Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 25 (1934)
Heft: 21

Artikel: Der elektrische Unfall
Autor: Sibler, F.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1056580

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: 22.08.2025

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

ASSOCIATION SUISSE DES ÉLECTRICIENS

BULLETIN

RÉDACTION:
Secrétariat général de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales Suisses d'électricité, Zurich 8

EDITEUR ET ADMINISTRATION:
S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Zurich 4
Stauffacherquai 36/40

Reproduction interdite sans l'assentiment de la rédaction et sans indication des sources

XXVe Année | N° 21 | Vendredi, 12 Octobre 1934

Bericht über die Diskussionsversammlung des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)

abgehalten am Samstag, dem 7. April 1934, in Olten.

(Fortsetzung von Seite 538.)

Der elektrische Unfall.

Referat von *F. Sibler*, Ingenieur des Starkstrominspektorates, Zürich.

612.014.425 : 614.8 : 621.3

Der VSE bestellte vor einigen Jahren eine Aerztekommission zum Studium der Starkstromunfälle. Im ersten Teil des im folgenden wiedergegebenen Vortrages werden die bisherigen Forschungsergebnisse dieser Studienkommission über die physiologischen Wirkungen des elektrischen Stromes besprochen.

Der zweite Teil behandelt jenen Abschnitt der neuen bundesrätlichen Verordnung über Starkstromanlagen vom 7. Juli 1933, der sich besonders mit den Massnahmen zur Unfallverhütung befasst und die einschlägigen Vorschriftenbestimmungen enthält.

L'UCS créa, il y a quelques années, une Commission de médecins pour l'étude des accidents dus au courant fort. La première partie de la conférence reproduite ci-après donne les résultats des études faites jusqu'ici par cette commission sur les effets physiologiques du courant électrique.

Dans la suite l'auteur s'exprime au sujet des articles de la nouvelle ordonnance fédérale sur les installations à fort courant du 7 juillet 1933 qui tendent spécialement à éviter des accidents électriques et contiennent les prescriptions y relatives.

I. Aus der Physiologie des Starkstromunfalles.

Die vom Starkstrominspektorat bearbeitete Statistik der Starkstromunfälle weist alljährlich eine beträchtliche Anzahl von elektrischen Unfällen auf. Aus der Zusammenstellung über die Unfälle der Jahre 1932 und 1933, die im Bulletin des SEV 1934, Nr. 8, veröffentlicht wurde, geht hervor, dass in diesen beiden Jahren ohne die Unfälle an elektrischen Bahnanlagen durch den elektrischen Strom 54 Personen getötet und 159 Personen verletzt wurden. In den letzten zehn Jahren ereigneten sich insgesamt — wiederum ohne die Bahnanlagen — 167 Todesfälle an Niederspannungsanlagen und 108 Todesfälle an Hochspannungsanlagen.

Auffallend ist beim näheren Studium der Unfallstatistik immer wieder die Tatsache, dass Opfer von *Hochspannungs*unfällen weiter leben, trotzdem sie ganz erhebliche Verbrennungen erlitten haben, Verbrennungen, die voraussetzen lassen, dass die den Körper durchfliessende Stromstärke mehrere Ampères erreicht hat, und dass diese Verunfallten entweder geheilt werden oder erst später an den Folgen der Verbrennungen oder an den Sturzverletzungen sterben. Im Jahre 1929 z. B. verlief nur ein einziger von sechs Unfällen im Spannungsbereich von ca. 50 000 V tödlich, und auch hier trat der Tod erst nach 35 Stunden als Folge der ausgedehnten Verbrennungen ein. Auf das Gebiet dieser Verbrennungen soll indessen hier nicht näher eingetreten werden.

Schwieriger gestalten sich jene *Niederspannungs*unfälle, wo nur Bruchteile eines Ampères zur Auswirkung kamen, wo keine Verletzungen, ja manchmal kaum Strommarken feststellbar sind, wo jedoch das Leben des Verunfallten einen jähen Abschluss gefunden hat. Bei solchen Niederspannungsunfällen lassen sich zwei Todesursachen feststellen, die beide darauf zurückzuführen sind, dass der Wechselstrom — wie übrigens auch der pulsierende Gleichstrom — auf die Muskeln eine Kontraktionswirkung ausübt und damit den bekannten Muskelkrampf hervorruft.

Wirkt der elektrische Strom in besonderem Masse auf die Brustmuskeln ein, so wird die Lunge zusammengepresst und die Atmung aufgehoben. Als Folge dieser Elektrisierung tritt der Erstikkungstod ein, wenn nicht möglichst bald Wiederbelebungsversuche unternommen werden, die die Atmung wieder in Gang bringen sollen. Liegt nur

eine solche Lungenlähmung vor, was aber nicht zum vorneherein ersichtlich ist, so darf meistens ein Erfolg der künstlichen Beatmung erhofft werden. Schlimmer ist es, wenn die Herzmuskulatur durch den elektrischen Strom in ihrer rhythmischen Tätigkeit gestört wird, weil diese Herzschäden nach den vorliegenden Erfahrungen im allgemeinen den Tod nach sich ziehen. Es ist dabei zu beachten, dass die Gefahr für das Herz durch den Umstand erhöht wird, dass es infolge seiner dicken Muskelwände und der blutgefüllten Kammern im Brustkasten weitaus der beste Leiter ist. Nach Versuchen des im Dezember 1929 verstorbenen Herrn Dr. med. Schwyzer in Kastanienbaum erhält das Herz bei einem Stromfluss durch den Oberkörper, der sich z. B. einstellt, wenn die linke Hand die Stromeintrittsstelle und die Füsse die Stromaustrittsstelle bilden, ca. 30 bis 35 % des Stromes. Die grösste Leitfähigkeit im Körper besitzt das Blut. Der spezifische Widerstand der Muskeln ist vier- bis fünfmal grösser. Die Muskeln nehmen aber einen viel grösseren Raum ein als die Blutgefässe und erhalten deshalb für den Stromdurchgang doch eine erhebliche Bedeutung.

Bei der Frage des Starkstromtodes liegen für den Arzt Probleme vor, deren Lösung schon vielfach versucht, aber bis dahin nur mangelhaft gelungen ist. In der Schweiz widmete vor allem der bereits genannte Herr Dr. Schwyzer in Kastanienbaum den Problemen der Elektropathologie, d. h. der Krankheitslehre der Starkstromunfälle, langjährige Studien und Forschungen. Schon in den Jahren 1925 und 1926 veröffentlichte er im Bulletin des SEV die Ergebnisse seiner Forschungen über die physiologischen Stromwirkungen und über die Probleme der Elektropathologie. Aus seinen Darlegungen ergab sich klar die Notwendigkeit, das elektrische Rettungswesen noch zweckmässiger zu gestalten und mit erfolgreicheren Hilfsmitteln auszurüsten.

Seit einigen Jahren besteht in diesem Sinne eine Aerztekommission des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke zum Studium der Starkstromunfälle. Ihre Entstehung verdanken wir der Initiative der Herren Dr. Schwyzer und Direktor Ringwald in Luzern. Vor einiger Zeit wurde Herr Dr. Sulzer als Forschungsarzt für diese Arbeiten verpflichtet, mit der Aufgabe, in erster Linie das Wesen des Herztodes zu erforschen und, wenn möglich, wirksame Rettungsmassnahmen gegen elektrische Herzschäden ausfindig zu machen. Diese Forschungen haben schon heute teilweise ganz interessante Resultate ergeben, wenngleich zuzugeben ist, dass von dieser Erkenntnis bis zur Durchführung von Rettungsmassnahmen im praktischen Falle noch ein weiter Weg beschritten werden muss. Diese Forschungsergebnisse sollen im folgenden näher besprochen werden.

Als gefährlichste Wirkung des elektrischen Stromes ist das Herzkammerflimmern bekannt. Unter Herzkammerflimmern ist eine Tätigkeit zu verstehen, die von der normalen Herzaktion dadurch verschieden ist, dass an Stelle der rhythmischen Pumpbewegungen, wo der Herzmuskel sich ständig zusammenzieht und dann wieder erschlafft, was den Blutkreislauf herbeiführt, eine andauernde zitternde Bewegung der Herzkammern tritt, bei der so gut wie kein Blut mehr gefördert wird. Das Auftreten dieses Herzkammerflimmerns wurde bei Tierexperimenten festgestellt, wenn das Herz von verhältnismässig kleinen Strömen in der Grössenordnung, die bei Niederspannungsunfällen vorkommt, betroffen wird. Es handelt sich bei diesem Flimmern des Herzens um eine komplizierte Naturerscheinung, deren Aufklärung der Wissenschaft trotz vieler Mühen und Arbeiten von bekannten Autoritäten noch nicht gelungen ist. Für die Beurteilung der Rettungsmittel und der Erfolgsmöglichkeiten der Wiederbelebung ist aber das volle Verständnis der dem Flimmern zugrunde liegenden Funktionsstörungen von grösster Bedeutung. Der Erforschung dieses Fragenkomplexes waren deshalb umfangreiche Studien und Versuchsarbeiten des Forschungsarztes der Aerztekommission des VSE, die dieser unter Leitung von Herrn Prof. Dr. Cloetta am pharmakologischen Institut in Zürich durchführt, gewidmet.

Bei den Versuchen zeigte es sich anfänglich, dass wertvolles Tiermaterial leicht nutzlos verlorenging, weil bei der Anwendung von Niederspannungswechselströmen das Herzkammerflimmern auftrat. Dieser Flimmerzustand führte infolge Stillegung des Blutkreislaufes alsdann ziemlich rasch zum Absterben der Versuchstiere. Deshalb entschlossen sich die Versuchsleiter, die Forschungen an isolierten Herzen, wo weniger rasch mit dem Abbrechen der Versuche zu rechnen ist, fortzusetzen. Das Vorgehen ist folgendes: Aus dem Leibe eines narkotisierten Hundes wird das Herz herausgenommen und an einen künstlichen Blutkreislauf angeschlossen. Dieser Blutkreislauf wird mit dem ungerinnbar gemachten Blute des gleichen Tieres gespiesen und fortlaufend mit Sauerstoff genährt. Gleichzeitig hält man das Blut auf konstanter Körpertemperatur. Derart gelingt es, das Herz wieder zum normalen Schlagen zu bringen, d. h. das isolierte Herz nimmt in diesem künstlichen Blutkreislauf die Arbeit in gleicher Weise wie im lebenden Körper wieder auf. Für die Elektrisierungsversuche führt man zwei Elektroden in die Herzkammern ein und verbindet sie mit einer elektrischen Spannungsquelle. Wird dann dieses rhythmisch arbeitende Herz einem kurzzeitigen Stromdurchgang von z. B. 100 bis 200 Milliampère ausgesetzt, so kann man beobachten, wie an Stelle des regelmässigen Schlagens das Herzkammerflimmern tritt und auch nach dem Stromdurchgang fortdauert. Sofern es nun gelingt, innert nützlicher Frist auf irgendeine Weise diesem Flimmern Einhalt zu tun und die Herztätigkeit vollständig stillzulegen, so stellt sich, wie die Erfahrung zeigt, im Anschluss an den Stillstand der Herzschlag spontan wieder ein, d. h. das Leben ist gerettet. Die un-

mittelbare Lebensgefahr bei Starkstromunfällen liegt also im wesentlichen im Herzkammerflimmern. Da dieses Flimmern nach Ansicht der Aerzte auf Erregungswellen beruht, die im Herzmuskel kreisen, so muss darnach getrachtet werden, diese Erregungswellen abzustellen. Im Kampfe gegen das Flimmern wurden zwei Methoden, eine pharmakologische und eine physikalische, ausprobiert.

Pharmakologisch lässt sich das Herzkammerflimmern durch Injektion von lähmenden Mitteln, wie Kaliumchlorid, beseitigen. Am isolierten Herzen ist es leicht, diese lähmende Substanz einzuführen und, sobald das Herz vollkommen zur Ruhe gekommen ist, wieder herauszuspülen, weil ja der Kreislauf künstlich gefördert wird. Sobald dieser Prozess durchgeführt ist, fängt das Herz von selbst wieder an zu schlagen, besonders, wenn noch ein stärkendes Präparat ins Herz hineingebracht wird. Leider lässt sich aber dieses Herausspülen der injizierten lähmenden Substanz nur am künstlich durchströmten Herzen ausführen, da im Organismus selbst der Kreislauf des Blutes unterbrochen ist, sobald der rhythmische Herzschlag aufhört. Die Anwendung dieser Methode ist daher erst denkbar, wenn es der Wissenschaft gelingt, ein lähmendes Mittel zu finden, das nach seiner Wirkung im Gewebe rasch selber zerstört wird und damit der Wiederaufnahme der Herztätigkeit nicht im Wege steht.

Resultate, die auch für die praktische Anwendung einen Erfolg erhoffen lassen, ergaben dann die durchgeführten Versuche nach der physikalischen Methode. Diese Methode wurde schon vor Jahren durch die Genfer Forscher Prévost und Batelli vorgeschlagen. Sie besteht darin, dass man auf das im Flimmerzustand befindliche Herz kurzzeitig einen erheblichen Stromstoss wirken lässt. Nach Versuchen von amerikanischen Aerzten soll eine Stromstärke von 0,8 A im Herzen selbst erforderlich sein. Dieser Stromstoss übt auf den Herzmuskel einen so starken Reiz aus, dass das Herzkammerflimmern aufhört und ein vollständiger Herzstillstand eintritt. Nach den heutigen Forschungsergebnissen ist diese vollständige Lähmung nötig, damit nachher spontan die normale Herztätigkeit wieder einsetzt. Mit andern Worten, es besteht theoretisch die Möglichkeit, einen Verunfallten, dessen Herz durch eine Elektrisierung in den Flimmerzustand versetzt wurde, auf die Weise zu retten, dass man z. B. unter Einführen von Nadelelektroden in sein Herz einen weiteren starken Stromstoss auf dieses Organ einwirken lässt und es derart zunächst vollständig lähmt. Werden diese Nadelelektroden, indem man sie mit einem innern Kanal versieht, ausserdem dazu benützt, Reizmittel ins Herz einzuführen, so kann dies den Erfolg wesentlich wahrscheinlicher machen. Diese physikalische Methode ergab bei den Versuchen am isolierten Herzen bereits wiederholt positive Erfolge. Sie darf deshalb auch für die praktische Anwendung als aussichtsreich gelten. Allerdings ist der Weg bis zur eigentlichen Umsetzung in die Praxis noch ein recht weiter. Die grösste Schwierigkeit besteht schon darin, dass diese Methode für sich allein nur Erfolg haben kann, wenn sie innerhalb eines Zeitraumes von wenigen Minuten nach dem Eintreten des Flimmerns angewandt wird. Deshalb muss ein weiteres Bestreben dahin gehen, intrakardiale Injektionen, d. h. direkte Einspritzungen in das Herz ausfindig zu machen, durch die die Rettungszeit verlängert wird.

Diese physikalische Rettungsmethode zeigt deutlich eine direkte Analogie zu der bereits erwähnten Erscheinung, dass Hochspannungsunfälle verhältnismässig selten den sofortigen Tod bewirken, weil die dabei auftretenden Stromstärken von über ein Ampère nur einen momentanen vollständigen Herzstillstand hervorrufen, während Niederspannungsströme das Herzkammerflimmern auslösen und damit zum Tode führen.

Die Forschungen der Aerztekommission erstrekken sich derzeit auch noch auf eine dritte Rettungsmethode, die durch Injektion von Cocain einen direkten Uebergang vom Herzkammerflimmern zum Herzschlag erzwingen will. Allerdings handelt es sich hier um die allerneueste, noch nicht ausprobierte und auf ihre praktische Verwendbarkeit geprüfte Rettungsmassnahme, so dass sie nur kurz erwähnt sein soll.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass die Aerztekommission des VSE bereits wesentliches zur Abklärung der Funktionsvorgänge beim elektrischen Unfall beigetragen hat und sich ernstlich um die Herauskristallisierung einer zweckmässigen Rettungsmethode bemüht. Die für diesen Zweck bereitgestellten Mittel werden gewiss nicht nutzlos aufgebracht sein.

II. Die Unfallverhütung in der neuen bundesrätlichen Verordnung über Starkstromanlagen.

Der erste Teil dieser Ausführungen zeigt, dass die heutigen Rettungsmassnahmen bei Starkstromunfällen noch unvollkommen sind. Um so mehr besteht für die technischen Organe die Pflicht, Unfälle zu verhüten. Die neue bundesrätliche Verordnung über Starkstromanlagen vom 7. Juli 1933 sucht denn auch, entsprechend ihrem hauptsächlichsten Zweck, in allen ihren Teilen einen möglichst grossen Schutz gegen Personen- und Sachschädigungen zu erreichen. Speziell in die unter das Kapitel «Allgemeine Bestimmungen» fallenden Artikel 4 bis 10 wurden ziemlich eingehende Vorschriften für die Unfallverhütung aufgenommen. Die Art. 4 bis 6 enthalten zunächst nur die allgemeinen Weisungen für den unfall- und störungssicheren Ausbau der Anlagen. Sie bilden die Grundlage zu den späteren Kapiteln der Verordnung über die Schutzmassnahmen (wo besonders die Erdung ausführlich behandelt wird), über die Beschaffenheit der Apparate sowie über den Bau der Anlagen und Leitungen.

Hier sollen indessen nicht diese Bestimmungen, sondern nur die eigentlichen Unfallverhütungsvor-

schriften im engeren Sinne, die zum Schutze des Personals aufgestellt wurden und in den früheren Vorschriften nicht enthalten waren, etwas näher besprochen werden. Es sind dies der Art. 7, der das Arbeiten an Starkstromanlagen regelt, der Art. 8, der die Massnahmen zum Schutze der Arbeitenden aufzählt, und endlich der Art. 9, wo die Instruktion und Ausrüstung des Personals vorgeschrieben wird.

Ziffer 1 von Art. 7 lautet:

«An Starkstromanlagen dürfen, auch wenn sie spannungslos sind, Arbeiten nur von fachlich ausgebildetem und zweckmässig ausgerüstetem Personal ausgeführt werden. Müssen für besondere Arbeiten Leute beigezogen werden, die nicht elektrotechnisch ausgebildet sind, so sind sie vorher entsprechend zu instruieren.»

Diese Bestimmung sollte eigentlich als eine Selbstverständlichkeit aufgefasst werden dürfen. Leider ist dies aber noch nicht überall der Fall. Besonders bei kleinen Genossenschaften und Korporationen betätigen sich oft Leute als Ortselektriker und Installateure, deren Hauptberuf Schmied, Uhrmacher oder auch Coiffeur ist und die sich lediglich im Laufe der Jahre einige Detailkenntnisse angeeignet haben. Die Verwendung von fachlich ausgebildetem oder doch eingehend instruiertem Personal ist besonders in Hochspannungsanlagen wichtig, da man immer wieder die Erfahrung machen muss, dass Bauarbeiter, Hilfspersonen und dergleichen in Schaltanlagen die Unfallgefahren nicht genügend erkennen oder durch Handlungen, die sie am Betriebspersonal beobachten, sich zu verkehrten Manipulationen hinreissen lassen. In der neuen Zusammenstellung über die Starkstromunfälle der beiden letzten Jahre sind zwei Todesfälle erwähnt, von denen Hilfsarbeiter in Hochspannungsanlagen betroffen wurden. Bei einem dieser Unfälle handelte es sich um einen Bauhandlanger, der schon längere Zeit beim Bau eines Unterwerkes beschäftigt war und deshalb als einigermassen instruiert gelten konnte, ganz abgesehen davon, dass durch stark hervortretende Warnungsaufschriften die Hochspannung führenden Anlageteile deutlich als solche bezeichnet waren. Trotzdem entfernte dieser Bauarbeiter eigenmächtig die Vergitterung vor einer Hochspannungszelle, trat in diese hinein und kam mit der Hochspannung in Berührung. Die Forderung, dass Personal, das nicht elektrotechnisch ausgebildet ist, nur nach vorhergehender Instruktion für besondere Arbeiten zugezogen werden darf, wäre deshalb für Hochspannungsanlagen eher noch in dem Sinne auszudehnen, dass Nichtfachleute darin gar nicht sich selbst überlassen bleiben sollten.

Nach Absatz 2 von Art. 7 dürfen an unter Hochspannung stehenden Anlageteilen keine Arbeiten vorgenommen werden. Diese Bestimmung ist selbstverständlich und braucht nicht näher erörtert zu werden.

Anders steht die Sache beim Arbeiten an Niederspannungsanlagen. Hier bestimmt Abs. 3, dass

«an unter Niederspannung stehenden Anlageteilen nur ausnahmsweise und nur dann gearbeitet werden darf, wenn die Arbeitenden durch zuverlässige Sicherungsmassnahmen ausreichend geschützt sind».

Die Vorschriftenkommission war sich bewusst, dass es heute oft schwer ist, für Netzerweiterungen, für Arbeiten an Hausanschlüssen und dergleichen die Leitungen stets spannungslos zu machen, da die Anwendung der Elektrizität so in alle Gewerbe und in mannigfaltigster Art in die einzelnen Haushaltungen eingedrungen ist, dass die Abonnenten jeden, auch den kleinsten Lieferungsunterbruch als störend empfinden und nicht verschmerzen wollen. Die Starkstromverordnung lässt deshalb die Möglichkeit für das Arbeiten in solchen dringenden Fällen offen. Diese Notwendigkeit wird allerdings bei den einzelnen Werken verschieden beurteilt, was schon aus der Art und Weise, wie an verschiedenen Orten die Hausanschlüsse gemacht werden, hervorgeht. So werden z. B. in zwei grösseren Städten schon seit mehr als 20 Jahren in den 250 V- und 220/380 Volt-Kabelnetzen die Abonnentenzuleitungen unter Spannung mit den Speisesträngen verbunden, während zwei andere grosse Städte grundsätzlich diese Arbeiten nur im spannungslosen Zustande vornehmen lassen. (In den 500-Volt-Netzen erlaubt nach unserer Kenntnis kein Werk das Arbeiten unter Spannung.) Die beiden Elektrizitätswerke, die den Anschluss unter Spannung zulassen, können darauf hinweisen, dass in dieser mindestens 20jährigen Praxis bei solchen unter Spannung ausgeführten Anschlussarbeiten in Kabelnetzen, abgesehen von ganz vereinzelten Flammenbogenschäden, keine Unfälle oder Betriebsstörungen zu verzeichnen waren. Immerhin ist zu beachten, dass dieses günstige Resultat nur durch die strikte Anwendung von besondern Schutzmassnahmen erreicht werden konnte. Nur ganz geübte, zuverlässige Monteure sind zu diesen Arbeiten zugelassen. Es wird ausserdem die Anwesenheit eines zweiten Mannes, gewöhnlich eines gut eingearbeiteten Hilfsmonteurs zur Pflicht gemacht. Als isolierende Unterlagen müssen trockene Bretter und als Werkzeuge solche mit isolierten Griffen benützt werden. Im weitern darf stets nur eine von den 2 bis 4 Kabeladern blankgelegt werden, d. h. jede Ader wird nach dem Zusammenklemmen wieder isoliert, bevor zum Anschneiden der Isolation der nächsten Ader geschritten wird. So wurde durch grösste Sorgfalt ein zuverlässiger Unfallschutz erreicht.

Diese Arbeitsmethode lässt sich aber nicht auf Freileitungen übertragen, weil die Leitungsdrähte in ihrem ganzen Umfange blank sind. Damit ist ohne weiteres klar, dass hier die Unfallgefahr eine wesentlich grössere ist. Die Unfallstatistik verzeichnet denn auch jedes Jahr Unfälle, die auf die Ausführung von Arbeiten an Niederspannungsfreileitungen unter Spannung zurückzuführen sind. In einer aargauischen Gemeinde wurde z. B. ein Monteur getötet, als er eine Abonnentenleitung an den verstärkten, unter Spannung befindlichen Speise-

strang anschliessen wollte. Er schloss zuerst den Polleiter an und ergriff hierauf mit der linken Hand den Abonnenten-Nulleiter. Gleichzeitig berührte er aber auch zufällig mit der rechten Hand den Netznulleiter und setzte sich so einer Spannung von 145 V aus, weil der Abonnentennulleiter durch die Spannungsspule des Zählers hindurch mit dem Netzpolleiter verbunden war. Hätte der Monteur beim Abonnenten die Hausanschlußsicherungen herausgeschraubt, so wäre diese Gefahr vermieden worden. Die Schutzmassnahmen waren also hier offenbar ungenügend gewesen. — Ein Gruppenführer wurde getötet, als er auf einer Stange ein 220/380-Volt-Freileitungsstück unter Spannung vom Netz abtrennen wollte. Beim Lösen des Verbindungsbogens des letzten Polleiters schaltete er sich mit den beiden Händen zwischen diesen Netzpolleiter und das abgetrennte, aber geerdete Leitungsstück und setzte sich so dem Stromdurchgang aus. In noch anderen Fällen achtete der die Arbeit ausführende Monteur nicht darauf, dass er mit den Steigeisen eine längs der Stange heruntergeführte Erdleitung oder ein mit der Erde in Verbindung stehendes Rohrstück berührte. Diese wenigen Beispiele dürften genügen, um zu zeigen, dass das Arbeiten unter Spannung in Niederspannungsanlagen auf dringend nötige Fälle beschränkt bleiben muss und nur bei Anwendung zuverlässiger Schutzmassnahmen vor sich gehen darf. In den Erläuterungen zu Art. 7 wird gesagt, was unter solchen Schutzmassnahmen verstanden ist und dabei beispielsweise die Anbringung von Warnungsaufschriften, die Verschalung spannungführender Teile, die ständige Ueberwachung während der Arbeit aufgeführt. Als weitere Massnahme ist auch die in Ziffer 6 von Art. 8 enthaltene Vorschrift zu beachten, dass zu Arbeiten an Teilen im Freien, die unter Niederspannung stehen, mindestens 2 Mann beordert werden müssen.

Oefters kommt das Arbeiten unter Spannung auch in Hausinstallationen, insbesondere bei Zählerauswechslungen in grösseren Liegenschaften, wo besondere Zählersicherungen fehlen, vor. Auch für diese Arbeiten ist es natürlich wichtig, für einen zuverlässig isolierten Standort zu sorgen und nur isolierte Werkzeuge zu verwenden. Es sei hier ein besonderer Fall aus dem Kanton Bern erwähnt. Dort glaubte sich ein Monteur für die Auswechslung eines 250-V-Zählers auf dem Holzboden einer Schuhmacherwerkstatt genügend isoliert. Trotzdem erlitt er aber beim Durchschneiden eines Drahtes mit einer nicht isolierten Zange einen tödlich wirkenden Stromdurchgang durch seinen Körper. Wie die Untersuchung ergab, hatte diese Werkstatt vor mehr als 10 Jahren als Salzmagazin gedient. Der Holzboden war von dieser Zeit her noch so mit Salz durchtränkt, dass er, entgegen der Voraussetzung des Verunfallten, einen gut leitenden Standort bildete. Der Unfall hätte sich schon deshalb vermeiden lassen, weil gar keine Notwendigkeit vorlag, den Zähler unter Spannung anzuschliessen; das Herausschrauben der Sicherungen scheint mehr aus Bequemlichkeitsgründen unterblieben zu sein. Auch würde die Verwendung von Werkzeugen mit isolierten Griffen einen wesentlichen Schutz geboten haben.

Die weitere Ziffer 4 von Art. 7 besagt, dass die Handhabung von Einrichtungen, die für die Bedienung unter Spannung gebaut sind, nicht unter die vorgenannten Einschränkungen fällt. Es handelt sich hier um die Betätigung von Trennern, von Hochspannungssicherungen mit Isolierzangen und dergleichen.

Eine wichtige Bestimmung enthält die folgende Ziffer 5. Es wird darin vorgeschrieben, dass bei Arbeiten an spannungslosen Anlageteilen Vorkehrungen zu treffen sind, die verhindern, dass benachbarte, unter Spannung stehende Anlageteile die Arbeiter gefährden. Als zweckdienlich sind hiezu Umhüllungen von spannungsführenden Anlageteilen, Abschrankungen und Warnungsaufschriften zu nennen. Besonders bei Arbeiten in Hochspannungsanlagen soll gesucht werden, das wiederholt vorgekommene Verwechseln von benachbarten gleichartig gebauten Schaltzellen zu verhindern. Zu diesem Zwecke empfiehlt es sich, z. B. vor den neben der Arbeitsstelle gelegenen Anlageteilen während der Dauer der Arbeit besondere Warnungsaufschriften aufzuhängen, ausserdem aber auch Schutzbarrieren und dergleichen vor der Arbeitszelle wegzunehmen, um diese gegenüber andern Schaltzellen hervortreten zu lassen. Es soll auf diese Weise auch verhindert werden, dass die Leute sich daran gewöhnen, Schutzbarrieren bei solchen Arbeiten einfach zu überklettern, wie dies z. B. bei einem Unfall vorgekommen ist, wo ein Maschinist ein vollständig abgetrenntes Schalterfeld zu reinigen hatte und kurzerhand die Schutzbarriere überkletterte, anstatt sie wegzunehmen. Er verliess etwas später seinen Arbeitsplatz, um Reinigungsmaterial zu holen und betrat bei der Rückkehr irrtümlicherweise eine an das Arbeitsfeld anstossende Schaltzelle. Hätte er aber vorher die Schutzbarriere entfernt und nicht nur überklettert, so wäre er bei seiner Rückkehr sozusagen zwangsläufig wieder in die richtige Schaltzelle eingetreten und der Irrtum wäre vermieden worden. Die Annäherung an 36 000-V-Anlageteile hatte den Tod des Maschinisten zur Folge.

Art. 8 der bundesrätlichen Verordnung regelt die besondern Massnahmen zum Schutze des Personals in bestehenden elektrischen Anlagen. Durchgeht man die Unfallstatistiken, so stösst man immer wieder auf Unfälle, die dadurch verursacht wurden, dass bei Arbeiten, besonders an Hochspannungsanlagen, keine ausreichenden Vereinbarungen getroffen, oder dass die getroffenen Vereinbarungen nicht befolgt wurden. Es sind Fälle vorgekommen, wo die Einhaltung der festgelegten Schaltzeiten unterblieb, ferner solche, wo telephonische oder optische Uebermittlungen falsch verstanden und ausgeführt wurden. Gerade die Unfallstatistik der Jahre 1932 und 1933 verzeichnet diesbezüglich zwei schwere Unfälle. In einem Fall musste unvorher-

gesehenerweise ein Schaltbefehl, dessen Ausführung der Gruppenchef sich selbst vorbehalten hatte, an einen Dritten telephonisch übermittelt werden. Infolge eines Missverständnisses erfolgte die Ausschaltung dieses Leitungsstranges 5 Minuten zu spät. Ein Monteur, der auf diesem Strang arbeiten sollte, kam innerhalb dieser 5 Minuten mit einem Hochspannungsteil in Berührung und wurde getötet. Sein eigener Fehler bestand darin, dass er es unterlassen hatte, die Hochspannungsleitung an der Arbeitsstelle zu erden und kurzzuschliessen. — Im zweiten Fall, der in der Zusammenstellung der Unfälle der Jahre 1932 und 1933 näher beschrieben ist, versagte infolge schlechter Sichtverhältnisse die vereinbarte optische Signalgebung. Aber auch hier hätte sich der Unfall wahrscheinlich nicht ereignet, wenn man nicht am Arbeitsplatz vom Erden und Kurzschliessen der Leitung abgesehen hätte.

Aehnliche Vorkommnisse haben das Zentralsekretariat des Schweizerischen Verbandes des Personals öffentlicher Dienste veranlasst, im August 1931 an das Eidg. Post- und Eisenbahndepartement zu gelangen, um für solche Arbeiten an Hochspannungsanlagen schärfere Bestimmungen zu erhalten. Die Regelung der Schaltungen auf bestimmte Zeit erschien den Antragstellern als nicht genügend. Solche Schaltvereinbarungen auf bestimmte Zeiten sollten daher als unzulässig erklärt werden und in den Vorschriften sollte direkt bestimmt werden, dass der mit der Arbeit Beauftragte persönlich die Meldung über die vollzogene Abschaltung zu erhalten habe. Der genannte Verband erachtete die damit geforderte Einschränkung unter der Verwentung von telephonischen oder akustischen Signalen als praktisch ohne Schwierigkeiten durchführbar. Es ist zuzugeben, dass in bewohnten Gegenden eine solche Regelung wohl keine zu grossen Schwierigkeiten bietet. Zieht man aber Ueberlandleitungen im Gebirge und in unwirtsamen Gegenden in Betracht, so wird die Durchführung dieses Postulates erheblich schwieriger.

Die Vorschriftenkommission war denn auch bereit, den guten Kern, der in der Anregung des Personalverbandes enthalten war, zu berücksichtigen. In erster Linie bestimmt der in die Verordnung aufgenommene Art. 8, dass Vereinbarungen über Zeit, Ort, Art und Umfang der auszuführenden Arbeiten den mit der Arbeit Beauftragten schriftlich zu übergeben sind. Ausnahmen hievon werden jedoch zugelassen, entweder wenn der mit der Ausführung Beauftragte selbst hinreichend technisches Verständnis und Erfahrung besitzt, um die nötigen Sicherungsmassnahmen unter eigener Verantwortung treffen zu können, oder, wenn das verantwortliche Betriebsorgan alle Schaltungen selbst vornimmt, oder unter seiner Aufsicht vornehmen lässt und die Arbeiten persönlich überwacht. Immerhin ist es ratsam, diese Ausnahmen nicht allzusehr auszudehnen, sondern sich zum Grundsatz zu machen, Betriebsarbeiten an Hochspannungsanlagen wo nur irgend möglich nur nach schriftlich festgelegten und bekanntgegebenen Programmen vorzunehmen. Ganz durchführen lässt sich dieser Grundsatz kaum, denn es wird leider immer noch Betriebsstörungen und Anlagebeschädigungen geben, die keine Zeit für lange schriftliche Festlegungen und Mitteilungen lassen.

Von grosser Wichtigkeit ist die Bestimmung von Abs. 3 in Art. 8, wonach ein mündlich oder telephonisch übermittelter Auftrag stets zu wiederholen ist. Die Notwendigkeit dieser Bestimmung ist ohne weiteres klar, wenn daran erinnert wird, wie oft mündliche und telephonische Auftragsübermittlungen bei der Wiederholung richtiggestellt oder doch präzisiert werden müssen.

Der folgende Absatz 4 lautet:

«Wenn ein Anlageteil spannungslos gemacht werden muss, um Arbeiten daran auszuführen, genügt es nicht, lediglich bestimmte Zeiten für die Aus- und Einschaltung abzumachen, sondern es darf die Arbeit nicht begonnen werden, bevor die Sicherheit besteht, dass der Anlageteil spannungsfrei ist. Ebenso darf nicht wieder eingeschaltet werden, bevor die Sicherheit besteht, dass dies ohne Gefahr für die Arbeitenden geschehen kann.»

In den Erläuterungen wird hierzu noch betont, dass man sich nach dem Ausschalten nicht allein auf das Zurückgehen der Zeiger von Messinstrumenten, auf das Erlöschen eingeschalteter Lampen oder auf das Aufhören von Transformatorengeräuschen und dergleichen verlassen dürfe.

Sowohl der Verordnungstext, als auch die zugehörigen Erläuterungen lassen erkennen, dass hier den Anregungen des Personalverbandes Rechnung getragen wurde.

Absatz 5 des gleichen Artikels enthält eine Bestimmung, die schon früher in den meisten Betrieben gehandhabt wurde, indem hier gesagt ist, dass, um unbefugtes oder irrtümliches Schalten zu verhindern, die Schalter und Trennerantriebe zu verriegeln oder doch mit Aufschriften wie «Schalten verboten», «Auf Leitung wird gearbeitet» zu versehen sind.

Der weitere Text lautet, dass zu Arbeiten an unter Niederspannung stehenden Teilen im Freien immer 2 Mann beordert werden müssen, wobei der eine für die Durchführung verantwortlich zu machen ist. Diese Vorschrift wurde vom Personalverband stark befürwortet und hat gewiss ihre Berechtigung, wenn man die Gefahren in Betracht zieht, die den Monteur bei solchen Arbeiten umlauern. Es ist nicht zu leugnen, dass ein Monteur diesen Gefahren in manchen Fällen eher ausweichen wird, wenn er weiss, dass er überwacht ist und dass er deshalb seinem Arbeitseifer, besonders aber seiner Missachtung der Gefahr weniger die Zügel schiessen lassen darf.

Im Sinne der Unfallverhütung bei Arbeiten an elektrischen Anlagen kommt eine ganz besondere Wichtigkeit den beiden letzten Anordnungen von Art. 8 in Absatz 7 und 8 zu. Denn hier, wo die Forderung aufgestellt wird, dass an Hochspannungsanlageteilen nur gearbeitet werden darf, wenn diese in der Nähe der Arbeitsstelle zuvor geerdet und kurzgeschlossen worden sind, gibt man dem

mit einer solchen Arbeit Beauftragten eine wirksame Schutzmassnahme in die Hand für den Fall, wo mit der Abschaltung nicht alles klappen sollte. Es wurde bereits bei den Arbeiten an Freileitungsnetzen auf zwei Unfälle hingewiesen, wo sich die Unterlassung der Erdung als verhängnisvoll erwies; es liessen sich diesen Beispielen leicht weitere hinzufügen. Ein besonderes Augenmerk ist aber auch darauf zu richten, dass die Erdung und das Kurzschliessen richtig und sachgemäss vorgenommen werden. Hauptsächlich beim Enterden haben sich schon wiederholt Unfälle ereignet, indem der Erdkontakt vor dem letzten Leiterkontakt entfernt wurde. In einem Fall z. B. bewirkte die Induktionsspannung auf der ausgeschalteten Leitung den Sturz des Mannes, der sich nicht angegurtet hatte, von einem Gittermasten; in einem weitern Fall einer 120 000 V-Leitung zog die Elektrisierung den Tod des Monteurs nach sich. Abs. 8 bestimmt im besonderen, dass die Erdung in der Nähe der Arbeitsstelle, und zwar womöglich zwischen dieser und der Stromquelle auszuführen sei. Nur so bekommt die Arbeitsgruppe die nötige Sicherheit, wenn sie sich selbst vom Vorhandensein der Erdung überzeugen kann. Im weitern ist unbedingt zu vermeiden, dass die Verbindung zwischen Erdung und Arbeitsplatz an einer Stelle unterbrochen wird, der Arbeitsplatz dagegen mit der Stromquelle in Verbindung bleiben kann. Aus diesem Grunde soll zwischen jeder Stromquelle und dem Arbeitsplatz eine Erdung angebracht werden. Vor einigen Jahren ereignete sich ein Unfall, weil eine Arbeitsstelle an einer Freileitung von zwei Seiten her unter Spannung gelangen konnte und weil man sich trotzdem mit der Erdung an einer einzigen Stelle begnügt hatte. Als im Laufe der Arbeit eine Trennung zwischen der Erdungsstelle und dem Arbeitsplatz eintrat und ausserdem das Arbeitsstück der Leitung von der andern Seite her irrtümlich unter Spannung gesetzt wurde, trat ein Unfall ein, der einem Arbeiter das Leben kostete und einen weitern erheblich verletzte.

Art. 9 regelt die Instruktion und Ausrüstung des Personals. Soll eine wirksame Unfallverhütung erreicht werden, so müssen die Werksorgane, insbesondere das Maschinisten- und Monteurpersonal, immer wieder an die Gefahren erinnert und ihr Verantwortungsgefühl muss gesteigert werden.

Die Unfallverhütung wird von den einzelnen Unternehmungen durch die Aufstellung von Betriebsvorschriften und Werkreglementen erstrebt. Das Werkpersonal hat nach den Bestimmungen von Art. 9 das Recht, schriftliche Reglemente, die seine Arbeiten und seine Pflichten regeln, zu verlangen. Der Arbeitgeber seinerseits tut gut daran, sich die Kenntnisnahme dieser Reglemente von jedem einzelnen Werkorgan bestätigen zu lassen. Die Auslieferung der Werkreglemente wird indessen in den meisten Fällen nicht genügen, sondern durch mündliche Instruktionen und besondere Kurse ergänzt werden müssen. Was die Belehrung des Personals über die Unfallgefahren des Starkstroms anbelangt, können hiefür unter anderem die vom Starkstrominspektorat herausgegebenen periodischen Veröffentlichungen über die vorgekommenen Unfälle gute Dienste leisten. Diese sind jeweilen als Sonderdruck billig beziehbar und können so weiteren Personalkreisen zugänglich gemacht werden. Darin liegt ja schliesslich der Zweck dieser Veröffentlichungen, dass die leitenden Werksorgane Lehren und Nutzanwendungen aus ihr entnehmen, da, wo sich Mängel an Anlagen oder Fehler an Apparatenkonstruktionen zeigen, dass aber auch das Personal aus ihr ersehen kann, wie dieser und jener Berufskamerad sein Leben einbüsste oder doch schwere Verletzungen erlitt.

Ausserdem besitzt das Starkstrominspektorat eine Sammlung von Diapositivbildern über Starkstromunfälle. In diesen Bildern ist die Auswirkung von Hochspannungsunfällen mit ihren teilweise fast unheilbaren Verbrennungen ersichtlich, ferner enthalten sie charakteristische Unfallsituationen und graphische Zusammenstellungen der Unfälle im Zusammenhang mit den wirksamen Spannungen, mit den Jahreszeiten, dem Beruf der Verunfallten usw. Das Starkstrominspektorat ist bereit, diese Lichtbilder den Elektrizitätsunternehmungen zur Verfügung zu stellen, oder auch selbst mit Erläuterungen und einem einleitenden Vortrag vorführen zulassen.

Es wird beim besten Willen nie möglich sein, die Starkstromunfälle aus der Welt zu schaffen, denn menschliche Schwächen werden sich in unserm Handeln und in unsern Werken immer wieder zeigen. Aus diesem Grunde ist es wichtig, dass die Instruktion des Personals sich auch auf die Hilfeleistung bei Starkstromunfällen erstreckt. Am besten geschieht dies von ärztlicher Seite aus. Es genügt nicht, dass man nur die vom Schweizerischen Elektrotechnischen Verein herausgegebene Anleitung zur Hilfeleistung dem Personal aushändigt und zum Studium empfiehlt. Für die Wiederbelebungsversuche muss unbedingt die praktische Uebung hinzukommen. Am Menschen soll der Einzelne die Bewegungen der manuellen künstlichen Atmung üben und dabei daran gewöhnt werden, wichtige Nebenumstände, wie das Oeffnen der Kleider und des Mundes sowie das Hervorziehen der Zunge zu beachten. Ob nun die in der Schweiz mehr verbreitete Sylvestersche Methode, wo man das Opfer auf den Rücken legt, zur Anwendung gelange, oder die aus Amerika herübergekommene Schäfersche Methode, die den Verunfallten in der Bauchlage bearbeitet und weniger mühsam ist, darauf kommt es nach Ansicht von kompetenten Aerzten nicht so sehr an, sondern darauf, dass die künstliche Beatmung möglichst rasch eingreift, andauernd fortgesetzt wird und nicht unrichtig erfolgt.

In vermehrtem Masse setzt die Anwendung von Wiederbelebungsapparaten, wie Pulmotor und Inhabadapparat, eine ausreichende praktische Ausbildung voraus, wenn sie nicht schädlich, statt nütz-

lich wirken soll, und zwar schädlich sowohl durch die zur Bereitstellung dieser Apparate erforderliche Zeit, als auch durch eventuelle verkehrte Manipulationen. Damit soll aber die Nützlichkeit dieser Apparate, besonders bei lange dauernder künstlicher Beatmung, nicht bestritten, sondern nur die praktische Uebung ihrer Anwendung gefordert werden.

Diskussion.

Der Vorsitzende spricht Herrn Sibler für die interessanten Ausführungen seinen besten Dank aus und eröffnet die Diskussion:

A. Kleiner, Generalsekretär des SEV und VSE: Drei Dinge wollen mir an den neuen Verordnungen nicht gefallen:

1. Die verlangten Aufschriften. Es gibt in den heutigen Anlagen neben den durchaus unentbehrlichen Aufschriften zur Kenntlichmachung von Anlageteilen viel zu viel Aufschriften, die sich auf den Betrieb, auf die Betätigung von Apparaten und auf Gefahren beziehen. Diese letztern wirken wie eine Litanei; man liest sie nicht oder liest sie mechanisch, ohne sich dabei viel zu denken. Warnungsaufschriften müssen daher stets mit Vorsicht angebracht werden, da ihr Schutzwert bedingt ist. Auf keinen Fall aber darf sich die Meinung bilden, durch das Anschlagen einer «Vorschrift» sei der Verantwortliche gegen alle Eventualitäten gedeckt.

2. Das Personal (VPOD) will Betriebsvorschriften ausgehändigt haben. Damit ist aber keine Gefahr vermieden. Wenn der Betriebsleiter glaubt, mit dem Aushändigen von Betriebsvorschriften habe er seine Pflicht getan und sich seiner Verantwortung entschlagen, so ist das ein verwerflicher Standpunkt.

3. Das «Schalten auf Zeit» ist allgemein nicht mehr zulässig. Dieses Vorgehen war bisher in grossem Umfang verwendet. Es gibt viele Fälle, wo eine andere Art, schriftliche, mündliche oder telephonische Uebermittlung von Meldungen über den Spannungszustand der Anlage, an der gearbeitet werden soll, infolge der örtlichen Verhältnisse einfach nicht möglich ist. Auch kann es vorkommen, dass die in der Verordnung verlangte schriftliche, mündliche oder telephonische Meldung, beispielsweise über das Wiedereinschalten der Anlage, nicht funktioniert; dann bleibt die Anlage unzulässig lang ausser Betrieb und es kann grosser Schaden entstehen. Denken wir nur daran, dass beispielsweise in einem Spital oder bei einem Arzt infolge zu langen Unterbruches der Energieversorgung ein Unglück geschehen kann. Vorläufig bleibt also nichts anderes übrig, als in Ausnahmefällen wie bisher auf Zeit zu schalten, wobei sich die ausführenden Organe der Verantwortung und des Umstandes voll bewusst sein müssen, dass sie damit eigentlich gegen die Vorschriften verstossen. Streng vermieden werden muss aber, Schalten auf Zeit zu vereinbaren und doch noch Meldung zu machen; das würde gefährliche Verwirrung zur Folge haben.

E. Heusser, Ingenieur, Aarau: Die Ausführungen von Herrn Sibler, dass die Niederspannungsunfälle meistens tödlichen Ausgang haben, wogegen Hochspannungsunfälle weniger häufig zu direktem Tode führen, sind recht interessant. Wir vernahmen auch, dass in zwei Schweizer Städten Arbeiten an den Niederspannungskabelnetzen unter Spannung ausgeführt werden, unter Verwendung isolierter Werkzeuge. Für diese Technik scheint es keine obere Spannungsgrenze zu geben; denn ich sah vor 13 Jahren in Atlanta (USA) Monteure auf einem Bauplatz mit sinnreichen isolierten Werkzeugen an einer 110 000 V-Anlage arbeiten. Die Monteure behaupteten, dass sie sich sicherer fühlen, wenn sie mit guten Werkzeugen an einer unter Spannung stehenden Anlage arbeiten, als an einer Anlage, von der man ihnen versichert habe, sie sei spannungsfrei. Vielleicht könnte das schwierige Verordnungskapitel über das Arbeiten an elektrischen Anlagen vereinfacht werden durch ein Vorschrift, es dürfe nur mit zweckmässig isolierten Werkzeugen an elektrischen Anlagen gearbeitet werden.

Der Referent weist darauf hin, dass aus der Tatsache, dass gemäss Statistik Hochspannungsunfälle oft weniger folgenschwer verlaufen als Niederspannungsunfälle, nicht geschlossen werden dürfe, Hochspannungsübertritte seien etwa weniger gefährlich als Niederspannungsübertritte. Denn es kommen im Laufe eines Jahres unendlich viele *Berührungen* mit Niederspannung vor, aber nur die wenigen davon, die einen — meist tödlichen — *Unfall* nach sich ziehen, kommen zur Kenntnis des Starkstrominspektorates, während sozusagen jede Berührung mit Hochspannung einen Unfall zur Folge hat. Sicher scheint nur, dass Niederspannungs*unfälle* mehr Herzschäden bewirken als Hochspannungsunfälle.

Der Vorsitzende dankt den Herren Diskussionsrednern bestens für ihre Mitwirkung.

(Fortsetzung des Berichts folgt.)

Ueber ein tragbares elektrostatisches Voltmeter.

Von *A. Täuber-Gretler,* Zürich.
(Mitteilung aus dem Laboratorium der Firma Trüb, Täuber & Co., Zürich.)

621.317.725.082.15

Ausgehend von einer kurzen Erläuterung der Wirkungsweise elektrostatischer Voltmeter werden die konstruktiven Massnahmen diskutiert, welche die Ausführung von Instrumenten für Niederspannung ermöglichen. Es wird gezeigt, dass ein Voltmeter mit tunlichst kleinen Abmessungen einem solchen von der bei Kontrollinstrumenten üblichen Grösse hinsichtlich Gütefaktor und Einstelldauer wesentlich überlegen ist. Ein derartiges tragbares Voltmeter wird ausführlich beschrieben und daran anschliessend auf die mannigfachen Anwendungsmöglichkeiten an Hand von Beispielen hingewiesen.

Après une courte introduction sur le fonctionnement des voltmètres électrostatiques, l'auteur discute les mesures susceptibles de permettre l'exécution d'instruments pour les basses tensions. Un voltmètre de dimensions aussi restreintes que possible est supérieur à un instrument dont les dimensions correspondent à celles des instruments de contrôle courants, tant au point de vue du facteur de qualité que de l'amortissement. Une description détaillée d'un voltmètre portatif de ce genre et un exposé des multiples possibilités d'emploi de cet instrument terminent cet article.

I. Allgemeines.

Das elektrostatische Voltmeter kann im Hinblick auf sein Messprinzip mit dem eisenfreien Elektrodynamometer auf die gleiche Genauigkeitsstufe gestellt werden, denn es ist wie dieses unabhängig von Frequenz, Kurvenform und Schwankungen der Umgebungstemperatur. Zudem besitzt es den für manche Messungen wesentlichen Vorteil, keine Energie zu verbrauchen.

Das elektrostatische Voltmeter ist aus dem Elektrometer entwickelt worden. Es besitzt eine oder mehrere auf der Drehaxe befestigte Nadeln und