Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 54 (1963)

Heft: 23

Artikel: Erste Massnahmen bei Unfällen durch Elektrizität

Autor: Homberger, E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-916535

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: 09.07.2025

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

zu befassen. Das wollen wir denn auch heute wiederum tun, sind wir uns doch alle unserer Verantwortung in dieser Hinsicht voll bewusst.

Es ist erfreulich festzustellen, dass die heutige Veranstaltung eine sehr hohe Teilnehmerzahl aufweist. Darin dokumentieren sich wohl das grosse Interesse und die Bedeutung, die den elektrischen Unfällen mit allen ihren Begleiterscheinungen aus Werkkreisen entgegengebracht werden.

Ich darf wohl voraussetzen, dass alle Kursteilnehmer im Besitze der neuen «Anleitung zur Hilfeleistung bei Unfällen an elektrischen Einrichtungen» sind. Im Vorwort zu dieser Schrift ist mehr oder weniger alles das aufgezeichnet, was ich in meiner Einführung zu sagen hätte. Lesen Sie es bitte nach. Sodann darf ich Sie auf das Kursprogramm und die den Werkleitungen vom Sekretariat des VSE laufend zugestellten Orientierungen hinweisen, in denen alle wünschbaren Informationen enthalten sind. Sie werden an Hand der erwähnten Unterlagen feststellen können, dass es nicht uninteressant ist, die Vorgänge, die sich im weiteren Sinne hinsichtlich der Starkstromunfälle seit 1950 abgespielt haben, Revue passieren zu lassen.

In diesem Zusammenhang möchte ich auch nicht unterlassen, auf die Diskussionsversammlung über Starkstromunfälle hinzuweisen, die der VSE als grosse Unfall-Tagung im Jahre 1953 durchgeführt hat. Was damals doziert und vordemonstriert wurde, ist, wie Sie bereits wissen und heute wohl noch hören und sehen werden, zu einem guten Teil überholt.

So gilt es nun also, die neuen Erkenntnisse auf dem Gebiet des Elektro-Unfalles und der Hilfeleistungs- und Rettungsmassnahmen zu vermitteln und zu besprechen. Es liegt sicher im Interesse der Sache, wenn dabei ganz besonders auf eine einheitliche Auslegung und Anwendung der neuen Empfehlungen und Richtlinien Gewicht gelegt wird.

In dieser Erkenntnis hat denn auch der Sprechende anlässlich eines VSE-Fortbildungskurses im Herbst 1960 die Anregung gemacht, solche Kurse durchzuführen. Dieser Vorschlag schloss aber auch den Wunsch in sich, Spezialistengruppen zu bilden, die den Werken bei der Vorbereitung und Durchführung der notwendigen Instruktionen und Massnahmen zur Verfügung gestellt werden könnten.

Das Starkstrominspektorat zeigte sich an der Realisierung dieses Gedankens von Anfang an besonders interessiert. Auch eine ganze Anzahl Elektrizitätswerke begrüsste spontan die Verwirklichung eines solchen Vorhabens.

Nun freut es mich ganz besonders, dass es soweit ist und wir den ersten Kurs hier in Bern eröffnen können. Gleiche Veranstaltungen sind in Zürich, Lausanne und Lugano vorgesehen. Auf diese sog. Hauptkurse sollen dann die ebenfalls in Aussicht genommenen Instruktorenkurse folgen.

Für die heutige Veranstaltung konnten, wie Sie aus dem Kursprogramm entnommen haben, kompetente Referenten gewonnen werden. Der erste Vortrag über «Erste Massnahmen bei Unfällen durch Elektrizität» wird von Herrn *E. Homberger,* Chef des Inspektions- und Unfallwesens des Starkstrominspektorates in Zürich gehalten. Wir wissen alle, welch grosse Erfahrungen er auf diesem Gebiete besitzt. Herr Homberger wirkte auch bei einigen VSE-Fortbildungskursen mit, die vielen von uns noch in recht guter Erinnerung sind. So möchte ich denn auch Herrn Homberger im voraus den besten Dank für seine Arbeit aussprechen.

Sehr zu schätzen wissen wir es auch, dass wir in der Person des Herrn *Dr. med. E. Baur,* Arzt der Zentralverwaltung der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt in Luzern und Mitglied der Ärztekommission des VSE, einen überaus versierten Mediziner unter uns haben. Ich danke ihm verbindlichst dafür, dass er zu uns über «Schädigung des menschlichen Körpers durch elektrischen Strom und Massnahmen zu deren Behebung» sprechen wird. Diese Bereitwilligkeit verdient unsere besondere Anerkennung.

In einem zweiten Teil unserer Veranstaltung sollen Demonstrationen durchgeführt und einschlägige Filme gezeigt werden. Hier möchte ich ganz besonders auf den Film hinweisen, der erst in den letzten Tagen in den Anlagen der EKZ aufgenommen worden ist und der die Möglichkeiten im Rettungswesen recht eindrücklich und realistisch vor Augen führt. Im Anschluss daran dürften sich wohl Fragen dieser oder jener Art aufzeigen, deren gemeinsame Besprechung der ganzen Sache dienlich sein könnte.

Meine Herren, es liegt mir daran, allen jenen Persönlichkeiten vom Starkstrominspektorat, von der Unfallversicherungsanstalt, von der Ärztekommission, von den Mitgliedwerken und vom Sekretariat des VSE den besten Dank und volle Anerkennung für ihre Mühewaltung und Bereitwilligkeit abzustatten.

Damit möchte ich Sie, meine Herren, nochmals bestens willkommen heissen und eröffne die Tagung mit dem Wunsche, dass sie von recht gutem Erfolg begleitet sein möge.

E. Schaad,
Präsident der Kommission des VSE
für Diskussionsversammlungen
über Betriebsfragen

Erste Massnahmen bei Unfällen durch Elektrizität

Von *E. Homberger,* Zürich

1. Einleitung

Es ist leider eine Tatsache, dass die Unfälle durch Elektrizität in den letzten Jahren ständig *zugenommen* haben. An dieser Entwicklung sind die Elektrofachleute besonders stark beteiligt. Die Abklärung der Unfallursachen ergab nur allzuoft, dass ungenügende oder keine Schutzmassnahmen getroffen wurden; ja es schien zuweilen, die Fragen der Sicherheit seien überhaupt noch *nie* zur Sprache gekommen.

Es dürfte deshalb an der Zeit sein, sich wieder einmal ernsthaft mit dem Problem der Unfallverhütung auseinanderzusetzen. Wenn dies im Rahmen der heutigen Veranstaltung auch nur am Rande geschehen kann, so hoffe ich doch, einige grundsätzliche Hinweise geben zu können.

2. Gesetzliche Bestimmungen und ihre Auslegung

Die gesetzlichen Bedingungen für das Arbeiten an elektrischen Hoch- und Niederspannungsanlagen sind in den Artikeln 7 und 8 der eidgenössischen Starkstromverordnung (St.V.) aufgezeichnet. Art. 7, Absatz 1 schreibt vor, dass Arbeiten nur von fachlich ausgebildetem und zweckmässig ausgerüstetem Personal ausgeführt werden dürfen. Schon diese Bestimmung wird vielerorts, hauptsächlich bei kleineren Werken, nicht immer ernst genommen, indem vorab für Unterhaltsarbeiten Leute zugezogen und in Stationen sich selbst überlassen werden, die keinerlei elektrische Grundausbildung erhalten haben. Wohl lassen die Worte «fachlich ausgebildet» für die Wahl des Personals einen weiten Spielraum offen, doch darf erwartet werden, dass nur Leute selbständig arbeiten, welche die Grundgesetze der Elektrizität kennen und anzuwenden wissen, ferner über den Zweck der Apparate und der Geräte im Bilde sind, ein Schema zu lesen verstehen und auch die Wirksamkeit einer Schutzmassnahme, z. B. der Erdung, zu beurteilen imstande sind.

2.1. Hochspannungs-Anlagen

Nach Art. 7, Ziff. 2 der St.V. dürfen an unter Hochspannung stehenden Anlageteilen keine Arbeiten vorgenommen werden. Somit ist erst einmal auszuschalten; aber auch jetzt darf noch nicht mit der Arbeit begonnen werden. Vielmehr hat man sich zu überzeugen, ob die Arbeitsstelle tatsächlich spannungsfrei ist (St.V. Art. 8, Ziff. 4). Durch Öffnen von Trennern, d. h. durch Schaffung einer *sichtbaren* Trennstelle beiderseits der Arbeitsstelle, bestünde bereits eine gewisse Gewähr, dass die Verbindung zum Netz tatsächlich aufgehoben ist. Vielfach besteht aber gar keine Möglichkeit beiderseits der Arbeitsstelle zu trennen. Als Beispiel diene eine einfache, in ein Kabel-Ringnetz eingeschlossene Transformatoren- oder Schaltstation, deren Zuleitungen nur Sammelschienen-Anschlusstrenner besitzen. Bei einer Arbeit in einem Leitungsfeld ist denn auch nebst dem Trenner beim Arbeitsort der entsprechende Trenner der Gegenstation zu öffnen. Wie leicht könnte man dabei einen falschen Trenner bedienen oder sich gar — was schon vorgekommen ist — in der Station irren. Es sind somit weitere Vorkehren zu treffen, um die Spannungsfreiheit zu gewährleisten. Am bekanntesten ist wohl die Verwendung von *Spannungsprüfsonden*. Leider stellten wir Starkstrominspektoren immer wieder fest, dass diese Geräte in vollständig ungenügender Zahl vorhanden sind. Nach unserer Auffassung gehört in jede Station eines Ringnetzes wenigstens eine Spannungsprüfsonde. Eine Ausnahme ist vielleicht bei jenen grösseren Werken zulässig, die die Stationen ausschliesslich mit motorisiertem Personal besorgen. In solchen Fällen gehört in jeden Wagen eine Prüfsonde. Was die Wahl der Prüfsonden anbetrifft, haben sich die optisch wirkenden dank ihrem einfachen Aufbau in der Regel gut bewährt. Man achte jedoch darauf, Modelle zu wählen, die auch bei direktem Sonnenlicht-Einfall den Spannungszustand einwandfrei erkennen lassen. An gewissen Orten, besonders in Freiluftanlagen, können akustisch wirkende Geräte vorteilhaft sein. Bestimmte Modelle sind indessen zu empfindlich, so dass bei nur teilweiser Ausschaltung einer Anlage die tatsächlich ausgeschalteten Anlageteile nur schwer zu erkennen sind.

Fig. 1
Arbeit unter Spannung
Benachbarte eingeschaltete Teile sind abgedeckt, der Standort ist isoliert.

Wenn feststeht, dass eine Anlage spannungslos ist, so muss sie noch *geerdet und kurzgeschlossen* werden (St.V. Art. 8, Ziff. 7). Das Erden und Kurzschliessen hat nicht den Sinn — das soll hier wieder einmal klar festgehalten sein — festzustellen, ob eine Anlage spannungsfrei ist, sondern zu verhindern, dass eine Arbeitsstelle irrtümlich oder durch Fernwirkung unter Spannung gesetzt wird.

Auch nach dieser Operation darf in der Regel noch nicht mit der Arbeit begonnen werden. Nach Art. 7, Ziff. 5 der St.V. sind Vorkehren zu treffen, um zu verhindern, dass benachbarte, unter Spannung stehende Anlageteile die Arbeitenden gefährden. Die Missachtung dieser klaren, eindeutigen Vorschrift führt leider nur allzuoft zu Unfällen. Viele Fachleute bilden sich ein, es genüge, um jede gefährliche Bewegung auszuschliessen, die unter Spannung verbliebenen Anlageteile genau zu kennen. Indessen zeigt die Erfahrung, dass die kleinste Störung im Ablauf eines Arbeitsprogrammes, z. B. das Fehlen des passenden Schraubenschlüssels, ein Telefonanruf, eine nicht die Arbeit betreffende Zwischenfrage eines Kollegen usw., bereits die verhängnisvolle Bewegung begünstigen kann. Die St.V. gibt nicht genau an, welche Vorkehren zu treffen sind. In den Erläuterungen zu Art. 7 sind lediglich einige Möglichkeiten aufgezählt. Hievon haben sich einzelne in bestimmten Fällen sehr gut, in anderen jedoch sehr schlecht bewährt. Zum Beispiel ist eine zuverlässige *Aufsichtsperson* durchaus in der Lage, einen kurzzeitig in einer ausgeschalteten Hochspannungszelle Arbeitenden vor dem Betreten einer mehrere Meter entfernt liegenden, unter Spannung stehenden Zelle zu hindern. Hingegen wird es erfahrungsgemäss nicht gelingen, einen Monteur, der in einem Abstand von 1...2 m von den eingeschalteten Teilen arbeitet, vor einem Griff nach diesen Teilen zurückzuhalten. Solche Bewegungen erfolgen meistens dermassen rasch und unvorbereitet, dass jede Intervention zu spät einsetzen muss. Die Beaufsichtigung als Schutzmassnahme kommt deshalb vorwiegend in Anlagen hoher Spannung, d. h. in Anlagen mit grossen Abständen und nur bei kurze Zeit dauernden, in kleinen Gruppen auszuführenden

Arbeiten in Frage. Bei länger dauernden Arbeiten in Höchstspannungsanlagen sind auffällige Absperrungen und Abschrankungen vorzusehen. In Mittelspannungsanlagen, d. h. in Anlagen mit Spannungen bis etwa 50 kV gibt es nur einen Grundsatz: *Abdecken!* Der allseitigen Abdeckung kann nicht genug Aufmerksamkeit geschenkt werden. Sie erlaubt aber ein sicheres Arbeiten.

2.2. Niederspannungs-Anlagen

Nach Art. 7, Ziff. 3 der St.V. ist es unter gewissen Bedingungen gestattet, an unter Niederspannung stehenden Anlageteilen zu arbeiten. Vor allem ist besonders für das *Arbeiten unter Spannung* geschultes Personal zu verwenden, das durch entsprechende Kleidung geschützt ist. Ferner gilt der Grundsatz, dass bei solchen Arbeiten wenigstens zwei Mann zugegen sein sollen (Fig. 1). Zu Arbeiten im Freien *müssen* wenigstens zwei Mann beordert werden (St.V. Art. 8, Ziff. 6), wobei der eine arbeitet und der andere im Sichtbereich eine Kurzschlussvorrichtung einsatzbereit hält, um notfalls sofort eine Ausschaltung einleiten zu können.

Es besteht übrigens vielerorts die Auffassung, auch in Hochspannungsanlagen müsse mit wenigstens zwei Mann gearbeitet werden. Die St.V. kennt jedoch keine solche Bestimmung. Viele Betriebsleiter lehnen es grundsätzlich ab, für kleine Arbeiten in Hochspannungsanlagen zwei Mann einzusetzen, wenn nicht beide voll beschäftigt sind. Sie sind der Ansicht, dass untätige Personen viel eher dazu neigen, nach unter Spannung stehenden Teilen zu greifen als voll beschäftigte und ihre eigentliche Aufgabe, den Arbeitenden zu überwachen, schon nach kurzer Zeit aus eigentlicher Langeweile vernachlässigen. Sicher aber leistet ein zweiter Mann dann wertvolle Dienste, wenn dem Arbeitenden ein Unfall zustossen sollte. Man bedenke, dass heute durch rasches Handeln eines Helfers die Chancen, das Leben zu erhalten, weit grösser sind als früher. Aus diesem Grunde sollte meines Erachtens in einer nicht vollständig ausgeschalteten Anlage nie ein Mann allein arbeiten.

Ich möchte nochmals auf die Arbeiten im Niederspannungsnetz zu sprechen kommen. Viele Betriebsleiter verbieten ihren Monteuren grundsätzlich, unter Spannung zu arbeiten. Indessen habe ich die Erfahrung gemacht, dass mit dem Verbot der Sicherheit ein schlechter Dienst erwiesen wird. Das Verbot verleitet zu *heimlichem* Arbeiten unter Spannung. Dabei werden oft jegliche Schutzvorkehren vernachlässigt, weil die Monteure sie nicht kennen und ihnen auch keine geeigneten Ausrüstungen zu Verfügung stehen. Es hat sich als nützlicher erwiesen, ausgewählte Monteure für das Arbeiten unter Spannung zu unterrichten, solche Arbeiten aber auf das allernotwendigste zu beschränken. Der Entscheid, in welchen Fällen unter Spannung gearbeitet wird, soll jedenfalls vom Betriebsleiter und nicht vom Monteur getroffen werden. Verschiedene städtische Elektrizitätswerke lassen übrigens schon seit Jahren bestimmte Arbeiten unter Spannung ausführen, ohne dass dabei nur der geringste Unfall vorgekommen wäre. Die hiefür notwendigen Werkzeuge und Schutzvorrichtungen haben sie meistens selbst entwickelt.

Für Arbeiten an ausgeschalteten Niederspannungsanlagen verlangen unsere Vorschriften grundsätzlich keinerlei zusätzliche Schutzmassnahmen. Allerdings darf die Arbeit auch nicht begonnen werden, bevor nicht die Gewissheit besteht, dass die Arbeitsstelle tatsächlich spannungsfrei ist. Die diesbezügliche Bestimmung von Art. 8, Ziff. 4 der St.V. gilt für alle Arten von Anlagen. Hingegen wird weder die Schaffung einer sichtbaren Trennstelle noch das Erden und Kurzschliessen gefordert. Verschiedene grössere Elektrizitätswerke verlangen aber von sich aus schon seit Jahren mit gutem Erfolg, dass bei Arbeiten am Niederspannungsnetz geerdet und kurzgeschlossen wird. Es wäre nur zu begrüssen, wenn alle Werke diese Anordnung treffen würden.

Die Handhabung von Geräten und Einrichtungen, welche für die *Bedienung unter Spannung* gebaut sind, wird nach der St.V. ausdrücklich nicht als «Arbeit» betrachtet (Art. 7, Ziff. 4), also beispielsweise: Die Betätigung von Schaltern, das Öffnen und Schliessen von Trennern mit Schaltstöcken, das Auswechseln von Hoch- und Niederspannungs-Sicherungspatronen mit isolierten Bedienungszangen usw. Leider unterstehen in der Schweiz solche Bedienungsgeräte keinerlei Prüfpflicht und es bestehen auch keine Bauvorschriften. Auf den Kontrollgängen des Starkstrominspektorates kann deshalb immer wieder festgestellt werden, dass vollständig ungeeignete oder alte, äusserst mangelhaft gebaute Geräte verwendet werden. Es empfiehlt sich dringend, nur Bedienungseinrichtungen anzuschaffen, die eine sicherheitstechnische Prüfung in den Technischen Prüfanstalten des SEV bestanden haben. Erfreulicherweise haben bereits verschiedene Fabrikanten und Vertreter ihre Produkte freiwillig prüfen lassen. Solche Prüfungen werden in Anlehnung an bereits bestehende ausländische Vorschriften und Empfehlungen durchgeführt. Anfangs dieses Jahres hat der VDE neue Prüfvorschriften für Spannungsprüfer herausgebracht, die äusserst strenge, aber durchaus berechtigte Forderungen enthalten. Wohl die wenigsten der bei uns verwendeten Spannungsprüfer entsprechen diesen Bedingungen.

3. Rettung Verunfallter

Viele Rettungsaktionen sind mit Annäherungen an Anlageteile verbunden, so dass ähnliche Überlegungen wie für die Sicherung von Arbeitsstellen notwendig sind. Da die Rettung möglichst rasch, d. h. innert weniger Minuten vollzogen sein muss, treten neue heikle Probleme auf. Es geht vor allem darum, zu verhindern, dass der Retter auch noch verunfallt und der Verunfallte noch mehr Schaden nimmt.

3.1. Hochspannungsunfälle

a) Allgemeines

Wie bereits angedeutet, unterscheiden sich Hochspannungsanlagen in der Art und im Aufbau stark, und auch die Arbeitsorganisation ist von Elektrizitätswerk zu Elektrizitätswerk sehr verschieden. Es ist deshalb nicht möglich, eine allgemein gültige Anleitung zu geben. Hingegen sei auf die folgenden Grundsätzlichkeiten hingewiesen:

1. Setzt sich ein Mensch zwischen zwei Körperteilen einer hohen Spannung aus, werden sehr hohe thermische Energien frei. Beispielsweise beträgt die thermische Leistung bei einer Spannung von 20 kV etwa 400...600 kW. Schon bei Einwirkzeiten in der Grössenordnung von Sekunden wird es im menschlichen Körper zu äusserst schwerwiegenden Verbrennungen und zu einem starken Flüssigkeitsverlust kommen. Der Verunfallte gerät in einen Zustand der Betäubung. Die hohen bei Hochspannungsun-

fällen auftretenden Ströme vermögen oft die in der speisenden Leitung liegenden Schalter auszulösen, so dass der Verunfallte unter Umständen innert nützlicher Frist vom Stromdurchgang befreit wird. Durch eine allfällig nachfolgende Wiedereinschaltung kann er jedoch neuerdings in Gefahr geraten.

2. Bei vielen Verunfallten in Hochspannungsanlagen liegen Anzeichen eines Niederspannungsunfalles vor. Sie sind bewusstlos, ihr Puls ist gering und sie weisen keine oder nur geringfügige Brandwunden, sog. Brandmarken, auf. Solche Vorkommnisse sind vor allem in isolierten Mittelspannungsnetzen häufig und rühren davon her, dass durch Annäherung an einen Polleiter von einem leitenden Standort aus oft vor der eigentlichen Berührung ein Überschlag auf den Körper eintritt, so dass der Verunfallte weggeschleudert und dem ohnehin begrenzten kapazitiven Erdschlußstrom nur ganz kurzzeitig ausgesetzt wird.
3. Gelegentlich setzen sich Verunfallte keinem Stromfluss durch ihren Körper, sondern den Hitzewirkungen eines Kurzschlussflammbogens aus. Durch den steten Ausbau der Anlagen sind die Kurzschlußströme und damit auch die thermischen Wirkungen der Flammbogen stark angestiegen. Es kommt daher nicht selten vor, dass den Verunfallten die Kleider zu brennen beginnen, wodurch sie ausgedehnte Verbrennungen erleiden und deshalb in direkte Lebensgefahr geraten.

Diese Feststellungen sollen für die Rettung wegleitend sein. Besondere Bedeutung kommt dem Faktor Zeit zu. Es ist wichtig, den Verunfallten ohne Verzug an einen sicheren Ort zu verbringen, wo er, wieder zu sich gekommen, nicht nochmals an unter Spannung stehende Teile greifen kann. Liegen beim Bewusstlosen Anzeichen eines Niederspannungsunfalles vor, müssen die Wiederbelebungsversuche, wie bereits erwähnt, innert weniger Minuten eingeleitet sein, soll mit Erfolg gerechnet werden können. Damit schliesslich nach Flammbogenunfällen die drohenden Gefahren für den Verunfallten abgewendet werden, sind brennende Kleider und Haare ohne jeden Zeitverzug zu löschen.

b) Hochspannungszelle

Setzen wir einmal voraus, der Verunfallte liege in einer Hochspannungszelle und berühre keine Anlageteile. Die Anlage ist als unter Spannung stehend zu betrachten, so lange sie nicht geerdet und kurzgeschlossen ist. Es liegt auf der Hand, den Verunfallten vorerst einmal in den Bedienungsgang zu bringen, was unter der angenommenen Voraussetzung meistens ohne Betreten der Zelle möglich sein sollte. Da sich der Retter notgedrungen auf das Opfer konzentrieren muss, läuft er gleichwohl Gefahr, sich eingeschalteten Teilen zu nähern. Erfahrungsgemäss können Verunfallte beim Anfassen plötzlich wild um sich schlagen. Dadurch bringen sie sich selbst und den Helfer in neue Gefahr. Besser als den Verunfallten von Hand aus einer Zelle zu ziehen, wäre somit, ihn mit vollisolierten Bedienungsgeräten, wie Trennerstöcken, Bedienungszangen, oder auch Spannungsprüfern zu fassen und wegzuschaffen. Leider sind nun aber solche Geräte meistens nicht für den erwähnten Nebenzweck eingerichtet. Durch einfache sinnvolle Zusätze wie Haken oder Schlaufen liessen sie sich aber in zweckmässiger Weise ergänzen. Noch grössere Bedeutung kommt den Bedienungsgeräten für die Rettung zu, wenn der Verunfallte mit Anlageteilen in Berührung steht. Auch können für die volle Spannung isolierte Handschuhe gute Dienste leisten. Diese gelten allerdings nicht als Bedienungsvorrichtungen im Sinne der St.V., sondern als zusätzliche Schutzeinrichtung zur Verwendung an Orten mit erhöhter Gefahr. Der beschränkten Verwendbarkeit ist deshalb auch bei Rettungsaktionen Rechnung zu tragen.

Ist es nötig, bei der Rettung von Verunfallten eine Hochspannungszelle zu betreten, so sind vorgängig die bei Arbeiten verlangten Massnahmen vorzukehren: sichtbare Trennstelle schaffen, Prüfung auf Spannungslosigkeit, Erdung und Kurzschliessung sowie Abdeckung der in der Nähe verlaufenden unter Spannung verbliebenen Teile. Jeder Fachmann weiss, wie viel Zeit diese Sicherheitsmassnahmen in Anspruch nehmen. Es besteht somit Grund genug, die Bedienungsgeräte rechtzeitig für die Rettung von Verunfallten einzurichten. Auf die Erdung und Kurzschliessung könnte grundsätzlich verzichtet werden bei Rettungsaktionen in Stationen, die an reine Stichleitungen angeschlossen sind und mit einem Freileitungsschalter vollständig ausgeschaltet werden können. Da jedoch die Vermaschung der Netze überall stark gefördert wird, ist es ratsam, um weitere Unfälle infolge von Verwechslungen und Täuschungen auszuschliessen, die Sicherungsmassnahmen grundsätzlich vollumfänglich durchführen zu lassen.

Selbstverständlich ist eine Anlage abzuschalten, wenn festgestellt wird, dass ein Verunfallter noch unter Spannung steht. Je nach den örtlichen Verhältnissen ist aber eine sofortige Ausschaltung nicht immer möglich. Man könnte deshalb in Versuchung kommen, eine Ausschaltung durch *Einleitung eines Kurzschlusses* zu erzwingen. Dieses Verfahren hat kürzlich ein Monteur angewendet, um einem Arbeitskollegen, der versehentlich in die eingeschaltete Eingangszelle einer Ortstransformatorenstation geraten war, zu helfen. Er band kurz entschlossen ein Kupferstück an einen Trennerstock und drückte diese Einrichtung an die blanken Kupferleiter. Der Helfer, der auf diese Art möglicherweise seinem Kollegen das Leben gerettet hat, blieb vollständig unversehrt. Trotz diesem guten Verlauf ist vor solchen Aktionen zu warnen. Unter etwas ungünstigeren Umständen und an Orten mit grosser Kurzschlussleistung könnte leicht ein verhängnisvoller Flammbogen entstehen.

Die Helfer glauben meistens, einem brennenden Verunfallten machtlos gegenüberzustehen. Stehen keine besonderen Löschmittel zur Verfügung, so ist zu versuchen, den Verunfallten am Boden zu wälzen. Weit wirksamer ist jedoch das Überwerfen von festen *Tüchern oder Decken*. In Deutschland und in Österreich werden vielerorts in den Kraftwerken und Unterstationen spezielle Löschdecken bereitgestellt, die es einem Helfer ermöglichen, rasch und sicher einzugreifen. Erfahrungsgemäss getraut sich das Elektrizitätswerkspersonal nicht, die fast überall vorhandenen Handfeuerlöscher zur Löschung von Verunfallten zu verwenden. Indessen darf mit den üblichen Kohlensäure-, Pulver- und Wassernebelhandlöschern ziemlich bedenkenlos gegen Personen gespritzt werden. Bei Kohlensäure besteht einzig Unterkühlungsgefahr.

In diesem Zusammenhang dürfte interessieren, dass das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich dem Betriebspersonal kürzlich einen *Gesichtsschirm und Schalthandschuhe* aus besonders behandeltem Asbestgewebe zur Verfügung gestellt hat.

Fig. 2
Rettung vom Mast
Die eine Rettungsschlinge ist um das linke Bein, die andere wird unter dem rechten Arm hindurch auf die linke Schulter gelegt.

Diese Mittel bieten bei Flammbogen einen vortrefflichen Schutz der exponierten Körperteile (Gesicht, Hände und Unterarme) gegen die Wärmewirkung und gegen Metallspritzer. Sehr wahrscheinlich könnten die Asbesthandschuhe beim Löschen brennender Kleidungsstücke, sicher aber zum Fassen brennender Verunfallter dienen. Es ist zu hoffen, dass diese Schutzeinrichtungen auch anderswo Eingang finden werden.

c) Freileitungen

Schwieriger als in Anlagen gestaltet sich die Bergung Verunfallter von Hochspannungsfreileitungen, weil in der Regel keine für die volle Spannung isolierten Geräte zur Verfügung stehen und, wenn sie noch vorhanden wären, nur unter grosser Gefahr eingesetzt werden könnten. Es ist somit nicht daran zu denken, sich einem Verunfallten zu nähern, bevor die Leitung ausgeschaltet ist. Allerdings muss daran erinnert werden, dass sich relativ viele Unfälle durch *indirekte* Berührung unter Hochspannung stehender Leiter ereignen, wobei die Verunfallten auf dem Erdboden verbleiben. Beispielsweise gerieten schon verschiedentlich Lastwagen beim Kippen der Brücke an Leitungen. Fahrbare Krane verfingen sich an Leitungsdrähten, Landwirte oder Bauarbeiter spannten Transportseile unter Leitungen durch, wobei die Seile hochschnellten, usw. Auch in diesen Fällen kann eine Annäherung an die Opfer nur bei ausgeschalteter und kurzgeschlossener Leitung in Frage kommen. Vielfach werden die Verunfallten aber weggeschleudert, so dass sie selbst nicht mehr unter Spannung stehen. Unter diesen Umständen kann die Hilfeleistung selbstverständlich sofort einsetzen. Vorsicht ist aber gleichwohl noch am Platze, denn die Leitung berührende Fahrzeuge und Seile — es haben sich schon Transportseile mit den Leiterseilen verschweisst — könnten noch unter Spannung stehen. Wenn genügend Helfer zur Verfügung stehen, ist somit die Gefahrenzone abzusperren. Auch muss vor Schrittspannungen gewarnt werden. Liegt der Verunfallte in der Nähe heruntergefallener Drähte, hat man sich ihm über trockene Bretter, Leitern oder dergleichen zu nähern.

Mehr noch als in Anlagen ereignen sich an Hochspannungsleitungen Unfälle, die den Charakter eines Niederspannungsunfalles haben, weil durch induktive oder kapazitive Kopplungen an und für sich ausgeschaltete, aber ungenügend geerdete Leitungen unter Spannungen in der Grössenordnung von höchstens einigen hundert Volt geraten. Auch an den Erdungen treten hin und wieder Spannungen gleicher Grösse auf. Meistens werden die Ursachen solcher Unfälle rasch erkannt, so dass die Rettung auch ohne eine Ausschaltung einsetzen kann.

3.2. Niederspannungsunfälle

a) Allgemeines

Ein besonderes Merkmal bei Niederspannungsunfällen ist die verkrampfte Stellung des Verunfallten, die durch die muskelzusammenziehende Wirkung der Elektrizität hervorgerufen wird. Diese Wirkung ist oft so stark, dass es kaum gelingt, den Verunfallten von unter Spannung stehenden Teilen loszureissen. Wird hingegen der Stromfluss durch den Körper unterbrochen, löst sich der Krampf rasch. In der Folge führen die Verunfallten brüske Bewegungen aus, die — wenn es gut geht — zu *Muskelzerrungen,* aber nicht selten auch zum *Abstürzen von Leitungsmasten oder Gerüsten* führen. Bei der Hilfeleistung muss die Absturzgefahr in Betracht gezogen werden. Je nach Umständen ist somit der Verunfallte durch sofortige Ausschaltung oder durch gewaltsames Losreissen vom Stromdurchgang zu befreien. Um nicht selbst elektrisiert zu werden, darf der Retter den Verunfallten nur von gut isoliertem Ort aus berühren. Eine rasche Ausschaltung ist oft durch Einleitung eines Kurzschlusses erreichbar. Meistens genügt sogar eine ganz kurzzeitige Spannungsabsenkung, um einen Verunfallten zu befreien. Beispielsweise wurde ein Bauarbeiter, der zwei ungenügend verschalte Freileitungsdrähte der Gebäudezuführung erfasst hatte, dadurch befreit, dass seine Arbeitskollegen mit

Fig. 3
Rettung vom Mast
Abdrehen des Verunfallten

Dachlatten wild auf die Drähte einhieben. Die Drähte gerieten dadurch in Schwingung und schlugen zusammen, so dass ein momentaner Kurzschluss auftrat, der dem Verunfallten ermöglichte, sich zu lösen.

Wo Absturzgefahr besteht, muss versucht werden, den Verunfallten aufzufangen, auf Masten beispielsweise dadurch, dass ein Helfer möglichst nahe zum Verunfallten aufsteigt, sich gut sichert und danach trachtet, dass der Verunfallte zwischen ihn und den Mast fällt. Freileitungsmonteure führen meistens *Blachen* mit sich, die zum Auffangen abstürzender Verunfallter gut geeignet wären. Leider lassen sich solche Blachen nicht gut halten. Durch Anbringen von Haltegriffen, ähnlich jenen an den Sprungtüchern der Feuerwehr, liessen sich Blachen für Rettungszwecke auf einfache Weise verbessern. Es ist noch darauf hinzuweisen, dass Verunfallte, die Maststeigeisen tragen, jeweils rücklings abstürzen und sich überdrehen, sobald sie die Hände von den Drähten lösen können. Wenn somit das Auffangen des Verunfallten in Betracht gezogen wird, muss versucht werden, dem Verunfallten die Steigeisen vom Mast zu lösen, damit er nicht kopfvoran fällt.

b) Freileitungen

Die Versuchung ist immer gross, Änderungen an einer Freileitungs-Hauseinführung, z. B. das Auswechseln der Einführungsleiter, unter Spannung vorzunehmen. Entsprechend dem kleinen Zeitaufwand für eine solche Arbeit werden leider oft keine Schutzmassnahmen getroffen. Die Hauseinführung tritt deshalb als Unfallort immer wieder in Erscheinung. Wie die Erfahrung zeigt, ist die Rettung eines Verunfallten von einer Hauseinführung nicht ganz einfach und im übrigen mit Gefahren verbunden. Bei Arbeiten an einer Hauseinführung erfasste ein Monteur zwei unter Spannung stehende Freileitungsdrähte, wurde elektrisiert und konnte sich nicht mehr aus eigener Kraft befreien. Ein Kollege, der ihm zu Hilfe eilte, stieg über die Holzleiter, auf der der Verunfallte stand, auf. Um den Verunfallten zu befreien, war

Fig. 4
Rettung vom Mast
Abstieg

Fig. 5
Rettung vom Dach
Abtransport über Dachleiter

er genötigt, kräftig zu reissen. Dabei geriet die Leiter in Schwingung, die Holmen brachen und beide, Helfer und Verunfallter, stürzten ab. Beide zogen sich bei diesem Vorfall schwere Sturzverletzungen zu.

Für die *Befreiung von Verunfallten* führen selbstverständlich verschiedene Wege zum Ziel. Es ist nicht möglich, hier alle Möglichkeiten aufzuzählen. Bevor man sich indessen zu irgendeiner Aktion entschliesst, ist es nötig, sich immer wieder vor Augen zu halten, dass bei bewusstlosen Verunfallten die Wiederbelebungsversuche möglichst rasch, d. h. *spätestens 3...5 Minuten nach Eintritt der Elektrisierung* eingeleitet werden müssen, dass also für die Bergung des Verunfallten sehr wenig Zeit zur Verfügung steht. Es kommen somit nur einfache, sicher durchführbare Bergungsmethoden in Frage. Im besondern scheint es schwierig, einen auf einem Mast oder einem Dach Verunfallten rasch zu Boden bringen zu können. Die Ärztekommission des VSE hat sich deshalb gefragt, ob nicht eine Wiederbelebungsmethode zu entwickeln sei, die auf dem Mast durchgeführt werden könnte. Monteure der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) haben jedoch bewiesen, dass es bei etwelcher Übung möglich ist, einen Verunfallten rasch und sicher zu Boden zu bringen (Fig. 2... Fig. 4). Die Ärztekommission des VSE empfiehlt deshalb, die Wiederbelebung erst am Boden einzuleiten, wo sie sich wirksamer durchführen lässt und deshalb mit besserem Erfolg gerechnet werden darf. Dasselbe gilt bei Unfällen auf Dachständern (Fig. 5 und Fig. 6). Bei flachen oder nur schwach geneigten Dächern lässt sich allerdings die Wiederbelebung sehr gut auf dem Dach ausführen.

c) Hausinstallationen

Die vielen Anwendungsmöglichkeiten der Elektrizität und die grosse Zahl der in Betrieb befindlichen Elektrogeräte führt dazu, dass sich die *meisten Elektrounfälle,* und zwar Niederspannungsunfälle, in den Hausinstallationen zutragen. Die Betroffenen sind nicht allein Stromkonsumenten, sondern zu einem sehr grossen Teil Arbeiter, die sich mit

Montage- und Reparaturarbeiten befassen. Die Unfälle der Fachleute in Wohnhäusern und Fabriken, vor allem die *Flammbogenunfälle,* haben in den letzten Jahren eine starke Zunahme erfahren. Gerade vor kurzem hat wieder ein Monteur einen äusserst heftigen Flammbogen ausgelöst. Mit einem Spannungsprüfstift leitete er an einer Steuersicherung einen Erdschluss ein. Dadurch verdampfte das kurze Leitungsstück von einer Sammelschiene zur Steuersicherung. Die Kupferdampfwolke breitete sich nun zwischen den unter der Spannung von 500 V stehenden Polen des in der Nähe befindlichen Leistungsschalters aus, so dass erst jetzt ein Kurzschluss mit Flammbogen entstand. Man macht sich einen Begriff von der Hitzewirkung, wenn man erfährt, dass die Kleider von zwei in einer Entfernung von etwa einem Meter stehenden Monteuren in Flammen aufgingen und einem hinter den beiden sich aufhaltenden Werkmeister die Haare abgebrannt wurden. Seither hat sich ein weiterer schwerer Flammbogen-Unfall ereignet, wobei einem Arbeiter, der in ein unsichtbar in einer Wand verlaufendes 500-V-Kabel gebohrt hatte, ebenfalls die Kleider zu brennen begannen. Dieser erlag einige Tage später den schweren über den ganzen Körper verteilten Brandwunden. Auffällig ist, dass in beiden Fällen die Verunfallten mit brennenden Kleidern wild umhersprangen. Dadurch wurde das Feuer erst recht angefacht. Glücklicherweise kann im ersten Fall ein rasch entschlossener Arbeiter daher, der die brennenden Verunfallten zu Boden warf und sie dort wälzte. Man möge bedenken, dass durch den steten Ausbau der Anlagen auch in den Häusern die Kurzschlussleistungen angestiegen sind und entsprechende thermische Wirkungen auszuüben vermögen. In diesem Zusammenhang sei auch auf die Bestimmungen des Abschnittes 52 in den neuen Hausinstallationsvorschriften des SEV, die sich auf die Schutzmassnahmen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen befassen, hingewiesen und diese Bestimmungen zum Studium empfohlen.

Fig. 6
Rettung vom Dach
Übergang vom Dach auf die Leiter

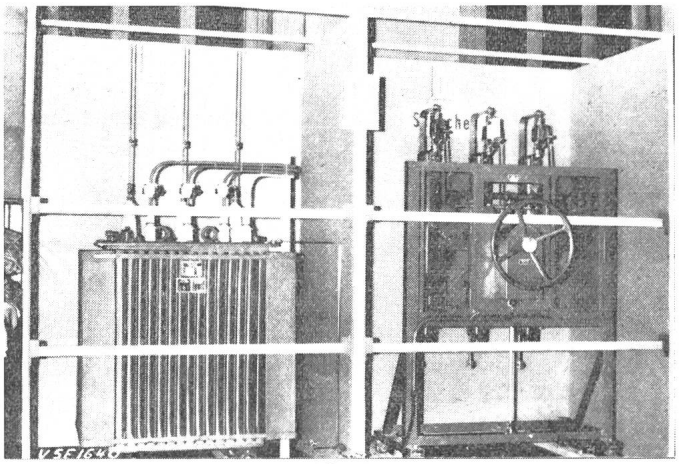

Fig. 7
Übungsattrappe
Transformatoren- und Schalterzelle

Neben den Flammbogenunfällen sind in den Hausinstallationen aber auch Unfälle durch *direkte Stromeinwirkung* zu verzeichnen. Zur Rettung solcher Verunfallter kommt in erster Linie die Ausschaltung in Frage, sei es durch Betätigung eines Schalters, das Ausschrauben von Sicherungen oder das Ausziehen von Steckern aus Steckdosen. Aber auch hier ist rasches Handeln vonnöten. Man hüte sich, lange in einem Hause umherzuirren, um die Sicherungstafel zu suchen und dabei den Verunfallten im Stiche zu lassen. Oft führt ja das Losreissen des Verunfallten rascher zum Ziel. Wie bereits früher erwähnt, achte man darauf, um nicht selbst elektrisiert zu werden, den Verunfallten vom leitenden Boden aus nicht direkt, sondern an den Kleidern zu fassen. Der Helfer kann auch seinen Kittel dem Verunfallten um die Arme, den Körper oder die Beine schlingen und ihn so wegreissen. Oft ist der Verunfallte in der Lage, sich durch geschicktes Verhalten selbst zu retten, indem er sich fallen lässt, mit den Füssen einen Stecker aus einer Steckdose drückt oder einen Kurzschluss einleitet, z. B. durch Zusammenführen erfasster unter Spannung stehender Bananenstecker oder dergleichen. Man bedenke, dass sich der Verunfallte in den ersten Augenblicken meist bei vollem Bewusstsein befindet. Es gilt, diese ersten Augenblicke zu nützen und sich mit äusserster Kraftanstrengung zu befreien versuchen.

d) Notwendigkeit von Rettungsübungen

Abschliessend möchte ich darauf hinweisen, dass wohl jeder Unfall eine gewisse Nervosität ja gar Verwirrung hervorruft. Man kann sich nicht darauf verlassen, im Zeitpunkt der Gefahr ohne weiteres das Richtige zu tun. Es scheint mir deshalb äusserst wichtig, mit dem Personal *Rettungseinsätze zu üben* und es vor allem auch auf die am Arbeitsort zur Verfügung stehenden Hilfsmittel aufmerksam zu machen. Schon mehrmals konnte ich erfahren, dass ein Helfer in der Aufregung nicht mehr wusste, wo er rasch und sicher ausschalten konnte. Um Übungen gefahrlos durchführen zu können, lohnt es sich unter Umständen, Attrappen zu erstellen, wie das beispielsweise der Seeländische Elektrizitätsverband für eine erfolgreich durchgeführte Rettungsübung getan hat (Fig. 7).

Adresse des Autors:
E. Homberger, Ing., Chef des Inspektions- und Unfallwesens des Eidg. Starkstrominspektorates, Zürich.