch Zielvorgaben formuliert und nicht mehr wie früher, als konkrete Vorschriften und Aspekte

Rolf Oster

festgehalten wurden. Beispielsweise geben Normen, die Schutzausrüstungen[1] (Bild 1) betreffen, nicht konkret vor, wie eine Schutzausrüstung für die Erfüllung ihrer Funktionalität konstruiert werden muss oder wie sie auszusehen hat, sondern beschreiben, wie ein Gewebe beschaffen sein muss, um die verlangte Schutzwirkung zu erreichen. So gilt etwa für einen minimalen Flammschutz die Regel, dass das Gewebe nicht weiter brennen darf, wenn die Flamme nicht mehr aktiv ist, und dass die Struktur des Gewebes möglichst lange erhalten bleiben muss.

Die entsprechenden gesetzlichen Grundsätze sind in Artikel 3 des Elektrizitätsgesetzes (EleG[2]) und in Artikel 82 des Bundesgesetzes über die Unfallversicherung (UVG[3], Kasten 1) festgehalten. Darin werden der Schutz von Personen und Sachen sowie Massnahmen zur Unfall-Prävention bzw. die Instruktion zur Vermeidung von Unfällen gefordert.

Im EleG wird darauf hingewiesen, dass durch elektrische Anlagen verursachte Personen- und Sachschäden zu vermeiden sind. Elektrische Anlagen müssen bedient, gewartet und in Stand gehalten werden. Während der dazu nötigen Arbeiten gelten die Massnahmen für den Sonderbetrieb.

Für die Arbeit in und an elektrischen Anlagen wurden drei Arbeitsmethoden (Vorgehensweisen) und verschiedene Schutzmassnahmen definiert, welche in der Publikation *Sicherer Betrieb von elektrischen Anlagen*[4] festgehalten sind (Kasten 2).

Im Grundsatz des UVG ist festgelegt, dass alles im Rahmen des Möglichen und entsprechend dem Stand der Technik getan werden muss, um zu verhindern, dass Personenschäden entstehen. Müssen Personen Anlagen bedienen, warten, in Stand halten oder setzen, so kann ein wirksamer Schutz – unter bestimmten Umständen – nur mit geeigneter Schutzausrüstung garantiert werden. Die Verwendung von Schutzausrüstungen ist dabei vor allem vom Gefährdungs- und Ausbildungsgrad der betreffenden Personen abhängig. In der Regel haben Personen mit einem grösseren Sachverständnis resp. Fachwissen und besseren Anlagekenntnissen eine grössere Verantwortung am Arbeitsort für sich und die Mitarbeitenden zu tragen. Auf Grund des Fachwissens arbeiten sie aber auch häufig an exponierten Arbeitsorten und sind somit einer grösseren Gefährdung durch die Elektrizität ausgesetzt; für sie ist die Verwendung von Schutzausrüstungen daher unerlässlich.

Relevante Normen im Bereich der Elektrizität

Im Bereich der Elektrizität existieren verschiedene Normen für das Testen von Geweben und Stoffen: die EN 531[5], die EN 533[6] und die ENV 50354[7]. In allen drei Prüfverfahren werden die zu prüfenden Gewebe Industriewaschungen unterzogen (höhere Beanspruchung des Gewebes).

Weitere Normen für den Bereich Schutzausrüstung in Bezug auf Elektrizität sind nicht vorhanden, und Normen für Schuhe, Helme oder Visiere sind nicht spezifisch auf die Elektrizität ausgerichtet.

Die EN 531

Die EN 531 definiert den Wärmeschutz oder die Wärmewirkung in Bezug auf Flammen (Code A, 3 Stufen), konvektive Hitze (Code B, 5 Stufen), Strah-

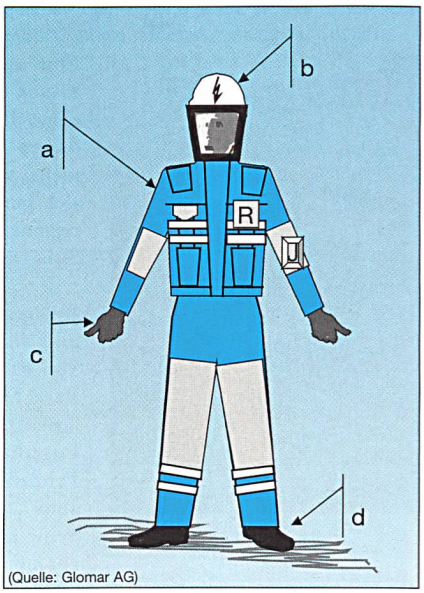


Bild 1 Die persönliche Schutzausrüstung

a: Arbeitskleidung aus schwerentflammbarem Gewebe (z.B. 100% Baumwolle, 300 g/m²) oder Schutzbekleidung aus zweischichtigem, flammhemmendem Gewebe (z.B. Baumwolle oder Normex III); b: Schutzhelm mit Visier (Gesichtsschutz); c: Gummihandschuhe (1 kV) mit Kevlar-Unterziehandschuh oder Lederhandschuh (Flammschutz); d: Sicherheitsschuhe mit ableitender Sohle und ergonomischem Auftritt)

Art. 82 des Gesetzes der Unfallversicherung (UVG)

Auszug zur Umsetzung

[1]Der Arbeitgeber ist verpflichtet, zur Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten alle Massnahmen zu treffen, die nach den Erfahrungen notwendig, nach dem Stand der Technik anwendbar und den gegeben Verhältnissen angemessen sind.

[3]Die Arbeitnehmer sind verpflichtet, den Arbeitgeber in der Durchführung der Vorschriften über die Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten zu unterstützen. Sie müssen insbesondere persönliche Schutzausrüstung benützen, die Sicherheitseinrichtung richtig gebrauchen und dürfen diese ohne Erlaubnis des Arbeitgebers weder entfernen noch ändern.

Kasten 1

lungshitze (Code C, 4 Stufen), flüssige Aluminiumspritzer (Code D, 3 Stufen) und flüssige Eisenspritzer (Code E, 3 Stufen).

Die Codes geben dabei den Typ der Wärmequelle an (z.B. Code C für Strahlungshitze), und die Stufen zeigen die Einwirkzeiten an. Geprüft werden alle Einwirkungsarten.

Die EN 533

In der Norm EN 533 ist die Flammwirkung festgelegt. Die Flamme variiert in der Grösse nicht; nur die Einwirkzeiten sind verschieden. Das zu prüfende Gewebe wird dabei an die waagrecht austretende Flamme gehalten. Für die Einwirkzeiten sind in der Norm die nachfolgenden 3 Indices festgelegt:

- Index 1: Nachglimmendes Gewebe darf sich nicht in unbeschädigtes Material ausbreiten.
- Index 2: Wie Index 1, wobei sich zusätzlich keine Löcher im Gewebe bilden dürfen.
- Index 3: Wie Index 2, wobei zusätzlich das Nachbrennen auf 2 s festgelegt ist.

Auf Grund der unterschiedlichen Messverfahren ist die Norm EN 533 weniger umfassend bzw. weniger streng als die Norm EN 531.

Die ENV 50354

Die ENV 50354 beschreibt die Prüfung mit einem genormten Lichtbogen mit zwei Stromstärken von 4 kA/s und 7 kA/s. Der Prüfling wird dabei im Abstand von 300 mm zum Lichtbogen gehalten.

Verschiedene Arbeitsorte – verschiedene Anforderungen

Im Freien

Für die Schutzausrüstung bedeutet Arbeit im Freien, dass sie den klimatischen Bedingungen in der Schweiz standhalten muss. Zudem muss sie sowohl bei kaltem und nassem als auch bei warmem Wetter bequem getragen werden können. Kann unter gewissen klimatischen Umständen die vom Gesetz geforderte Sicherheit nicht gewährleistet werden, so ist der Arbeitsprozess zu unterbrechen.

Im Gebäude

Hier wird die Schutzausrüstung nicht sonderlich durch klimatische Bedingungen beansprucht. Sie wird vor allem dann verwendet, wenn Arbeiten in der Annäherungszone (Bild 2) der Elektrizität ausgeführt werden.

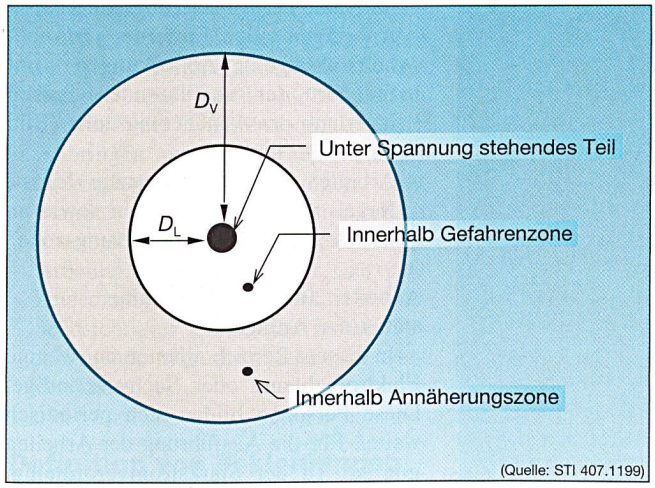


Bild 2 Definition von Annäherungs- und Gefahrenzone

D_V: Abstand, der die äussere Begrenzung der Annäherungszone festlegt; D_L: Abstand, der die äussere Begrenzung der Gefahrenzone festlegt

In Haushalten

Die Schutzausrüstung kommt in diesem Bereich kaum zur Anwendung, da die meisten Arbeiten nur an ausgeschalteten Anlagen ausgeführt werden. Die Störungsbehebung wird an Anlagen mit sehr begrenzten Nennströmen und der Berührungssicherheit IP2X[8)] ausgeführt.

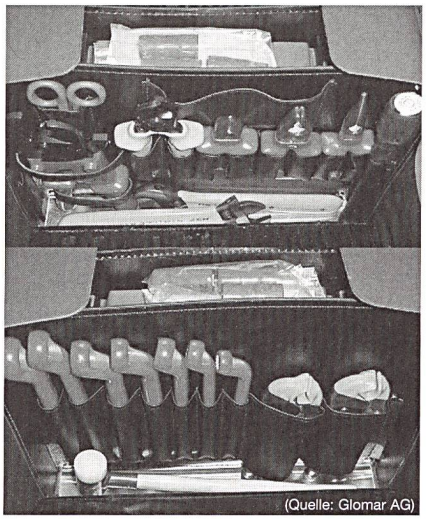


Bild 3 Werkzeug für das Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagen

Die Gefährdungen im Haushalt sind von einer geringen Tragweite, da die Elektrofachperson heute die besseren bzw. sichereren Arbeitsmittel (Werkzeug, Arbeitskleidung usw.) verwendet als früher (Bild 3).

In der Industrie

Die Schutzausrüstung kann in diesem Bereich zur Anwendung kommen, da eine grössere Anzahl von Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Teilen ausgeführt wird. Die Störungsbehebung wird zum Teil an Anlagen mit sehr erheblichen Nennströmen durchgeführt, was das Gefährdungspotenzial wesentlich erhöht.

Im Elektrolabor

Die Elektrofachperson oder der Sachverständige (Art. 3 Abs. 23 der Starkstromverordnung[9)]) arbeitet im Laborbereich. Hier kann die Schutzausrüstung

Auszug aus der STI 407.1199.d

Erläuterungen zum sicheren Umgang mit Elektrizität

Sachverständige Personen haben die Arbeitsprozesse zu beaufsichtigen. Beaufsichtigung bedeutet die Festlegung des Sicherheitsdispositivs eines Arbeitsprozesses sowie die Veranlassung und periodische Überprüfung der Sicherheitsmassnahmen.

Instruierte Personen können standardisierte und eingespielte Arbeitsprozesse an elektrischen Starkstromanlagen ausführen, wie z.B. vordefinierte Schalthandlungen.

Kasten 2

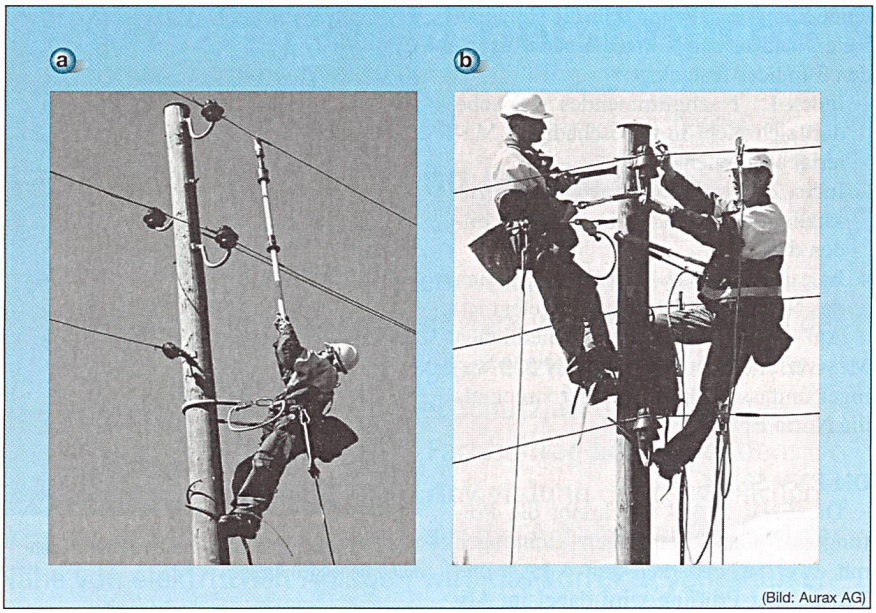


Bild 4 Körperschutzmittel in der Anwendung
Bild 4a: Vorbereitung der Arbeiten an Freileitungen; Bild 4b: Sicherheit durch Einhalten der Sicherheitsregeln und die Verwendung geeigneter Kleidung

zur Anwendung kommen, da eine grössere Anzahl von Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Teilen ausgeführt wird. Hauptsächlich handelt es sich bei Arbeiten im Labor um Messungen an Prüflingen. Die Gefahr, unter Spannung stehende Anlageteile zu berühren, ist entsprechend gross. Mit dem Abdecken gefährlicher Zonen oder mit dem Tragen einer Schutzausrüstung (isolierende Handschuhe) kann hierbei das Risiko reduziert werden.

Im Hoch-, Tief- oder Neubau

Die Schutzausrüstung kommt in diesem Bereich kaum zur Anwendung, da die meisten Arbeiten nur an ausgeschalteten Anlagen ausgeführt werden. Die Störungsbehebung an Anlagen ist nur in begrenztem Rahmen vorhanden, da die Anlagen nur für das Betreiben des Neubaus verwendet werden. Weil die Anlagen an Stichleitungen betrieben werden, sind zudem Betriebsstörungen bezüglich der Sicherheit an elektrischen Anlagen nicht relevant. Die grössere Gefährdung ist eher in der Art und Weise der Baustelle zu finden.

Auf Freileitungen und Masten

Im Freileitungsbau arbeiten Personen (Bild 4), welche eine Fachausbildung haben oder mehrere Jahre Erfahrung auf diesem Gebiet ausweisen können. Die Schutzausrüstung muss vor allem für das Arbeiten in grosser Höhe angewendet werden. Die elektrische Gefährdung ist sehr gering und hängt in den meisten Fällen davon ab, ob die 5 Sicherheitsregeln (Art. 72 der StV[9]) – beispielsweise das korrekte Ausschalten der Leitung – eingehalten werden. Organisatorische Regeln (5-Finger-Regeln[10], Bilder 5, 6a) müssen konsequent angewendet werden und können nicht durch technische oder persönliche Massnahmen – wie etwa mit einer Schutzausrüstung – kompensiert werden.

Personen mit Berufserfahrung, aber ohne elektrotechnische Grundausbildung dürfen in der Regel nur in spannungslosen Anlagen arbeiten. Arbeitet eine solche Person trotzdem an Anlageteilen, welche unter Spannung stehen, so muss der Betriebsinhaber diese Person als sachverständig (gemäss StV Art. 3 Abs. 23) erklären und dies schriftlich bestätigen. Zu beachten ist in diesem Arbeitsumfeld, dass bei Spannungen grösser als 10 kV die Schutzwirkung üblicher Schutzausrüstungen sehr gering ist.

Bild 5 Die 5 Sicherheitsregeln
Bei Arbeiten an und in der Nähe von unter Spannung stehenden Teilen müssen die folgenden Sicherheitsregeln eingehalten werden: Regel 1: Abschalten; Regel 2: Sichern gegen Wiedereinschalten; Regel 3: Prüfen; Regel 4: Erden; Regel 5: Benachbarte Teile abdecken

Im Bereich der Freileitungen sind zudem die grossen Gefährdungen vor allem im Betrieb der Baustelle zu finden – beispielsweise durch auf Grund von Unachtsamkeit anderer Arbeitenden herabfallende Teile oder das Entfernen der Arbeitserdung in Bezug auf andere Arbeitsorte.

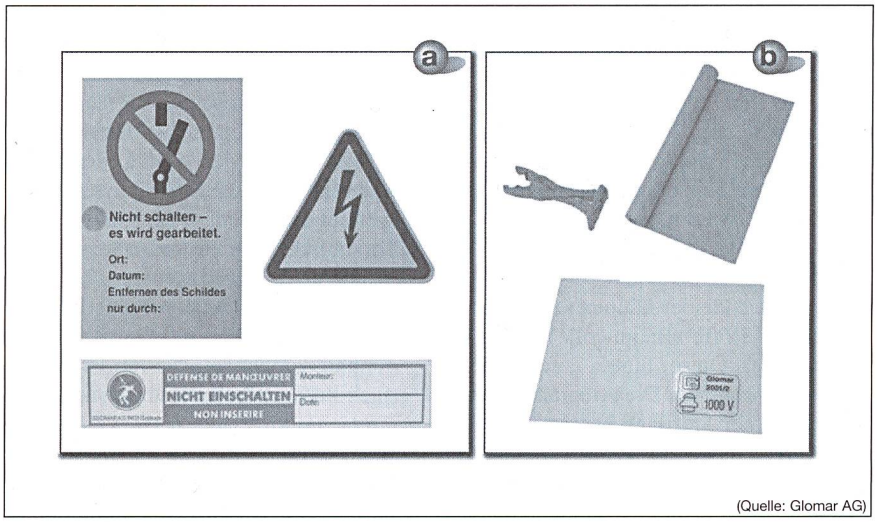
Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Anlagen

Bei der Analyse von Störungen wird in den meisten Fällen an unter Spannung stehenden Anlagen gearbeitet. Hier müssen die Arbeitsmittel im Sinn des optimalen Schutzes ausgewählt werden, d.h. Werkzeuge sind mit der grössten und besten Isolation auszurüsten, und es empfiehlt sich, eine optimale Schutzausrüstung zu tragen. Ausserdem müssen die Anlagen dem Berührungsgrad IP2X entsprechen, um dem Stand der Technik zu genügen. Genügen Anlagen nicht dem Berührungsgrad IP2X, so sind Schutzausrüstungen unerlässlich. Beispiele für das Arbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Anlagen sind (Publikation STI 407.1199):

- Arbeiten in der Annäherungszone[11] ohne Abdeckung und wenn ein zufälliges, unbeabsichtigtes Eindringen in die Gefahrenzone[12] ausgeschlossen ist (Bild 2);
- Reinigung von Starkstromanlagen in der Annäherungszone;
- Anbringen oder Entfernen von vorbereiteten Originalabdeckungen mit Standort der ausführenden Person innerhalb der Annäherungszone;
- Anbringen oder Entfernen von behelfsmässigen Abdeckungen mit Standort der ausführenden Person innerhalb der Annäherungszone (Bild 6b);
- Arbeiten an betriebseigenen Mess-, Regel- und Steuerleitungen sowie an Messkreisen in der Annäherungszone.

Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagen

In diesem Bereich arbeiten nur wenige Elektrofachleute oder Sachverständige. Diese Personen bilden sich periodisch weiter. Für die Ausführung der Arbeiten gilt Art. 78 der Starkstromverordnung. Die Arbeiten erfordern höchste Konzentration von den Arbeitenden, da sie immer in der Nähe von geerdeten oder Span-



(Quelle: Glomar AG)

Bild 6 Klare Signalisierung und effektive Abdeckungen für eine umfassende Sicherheit
6a: Signalisierungen; 6b: Verschiedene Abdeckungen und Werkzeuge

nung führenden Anlagenteilen ausgeführt werden. Darum ist immer unbeschädigtes, spannungsfestes Werkzeug zu benützen. In Ausnahmefällen kann es auch zur Berührung spannungsführender Teile kommen, weshalb eine persönliche Schutzausrüstung bezüglich Isolierung und Brandschutz notwendig ist.

Beispiele für das Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagen sind (Publikation STI 407.1199):

- Bewusstes, beabsichtigtes Arbeiten in der Gefahrenzone (entspricht bei Niederspannung der Berührung, da der Abstand D_L bei Niederspannung gleich Null ist) (Bild 7);
- Reinigen von Starkstromanlagen in der Gefahrenzone (EN 50 186[13]);
- Arbeiten an betriebseigenen Mess-, Regel- und Steuerleitungen sowie an Messkreisen, wenn zufälliges, unbeabsichtigtes Eindringen in die Gefahrenzone nicht ausgeschlossen werden kann (Bild 2);
- Anbringen oder Entfernen von vorgefertigten Originalabdeckungen mit Standort der ausführenden Person innerhalb der Gefahrenzone;
- Anbringen oder Entfernen von behelfsmässigen Abdeckungen mit Standort der ausführenden Person innerhalb der Gefahrenzone;
- Arbeiten in der Annäherungszone ohne Abdeckung und wenn zufälliges, unbeabsichtigtes Eindringen in die Gefahrenzone nicht ausgeschlossen werden kann.

Definition von Bekleidungen als Schutzmassnahmen

Nachfolgend werden die Schutzeigenschaften verschiedener Kleidungsstücke sowie weiterer Schutzmittel beschrieben, welche im Bereich der Elektrizität zur Anwendung kommen können und im Tätigkeitsfeld des Elektrikers bzw. des Sachverständigen relevant sind. Dabei handelt es sich um die Schutzjacke (Jacke oder Mantel), die Hose, den Handschutz, den Helm, das Visier bzw. die Brille, sowie Schuhe und Unterwäsche.

Kleidung

Schaltjacke

Die Schaltjacke ist ein Schutzkleidungsstück, welches dem Schutz des Oberkörpers dient. Das Kleidungsstück sollte aus Baumwolle mit einer flammhemmenden «Imprägnierung» versehen oder aus hitzefester, synthetischer Faser (z.B. Normex[14]) hergestellt sein. Diese Schutzkleidungsstücke sollen Flammbogen aus elektrischen Anlagen mit Strömen bis 10 kA/s und Temperaturen von rund 9000 °C standhalten. Normalerweise liegen die Ströme von Flammbogen im Niederspannungsbereich zwischen 2 und 5 kA/s, während im Hochspannungsbereich häufig Stromwerte von 0,5 bis 1 kA/s anzutreffen sind, wobei hier allerdings die höheren Spannungen von mehreren kV einen Funkenschlag begünstigen und somit die Verbrennungsgefahr für die Personen erhöhen.

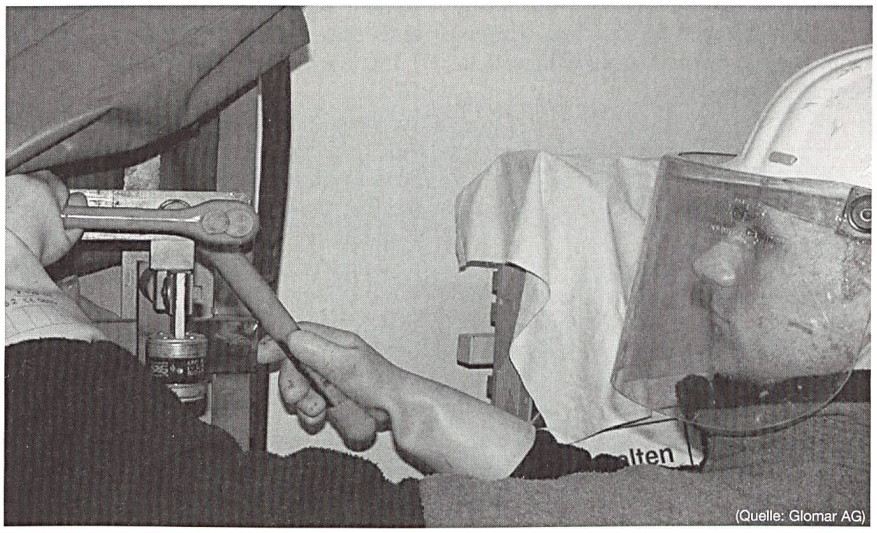
Generell sollte Schutzbekleidung aus «flammhemmendem» Gewebe sein, da diese Stoffe nur eine geringe Nachbrennzeit haben und sich nach der Einwirkung des Flammbogens bis auf die Kohlenwasserstoffschicht auflösen, wodurch die betroffene Person vor Brandverletzungen geschützt wird. Dies im Gegensatz zum Gewebe, welches «schwer entflammbar» ist, da dieses – falls es sich nach der Einwirkung des Flammbogens entzündet – weiter brennt und somit die Person zusätzlich verletzen kann. Der Stoff hat den Anforderung der EN 531[5] Index C oder EN 533[6] Index III und der ENV 50 354[7] zu genügen, muss aber auch einen vertretbaren Tragkomfort erreichen.

Da Schaltmäntel in der Regel die Bewegungsfreiheit sehr einschränken, werden sie von den meisten Personen nicht verwendet und verfehlen somit ihren Zweck.

Arbeitende im Bereich Starkstrom sollten jedoch zumindest immer Arbeitskleider tragen, welche aus schwer entflammbarem Gewebe herstellt sind.

Hose

Hosen haben in Bezug auf den Schutz vor Stromeinwirkungen geringe Bedeutung. Der Grund liegt darin, dass in den meisten Fällen vor allem Oberkörper und Gesicht gefährdet sind. Dabei sind in erster Linie Hände, Arme, Kopf und Rumpf



(Quelle: Glomar AG)

Bild 7 Körperschutzmittel in der Anwendung

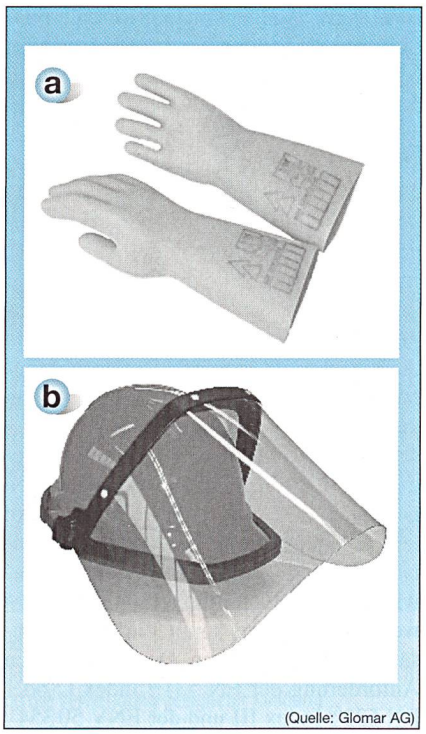


Bild 8 Helm mit Visier und Gummihandschuhe als Schutzmittel

8a: Gummihandschuhe für Spannungen bis 1 kV bzw. bis 10 kV; Bild 8b: Das Visier deckt den gesamten Gesichtsbereich inkl. Halspartie ab

vom Flammbogen betroffen und erst in zweiter Linie die Beine.

Unterwäsche

Die Kleidung unter der Schutzausrüstung ist bis heute noch kein Thema. Die Schaltjacke bietet aber nur dann einen guten Schutz vor Verbrennungen der Haut, wenn die Unterwäsche oder die Kleidung unter der Schutzausrüstung mindestens aus schwer entflammbarem Stoff (z.B. Baumwolle) oder flammhemmenden Gewebe gemäss EN-Norm[5, 6, 7] besteht. Für Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagen (Hoch- und Niederspannung) ist dieser Aspekt zwingend zu berücksichtigen.

Empfehlungen für Arbeits- und Schutzbekleidung

Schutzbekleidung

Schutzbekleidung für das Arbeiten an oder in der Nähe von unter Spannung stehenden Anlagen soll aus flammhemmendem Stoff bestehen, wobei die Schutzausrüstung vorzugsweise aus mehreren Schichten angefertigt sein sollte. Die Schutzbekleidung hat den Normen EN 531 Index C, EN 533 Index III und ENV 50354 Klasse 1 zu genügen.

Die Schutzbekleidung hat mindestens aus zwei Gewebeschichten zu bestehen, die einer äquivalente Dicke von 300 g/m² Baumwolle oder mehr entspricht. Wird nur eine Gewebeschicht verwendet, so hat diese ein äquivalentes Mindestflächengewicht von 350 g/m² bei flammhemmendem, imprägniertem Stoff oder von 600 g/m² bei schwer entflammbaren Stoffen aufzuweisen.

Arbeitskleider

Für Arbeitskleider können schwer entflammbare Stoffe (Baumwolle) verwendet werden. Diese bieten auch einen hohen Tragkomfort. Die Arbeitskleidung kann aus einer Stofflage hergestellt werden. Arbeitskleider sollten allerdings den Normen EN 531 Index A oder EN 533 Index I entsprechen. Dabei genügen Stoffqualitäten von 300 g/m². Dies kann auch mit Mischgeweben erreicht werden.

Handschutz

Der Handschutz ist ein wirksames Schutzmittel sowohl gegen die Einwirkungen des direkten Flammbogens – er darf die Haut der Hand nicht oder nur in geringem Masse beschädigen – als auch beim Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen; der Stromfluss muss beim Berühren von Spannung führenden Teilen gänzlich unterbunden werden. Dicke und Eigenschaft des Materials muss daher dem Arbeitsort angepasst werden.

Wärme hemmendes Material ist in der Regel gewobener Kevlar[15]. Hier kommen verschiedene Dicken zur Anwendung, welche einen variablen Hitzeschutz (180 °C oder 400 °C) gewährleisten. Dafür kann allerdings auch Leder verwendet werden: die Verwendung von Vollledernandschuhen wird in Deutschland propagiert.

Für den Schutz vor der elektrischen Gefährdung wird in der Regel «Gummi» angewendet (Bild 8a). Auf dem Markt werden meist zwei Dicken angeboten: eine zum Schutz vor Spannungen bis 1 kV, die andere für Spannungen bis 10 kV.

Da es heute noch keine Materialien gibt, welche sowohl ausreichend vor Hitze als auch vor Strom schützen, bleibt nur eine Kombination von zwei Materialien oder die Vernachlässigung des einen bzw. anderen Sicherheitsaspektes für den Handschutz.

Aus den obigen Ausführungen lassen sich die folgenden Empfehlungen ableiten:

- *Arbeiten an unter Niederspannung stehenden Anlagen*: hier ist ein Handschutz aus Gummi- und Kevlarschicht zu verwenden: für den Gummihandschuh gilt eine Prüfspannung von 10 kV und eine von Dicke von 1,0 mm. Der Unterziehhandschuhe aus Kevlar muss einen Hitzeschutz bis mindestens 180 °C gewährleisten.
- *Schalten und Bedienen von Hochspannungsanlagen*: hier kann ein Handschutz aus Kevlar oder Leder (Vollledernandschuh, Sebatanleder) verwendet werden: ein gewobener Kevlarhandschuh muss einen Hitzeschutz bis 400 °C bieten.
- *Arbeiten im Elektrolabor*: hier können dünne Kevlar- oder Gummi-Handschuhe verwendet werden, wie dies auch im Spitalbereich üblich ist.

Schutzhelm

Helme, welche im Bereich der Elektrizität zur Anwendung kommen, dürfen keine Lüftungsschlitze haben, da ein allfälliger Flammbogen durch die Schlitze eintreten und auf diese Weise die Person verletzen kann. Schutzhelme sind aus duoplastischem Material, Glasfaserphenol[16], Textilfaserphenol oder Polycarbonat[17] zu wählen. Thermoplast-Helme sind nicht zu empfehlen, da diese nach 5 bis 6 Jahren durch die Einwirkung der UV-Stahlung ihren Weichmacher und somit ihre Schutzwirkung verlieren.

Gesichtsschutz für den Schutzhelm

Visiere haben den Vorteil, dass das gesamte Gesicht inklusive der Halspartie geschützt wird (Bild 8b). Das Visier soll aus Azetat hergestellt sein und eine Dicke von 1,5 mm aufweisen. Die Kanten müssen poliert oder abgerundet sein. Wird eine Verletzung von Hautpartien im Gesicht akzeptiert, so kann das Visier durch eine Schutzbrille ersetzt werden.

Sicherheitsschuhe

Schuhe, welche die Person vor der Einwirkung der Elektrizität schützen können, gibt es in diesem Sinne nicht. Sicherheitsschuhe haben die primäre Eigenschaft, dass sie die Person vor einer mechanischen Einwirkung schützen sollen. Sie müssen gemäss der Norm[18] ergonomischen Aspekten genügen.

Sicherheitsschuhe müssen allerdings – je nach der Anwendung – genügende ableitende oder antistatische Wirkung aufweisen (ableitende Wirkung: $< 10^6$ MΩ in Spitälern und ggf. in Elektrolabors sowie in Produktionsanlagen im Elektronikbereich; antistatische Wirkung: 10^6–10^8 MΩ in Ex-Räumen[19] der Kategorie 1 und 2).

Schlussfolgerung

Mit der heutigen Technik lässt sich Schutzbekleidung herstellen, die bezüglich Schutz und Tragkomfort hohen

Anforderungen genügt. Verschiedene Hersteller von Geweben haben ausgezeichnete Stoffe entwickelt. Diese ermöglichen die Herstellung von Schutz- und Arbeitsbekleidung, die auch getragen werden.

Obschon die korrekte Anwendung der Schutzausrüstung sehr komplexe Fragen aufwirft, besteht bei der Wahl der Ausrüstung für die Arbeiten gerade bei sachverständigen Personen eine grosse Freiheit. Dabei gilt aber für diese Personen grundsätzlich der folgende Ansatz:

Wird eine technische Schutzmassnahme bei einer Anlage entfernt, so muss die betreffende Person eine Schutzausrüstung tragen. Werden organisatorische Schutzmassnahmen (z.B. 5-Finger-Regel) angewendet, so ist das Tragen einer Schutzausrüstung obligatorisch, falls der Berührungsschutz geringer als IP2X ist.

Für instruierte Personen gilt: Eine persönliche Schutzausrüstung ist bei Tätigkeiten an elektrischen Anlagen immer zu tragen, wenn der Berührungsschutz geringer als IP2X ist.

Die in der Gesetzgebung vorgegebene Sicherstellung der «Personensicherheit» kann auf verschiedenen Wegen erfolgen, beispielsweise mit den im vorliegenden Beitrag aufgezeigten Arbeitsmitteln bzw. Schutzausrüstung.

Weiterführende Literatur

B. Tenckhoff, M. Hassan: Prüfung von Schutzkleidung im Lichtbogen. Sonderdruck Nr. 9688 aus EVU Betriebspraxis, Zeitschrift für Elektrofachkräfte in der Energieversorgung; Jg. 35 (1996), H. 1–2, S. 18–21.

STI 407.1199.d: Erläuterung: Sicherer Betrieb von elektrischen Anlagen.

EN 531: Schutzbekleidung für Hitze-exponierte Industriearbeiter (ausgenommen Feuerwehr und Schweissbekleidung).

EN 533: Schutzbekleidung – Schutz gegen Hitze und Flammen – Material und Materialkombinationen mit begrenzter Flammausbreitung.

ENV 50354: Electrical arc test methods for material and garments, for use by work at risk from exposure to an electrical arc.

ISSA: Leitlinie für die Auswahl von persönlicher Schutzausrüstung gegen thermische Auswirkung durch einen Störlichtbogen.

T. Udet, C.-J. Lurz, T. Paech: Elektropraktiker: Schutzbekleidung für elektrotechnische Arbeiten. Fürth, 2003.

Angaben zum Autor

Rolf Oster, Sicherheitsingenieur nach Eignungsverordnung (EgV), ist seit 1996 zuständig für die Umsetzung des Sicherheitskonzepts Electrosuisse nach Art. 12 der Starkstromverordnung (StV).
Electrosuisse, CH-8320 Fehraltorf,
rolf.oster@electrosuisse.ch

[1] Schutzausrüstungen können bei der Händlervereinigung *Verband Schweizerischer Unfallverhütungsfirmen* (Tel. 061 927 64 14, www.vsu.ch, info@vsu.ch) bezogen werden.

[2] Bundesgesetz vom 24. Juni 1902 betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen (Elektrizitätsgesetz, EleG), 24. Juni 1902, SR 734.0.

[3] Bundesgesetz vom 20. März 1981 über die Unfallversicherung (UVG), 20. März 1981, SR 832.20.

[4] Publikation STI 407.1199.d. Die Publikation kann beim Normenshop (www.normenshop.ch) von Electrosuisse bezogen werden.

[5] EN 531:1995/A1:1998: Schutzkleidung für Hitze-exponierte Arbeiter. Die Norm kann beispielsweise bei www.snv.ch bezogen werden.

[6] EN 533:1997: Schutzbekleidung – Schutz gegen Hitze und Flammen, Materialkombinationen mit begrenzter Flammenausbreitung. Die Norm kann beispielsweise bei www.snv.ch bezogen werden.

[7] SN ENV 50354:2001 (E): Electrical arc test methods for material and garments, for use by workers at risk from exposure to an electrical arc. 9 Seiten. Die Norm kann beispielsweise beim Normenshop (www.normenshop.ch) von Electrosuisse bezogen werden.

[8] IP: International Protection; durch DIN VDE 0470 und DIN 40050 definiert. Diese Normen definieren die Einteilung der Schutzarten durch Gehäuse für elektrische Betriebsmittel mit Nennspannungen bis 72,5 kV. Festgelegt werden dabei der Schutz von Personen und der Schutz elektrischer Betriebsmittel gegen Eindringen von festen Fremdkörpern (inkl. Staub) oder Wasser. Der IP-Code setzt sich aus dem Ausdruck «IP», zwei Ziffern – wobei die erste von 0 bis 6 und die zweite von 0 bis 9 definiert ist – und zwei fakultativen Buchstaben zusammen.
Erste Ziffer (Schutz vor dem Eindringen fester Fremdkörpern) = 0: nicht geschützt; 1: vor Fremdkörpern ≥50 mm; 2: vor Fremdkörpern ≥ 12,5 mm; 3: vor Fremdkörpern ≥ 2,5 mm; 4: vor Fremdkörpern ≥ 1 mm; 5: Staub-geschützt; 6: staubdicht.
Zweite Ziffer (Schutz vor Wasser) = 0: nicht geschützt; 1 und 2: vor Tropfwasser; 3: gegen Sprühwasser; 4 gegen Spritzwasser; 5 und 6: gegen Strahlwasser; 7: bei zeitweiligem Eintauchen; 8: bei dauerndem Eintauchen; zusätzlich ist auch der Zusatz 9K (gegen Hochdruck- und Dampfstrahlreinigung) möglich.
Erster Buchstabe (Zugang zu gefährlichen Teilen) = A: mit dem Handrücken; B: mit dem Finger; C: mit Werkzeug; D: mit Draht.
Zweiter Buchstabe (ergänzende Informationen) = H: Hochspannungsgeräte; M: Bewegung während Wasserprüfung; S: Stillstand während Wasserprüfung; W: Wetterbedingungen.
Platzhalter «X»: Wird eine der Ziffern nicht verwendet (z.B. nur der Wasserschutz ist relevant, wodurch die erste Ziffer entfällt), so wird die fehlende Ziffer durch ein «X» ersetzt.
Beispiel IP2X: Die erste Ziffer (2) bedeutet, dass das Betriebsmittel gegen das Eindringen fester Fremdkörper mit einem Durchmesser von 12,5 mm und mehr geschützt ist. X bedeutet, dass das Betriebsmittel kein Wasserschutzgrad aufweist.

[9] Verordnung über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung, StV): vom 30. März 1994 (Stand am 20. Januar 1998), SR 734.2.

[10] 5-Finger-Regeln: Art. 72 der StV.

[11] Annäherungszone: aus EN 50110-1, STI 407.1199.

[12] Gefahrenzone: aus EN 50110-1, STI 407.1199.

[13] DIN EN 50186 (VDE 0143): Abspritzeinrichtungen für Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV. Die Norm kann beispielsweise beim Normenshop (www.normenshop.ch) von Electrosuisse bezogen werden.

[14] Nomex: Faserprodukt (Dupont seit 1974). Das Basispolymer ist Poly-Meta-Phenyl-Isophtalamid. Nomex bietet einen permanenten Flammschutz und ist unter Flammeneinwirkung nicht aufbrechend. Zudem verfügt der Stoff über eine sehr hohe Beständigkeit gegenüber Säuren, Laugen und aggressiven Gasen und weist eine sehr hohe Lebensdauer auf.

[15] Kevlar: Para-Aramid-Faser (DuPont). Kevlar zeichnet sich durch besonders hohe Reissfestigkeit und Hitzebeständigkeit aus, weshalb es vielfach in andere Materialien eingearbeitet wird, um deren Strapazierfähigkeit zu erhöhen. Die Kunstfaser wird unter anderem im Flugzeugbau, bei kugelsicheren Westen und bei Protektoren verwendet.

[16] Phenol: Phenolharze sind die ersten vollsynthetischen Kunststoffe. Sie weisen eine hohe Steifigkeit und Härte, eine geringe Kriechneigung, eine hohe Wärmeformbeständigkeit, eine niedrige thermische Längenausdehnung und eine hohe Glutbeständigkeit auf und sind schwer entflammbar.

[17] Polycarbonat (PC): klarsichtiger Werkstoff. Seine wichtigsten Eigenschaften sind extrem hohe Schlagfestigkeit, hohe Festigkeit, hohe Temperaturbeständigkeit. Allerdings ist er Chemikalien- und Spannungsrissempfindlich.

[18] Norm Schuhe, EN 345-1 / 2 Sicherheitsschuhe für den gewerblichen Gebrauch. Die Norm kann beispielsweise beim Normenshop (www.snv.ch) der Schweizerischen Normenvereinigung bezogen werden.

[19] Ex-Räume: explosionsgefährdete Räume.

L'électricité et l'équipement personnel de protection

Aperçu général de l'état actuel de la technique

L'équipement de protection est un élément important de la prévention des accidents. Son choix dépend largement du lieu de travail et du type d'activité. Suivant le potentiel de risque, cet équipement peut aller des chaussures de sécurité à la protection du visage en passant par les gilets de protection. L'article décrit l'état actuel de la technique et expose l'utilisation de l'équipement personnel de protection. Dans le cadre des travaux sur les installations électriques ou à proximité de celles-ci, il expose le comportement correct et la latitude de choix d'un équipement de protection approprié.

► Immer bestens gerüstet: Der neue Vito hat auf jeden Transportbedarf die passende Antwort. So viel Vielfalt und Variantenreichtum gab es noch nie, denn ab sofort können Sie nicht nur zwischen Kombi, Kastenwagen und Mixto (Kastenwagen mit Fahrgastzelle) wählen, sondern auch zwischen drei Aufbaulängen und zwei Dachhöhen. Für welche Variante Sie sich auch entscheiden: Dank Heckantrieb, ESP®, BAS, ABS und ASR wählen Sie hervorragendes Strassenhandling und persönliche Sicherheit serienmässig. Welcher Vito am besten zu Ihnen passt und welcher der drei CDI-Diesel- oder zwei Benzinmotoren für Sie der richtige ist, erfahren Sie bei einer Probefahrt bei Ihrer Mercedes-Benz Vertretung, unter Fax 01 755 82 26 und www.mercedes-benz.ch

TRANSPORTER-SWISS-INTEGRAL (TSI): ALLE REPARATUREN UND WARTUNGSDIENSTE BIS 3 JAHRE ODER 100 000 KM GRATIS. DAS ZUERST ERREICHTE GILT.