

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 43 (1952)
Heft: 11

Artikel: Zur Verhütung von Unfällen an elektrischen Starkstromanlagen
Autor: Sprecher, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1059155>

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: 14.01.2026

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

durchgeführt werden muss, so ist in den letzten Jahrzehnten sozusagen ausnahmslos schliesslich darauf verzichtet worden. Die Kundschaft hat davon Abstand genommen, sobald die Frage der Verantwortung zur Sprache kam, wobei die an sich richtige Überlegung mitspielte, dass dieser Versuch eine ganz überflüssige Beanspruchung der Maschine bedeuten würde. Um so wichtiger ist es folglich, dass der Generatorrotor für die maximal mögliche Drehzahl konstruiert und mit derselben geschleudert wird.

Schlussfolgerungen

Die auf Grund der dargestellten Verhältnisse und Tatsachen sich aufdrängenden Schlussfolgerungen sollen nachstehend kurz zusammengefasst werden:

a) Die an Modellturbinen gemessenen Durchgangsdrehzahlen werden mit grosser Wahrscheinlichkeit an den Grossausführungen erreicht und durch die in den Anlagen vorhandenen Verhältnisse und durch Ventilationsverluste der damit gekuppelten Maschinen nur unwesentlich verändert. Im Gegenteil ist, ähnlich wie bei den Wirkungsgraden, sogar mit einer gewissen Erhöhung der Durchgangsdrehzahl zu rechnen, als Folge der Verringerung der hydraulischen Verluste infolge höherer Reynoldsscher Zahlen und der kleineren relativen Rauigkeit bei Grossausführungen.

b) Bei doppelt regulierten Kaplan turbinen muss auf alle Fälle die maximal mögliche Drehzahl mitgeteilt werden, die sich bei ungünstigster gegenseitiger Lage des Leitapparates und der Laufschaufeln und bei dem höchsten vorkommenden Gefälle einstellt.

Bei einfach regulierten Kaplan turbinen mit festem Leitapparat ist die Durchgangsdrehzahl nur wenige Prozent niedriger, als bei doppelt regulierten Turbinen.

c) Alle konstruktiven Massnahmen zur Verhinderung des Durchgehens erhöhen die Sicherheit, können jedoch nach längerem Nichtgebrauch versagen.

d) Alle Sicherheitseinrichtungen, wie Notregulierung, Schnellschlußschützen usw. werden auch bei richtigem Funktionieren zu spät kommen, da die Durchgangsdrehzahlen erfahrungsgemäss in relativ kurzer Zeit erreicht werden. Sie können folglich nur den Zweck haben, die Dauer des Durchgehens auf ein Minimum zu reduzieren.

Die Turbinenkonstrukteure sind sich dessen wohl bewusst, dass man mit den Beanspruchungen in den Generatorrotoren an einer Grenze angelangt ist, so dass die Unterbringung der für die Stabilität der Regulierung notwendigen Schwungmassen zu einem Problem wird. Diese Schwungmassen könnten herabgesetzt werden, wenn bei Vollabschaltungen höhere Drehzahlausschläge, d. h. 50 % und mehr, zugelassen, und wenn als Folge davon auf eine zu starre Spannungshaltung nach der Abschaltung verzichtet würde. Bei erheblicher Erhöhung der vorübergehenden Statik könnte wohl trotzdem die gewünschte Stabilität beibehalten werden.

Unser menschliches Tun ist unvollkommen, und deshalb können im kritischen Augenblick auch die besten Sicherheitseinrichtungen versagen. Wird daher bei Wasserkraftgeneratoren ohne zwingenden Grund unterlassen, den Rotor für die maximal mögliche Durchgangsdrehzahl zu konstruieren, und ihn einer Schleuderprobe zu unterwerfen, so bedeutet dies nichts anderes als den Versuch einer Abschiebung der Verantwortung von Lieferant und Besteller auf die verantwortliche Betriebsführung, und dieses Vorgehen dürfte sicher im Grunde genommen nicht haltbar sein.

Adresse des Autors:

Prof. H. Gerber, Rebbergstrasse 49, Zürich 10/49.

Zur Verhütung von Unfällen an elektrischen Starkstromanlagen

Von E. Sprecher, Zürich

614.825

An Hand einiger Tabellen wird die Zunahme der Starkstromunfälle in der Schweiz während 20 Jahren gezeigt. Aus den vom eidgenössischen Starkstrominspektorat veröffentlichten Unfallbeschreibungen werden die Ursachen der Unfälle ermittelt, die typischen Fälle herausgegriffen und die Massnahmen, die für die Unfallverhütung in Frage kommen, besprochen.

Les statistiques montrent que les accidents dus au courant fort ont augmenté en Suisse durant ces 20 dernières années. En se basant sur les descriptions d'accidents publiées par l'Inspectorat fédéral des installations à courant fort, les causes des accidents sont déterminées, les cas typiques sont mis en évidence et les mesures aptes à prévenir les accidents sont discutées.

A. Allgemeines

Das Eidg. Starkstrominspektorat veröffentlicht jedes Jahr im Bulletin des Schweiz. Elektrotechnischen Vereins eine Statistik über die Unfälle, die sich im Vorjahr an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz ereignet haben. Der Verlauf vieler Unfälle wird darin ausführlich beschrieben, so dass man sich ein Bild über die Ursachen machen und Massnahmen zur Verhütung solcher Unfälle überlegen kann. Das macht diese Statistik sehr wertvoll. Sie wird deshalb von manchen Werken in Sonderabzügen ihrem Personal zum Studium übergeben und, was sehr zu begrüssen ist, auch durch Veröffentlichung in andern Zeitschriften weitem Kreisen zugänglich gemacht. Aber wenn auch in der Statistik jedes Jahr auf die begangenen Fehler hingewiesen wird, so muss man doch feststellen, dass die Zahl der Unfälle von Jahr zu Jahr ansteigt, wenn auch

nicht stetig, und dass die gleichen Unfälle sich jedes Jahr wiederholen. Der Zweck dieser Arbeit ist, an Hand der in der Statistik beschriebenen Unfälle dieser Erscheinung nachzugehen und zu untersuchen, was getan worden ist und eventuell noch getan werden kann, um die Zahl der Unfälle zu vermindern.

Als Unterlagen für diese Untersuchung wurden die Unfallstatistiken und -berichte über einen Zeitraum von 20 Jahren benützt, und zwar für die Jahre 1929 bis 1948. Während dieser Zeit haben sich, wenn wir von den Unfällen beim Bahnbetrieb absehen, die in dieser Statistik nicht enthalten sind, 3019 Starkstromunfälle ereignet, wobei 563 Personen ums Leben gekommen sind. Über die Zunahme der Unfälle gibt am besten ein Vergleich der Mittelwerte aus den ersten 5 Jahren (1929—1933) und aus den letzten 5 Jahren (1944—1948) ein Bild.

Zahl der pro Jahr verunfallten Personen

Tabelle I

	verletzt	tot	gesamt
a) Mittelwert aus den Jahren 1929/33	75,0	29,6	104,6
b) Mittelwert aus den Jahren 1944/48	221,6	32,0	253,6
Verhältnis $\frac{b}{a}$ ca.	3,0	1,1	2,4

Diese Unfälle verteilen sich auf Nieder- und Hochspannung wie folgt:

Unfälle an Nieder- und Hochspannungsanlagen

Tabelle II

	unter 1000 V			über 1000 V		
	verletzt	tot	gesamt	verletzt	tot	gesamt
a) Mittelwert aus den Jahren 1929–1933	56,8	17,4	74,2	18,2	12,2	30,4
b) Mittelwert aus den Jahren 1944–1948	187,6	22,4	210,0	34,0	9,6	43,6
Verhältnis $\frac{b}{a}$ ca.	3,3	1,3	2,8	1,9	0,8	1,4

Aus der Tabelle I ersieht man, dass die Zahl der Unfälle mit Verletzungen innerhalb 20 Jahren auf ungefähr das Dreifache angestiegen ist, während die Zahl der tödlichen Unfälle ungefähr gleichgross geblieben ist. Die Tabelle II gibt darüber nähern Aufschluss: In erster Linie sind es die Niederspannungsunfälle, die stark zugenommen haben, während die Zahl der an Hochspannung tödlich verunglückten Personen sogar abgenommen hat.

Unfälle, geordnet nach Berufsgruppen

Tabelle III

	Personal der elektr. Unternehmungen			Drittpersonen		
	verletzt	tot	gesamt	verletzt	tot	gesamt
a) Mittelwert aus den Jahren 1929–1933	42,0	12,8	44,8	33,0	16,8	49,8
b) Mittelwert aus den Jahren 1944–1948	104,0	11,0	115,0	117,6	21,0	128,6
Verhältnis $\frac{b}{a}$ ca.	2,5	0,8	2,5	3,5	1,2	2,6

Eine weitere Zusammenstellung (Tabelle III) veranschaulicht, wie sich die Unfälle auf das Personal der elektrischen Unternehmungen und auf Drittpersonen verteilen, wobei in den für letztere gültigen Zahlen auch das Fabrikpersonal inbegriffen ist. Wie daraus ersichtlich ist, rührt die starke Zunahme der Unfälle mit Verletzungen hauptsächlich von Drittpersonen her.

Die Tabelle IV, die sich in ihrer Einteilung an die vom Starkstrominspektorat in den Unfallstatistiken aufgestellte Tabelle V¹⁾ anlehnt, zeigt, in welchen Anlagen bzw. an welchen Anlageteilen die Unfälle sich ereignet haben. Einzelne Anlageteile sind als Positionen erst später in der Statistik gesondert aufgeführt worden; deshalb fehlen in Tabelle IV bei den Positionen 7, 11 und 12 die Werte für die erste, zweite, vierte und fünfte Linie. Die

¹⁾ Bulletin SEV Bd. 39 (1948), Nr. 18, S. 600.

Unfälle, geordnet nach Anlagen und Anlageteilen

Tabelle IV

Pos. 1	Werke und Unterwerke			2	Schalt- und Transformatorstationen			3	Prüfanlagen			4	Hochspannungsleitungen		
	verletzt	tot	gesamt		verletzt	tot	gesamt		verletzt	tot	gesamt		verletzt	tot	gesamt
Gesamtzahl 1929–1948	190	52	242		255	59	314		137	11	148		102	85	187
a) Jahresmittel 1929–1933	8,0	4,2	12,2		8,8	2,8	11,6		6,6	0,4	7,0		4,4	5,6	10,0
b) Jahresmittel 1944–1948	12,8	2,0	14,8		20,6	3,0	23,6		11,4	1,0	12,4		7,4	3,8	11,2
Verhältnis $\frac{b}{a}$ ca.	1,6	0,5	1,2		2,3	1,1	2,0		1,7	2,5	1,8		1,7	0,7	1,1
Anteil der tödlichen Unfälle in %															
1929–1933					34,4		24,2				5,7				56,0
1944–1948					13,5		12,7				8,1				33,8
Pos. 5	Niederspannungsleitungen			6	Industrielle und gewerbliche Betriebe			7	Provisorische Anlagen und Bauinstallationen			8	Medizinische Apparate		
	verletzt	tot	gesamt		verletzt	tot	gesamt		verletzt	tot	gesamt		verletzt	tot	gesamt
Gesamtzahl 1929–1948	238	93	331		624	46	669		—	—	—		9	3	12
a) Jahresmittel 1929–1933	10,4	5,4	15,8		16,8	1,2	18,0		—	—	—		0,6	0,2	0,8
b) Jahresmittel 1944–1948	17,2	5,4	22,6		57,0	3,4	60,4		16,4	2,4	18,8		0,6	0,2	0,8
Verhältnis $\frac{b}{a}$ ca.	1,7	1,0	1,4		3,4	2,8	3,3		—	—	—		1,0	1,0	1,0
Anteil der tödlichen Unfälle in %															
1929–1933					34,2		6,7				—				25,0
1944–1948					24,0		5,6				12,8				25,0
Pos. 9	Transportable Motoren			10	Transportable Lampen			11	Transportable Wärmeapparate			12	Feste Leuchten		
	verletzt	tot	gesamt		verletzt	tot	gesamt		verletzt	tot	gesamt		verletzt	tot	gesamt
Gesamtzahl 1929–1948	280	41	321		114	77	191		—	—	—		—	—	—
a) Jahresmittel 1929–1933	6,6	3,2	9,8		2,8	2,2	5,0		—	—	—		—	—	—
b) Jahresmittel 1944–1948	31,0	2,0	33,0		11,2	4,4	15,6		5,6	1,8	7,4		5,6	0,4	6,0
Verhältnis $\frac{b}{a}$ ca.	4,7	0,6	3,4		4,0	2,0	3,1		—	—	—		—	—	—
Anteil der tödlichen Unfälle in %															
1929–1933					32,8		44,0				—				21,2
1944–1948					6,1		28,2				24,3				8,5
Pos. 13	Übrige Hausinstallationen			14	Transportable Lampen			15	Transportable Wärmeapparate			16	Feste Leuchten		
	verletzt	tot	gesamt		verletzt	tot	gesamt		verletzt	tot	gesamt		verletzt	tot	gesamt
Gesamtzahl 1929–1948	301	40	341		114	77	191		—	—	—		—	—	—
a) Jahresmittel 1929–1933	9,0	2,4	11,4		2,8	2,2	5,0		—	—	—		—	—	—
b) Jahresmittel 1944–1948	24,4	2,2	26,6		11,2	4,4	15,6		5,6	1,8	7,4		5,6	0,4	6,0
Verhältnis $\frac{b}{a}$ ca.	2,7	1,1	2,3		4,0	2,0	3,1		—	—	—		—	—	—
Anteil der tödlichen Unfälle in %															
1929–1933					32,8		44,0				—				21,2
1944–1948					6,1		28,2				24,3				8,5

entsprechenden Unfälle sind in den andern Rubriken enthalten. Die dadurch entstandenen Änderungen beeinflussen das Gesamtbild nicht wesentlich.

Bei der Beurteilung dieser Tabelle muss man sich folgendes vor Augen halten: In dem Mass, wie die Elektrizität im Haushalt, in Industrie und Gewerbe Anwendung findet und wie demgemäss die Anlagen der Elektrizitätswerke grössern Umfang annehmen, wird auch mit einer Zunahme der Unfälle zu rechnen sein, solange diese nicht durch Aufklärung und Schutzmassnahmen kompensiert werden kann. Gerade für die Position «Industrielle und gewerbliche Betriebe», die die meisten Unfälle aufweist, gilt dies besonders. Ebenso für die Position «transportable Motoren», weil neuerdings viele Werkzeuge mit elektrischem Antrieb verwendet werden. Des weitern ist zu beachten, dass in neuerer Zeit mehr sogenannte Bagatellunfälle, die nicht zur Einstellung der Arbeit führen, gemeldet werden. Bemerkenswert ist auch, wie der prozentuale Anteil der tödlichen Unfälle an den gesamten Unfällen, in den einzelnen Positionen stark verschieden ist und im allgemeinen sinkende Tendenz zeigt.

Von den 3019 Unfällen, die sich in den Jahren 1929—1948 ereignet haben, sind über 2000 Unfälle genauer beschrieben. Diese letztern sollen als Unterlagen für unsere weiteren Betrachtungen dienen. Bei der Untersuchung der Unfälle waren jeweils zuerst die beiden Fragen zu beantworten: Ist die Starkstromanlage in Ordnung gewesen und hat der Mensch mit seinem Handeln den Unfall herbeigeführt, oder ist ein fehlerhafter Zustand der Anlage dem Menschen zum Verhängnis geworden? Eine Anlage ist als in Ordnung befindlich zu betrachten, wenn sie nach der eidgenössischen Verordnung über Starkstromanlagen bzw. nach den Vorschriften betreffend elektrische Hausinstallationen erstellt, unterhalten und betrieben worden ist. Prüft man die beschriebenen Unfälle auf diesen Umstand hin, so ergibt sich folgendes Bild:

Bei ca. 70 % aller Unfälle war die Starkstromanlage in Ordnung. Die übrigen 30 % der Unfälle, die sich fast alle in Niederspannungsanlagen ereignet haben, sind auf einen fehlerhaften Zustand zurückzuführen, der jedoch ungefähr zur Hälfte durch den Eingriff von nicht fachkundigen Personen oder durch mangelhafte Wartung herbeigeführt worden ist.

Zunächst sei einiges über das Zustandekommen der Unfälle gesagt:

a) Etwa 45 % dieser Unfälle sind darauf zurückzuführen, dass der menschliche Körper eine Verbindung zwischen unter Spannung stehenden Teilen einer elektrischen Anlage und der Erde hergestellt hat. Der Strom hat den Körper meistens auf dem Weg Hand...Fuss oder bei isoliertem Standort auch auf dem Weg Hand...Hand durchflossen.

b) Nur bei etwa 10 % aller Unfälle wurden zwei oder mehr unter Spannung stehende Polleiter gleichzeitig berührt und der Strom floss in der Hauptsache zwischen den beiden Berührungsstellen durch den menschlichen Körper.

In beiden Fällen waren oft nicht der Stromdurchgang, sondern die Begleiterscheinungen, nämlich

Verbrennungen durch Einleiten eines Kurzschlusslichtbogens oder ein Sturz infolge der Schreckwirkung für den Ausgang des Unfalles entscheidend.

c) Bei etwa 20 % der Unfälle hatte ein Teil einer elektrischen Anlage, meistens ein Metallgehäuse, durch einen Isolationsfehler oder auf eine andere Weise eine Spannung gegen Erde angenommen und der menschliche Körper hat eine Verbindung zwischen Gehäuse und Erde hergestellt. Der Strom durchfloss den menschlichen Körper wie unter a) angegeben.

d) Weniger als 1 % der Unfälle entfallen auf das Überbrücken einer Spannungsdifferenz durch den menschlichen Körper, die durch einen Erdschlussstrom im Erdreich oder an Gebäudeteilen zustandekommt, ohne dass dabei Teile einer elektrischen Anlage berührt worden sind.

e) Etwa 25 % der Unfälle sind durch Verbrennungen im Kurzschlusslichtbogen entstanden, der bei Arbeiten an und in der Nähe von spannungsführenden Teilen entstanden ist. In den meisten Fällen ist dabei der menschliche Körper nicht vom Strom durchflossen worden. Auch die Verbrennungen durch heisses Öl bei Abschaltungen von Schaltern mit ungenügender Abschaltleistung und durch Gase bei Explosionen gehören hierher.

Unfallursachen, die in der menschlichen Natur begründet sind

Tabelle V

Ursache der Unfälle	Zahl der Unfälle 1929—1948
1. Unkenntnis der Gefahr, weil die Aufklärung gefehlt hat, oder weil überhaupt keine Gefahr vermutet wird	329
2. Unterschätzung der Gefahr, weil nicht genügend aufgeklärt	403
3. Missachtung der Gefahr aus Übermut, Leichtsinne, Unverstand, Gleichgültigkeit, Nachlässigkeit	72
4. Unterschätzung der Gefahr, weil die berufliche Tätigkeit, der häufige Umgang oder die Vertrautheit mit elektrischen Einrichtungen ein Gefühl der Sicherheit oder der Überlegenheit bewirkt haben	472
5. Die Möglichkeit einer Gefährdung wird nicht vorausgesehen. Keine, ungenügend oder unzweckmässig ausgeführte Schutzmassnahmen, manchmal auch durch Bequemlichkeit, Sparsamkeit usw. veranlasst (z. B. keine Überwachung der Bauhandwerker)	357
6. Ungenügende oder fehlende Kontrolle des Schaltzustandes einer Anlage.	52
7. Unrichtige Orientierung, oft veranlasst durch unvollständige, unrichtige oder irreführende Aufschriften	10
8. Fehlende, ungenügende oder unrichtige Verständigung über den Schaltzustand einer Anlage oder über Arbeiten an Anlageteilen . .	24
9. Ungenügende oder unrichtige Überlegung bei Arbeiten (Irrtum), manchmal veranlasst durch die Dringlichkeit	141
10. Versagen der Selbstüberwachung, Gedankenabwesenheit, Unachtsamkeit, Ablenkung durch äussere Einflüsse, z. B. Telefonanruf, Gespräche, aber auch durch Müdigkeit, Unpässlichkeit, Sorgen usw. (= Vergesslichkeit)	179
Total	2039

Wenn auch jeder Unfall auf einen dieser Fälle zurückzuführen ist, so sind doch die Begleiterscheinungen so mannigfaltig, dass immer wieder neue Unfallbilder entstehen, wie die folgenden Ausführungen zeigen werden.

Zuerst soll untersucht werden, inwiefern der Mensch mit seiner Denkart am Zustandekommen eines Unfalles beteiligt ist. In Tabelle V sind verschiedene Ursachen angeführt, die in Frage kommen können. An Hand der Unfallbeschreibung wurde jeder Unfall geprüft und entsprechend seiner vermutlichen Ursache eingeteilt. Es ist selbstverständlich oft nicht leicht, die Ursache einwandfrei festzustellen und zudem kommen manchmal mehrere Ursachen nebeneinander in Frage, besonders wenn mehrere Personen am Unfall beteiligt sind. Wenn auch die Tabelle V aus diesem Grund nicht Anspruch auf Genauigkeit erheben kann, so gibt sie doch im grossen und ganzen ein richtiges Bild über die Ursachen der Unfälle, die sich in den Jahren 1929—1948 ereignet haben.

B. Besprechung der Tabelle IV

1. Werke und Unterwerke, Schalt- und Transformatorenstationen

Tabelle IV, Pos. 1 und 2

Von den Unfällen, die sich in diesen Anlagen ereignet haben, entfallen ca. 90 % auf Personal der elektrischen Unternehmungen und ca. 10 % auf ortsfremde Personen, nämlich auf Handwerker und Hilfsarbeiter, die zur Aushilfe bei den Bau- und Betriebsarbeiten zugezogen worden waren.

Beim Bau- und Betriebspersonal der elektrischen Anlagen wirkt sich die Tatsache, dass der ständige Umgang mit der Gefahr zu deren Unterschätzung führt, nachteilig auf die Unfallverhütung aus. Wurde eine gefährliche Arbeit in der Nähe von unter Spannung stehenden Anlageteilen einige Male ausgeführt, so wird bei weitem ähnlichen Arbeiten zuversichtlich wieder mit einem guten Gelingen gerechnet und die Möglichkeit einer Gefährdung geringer eingeschätzt oder ganz übersehen. Die grosse Zahl der unter 4 und 5 der Tabelle V aufgeführten Unfälle, von denen etwa 150 auf die Werke, Unterwerke und Stationen entfallen und die fast ausschliesslich Fachpersonal betreffen, beweisen dies. Viele Unfälle sind eingetreten, weil bei Reinigungsarbeiten in der Nähe von unter Spannung stehenden Anlageteilen diese berührt worden sind. Es ist für den Aussenstehenden fast nicht verständlich, warum Leute, die doch ganz genau wissen, dass eine Berührung ihnen den Tod bringen kann, sich nicht mehr in Acht nehmen.

An einem Beispiel sei gezeigt, wie ein solcher Unfall zustande kommen kann: «Ein Maschinist erlitt bei der Vornahme von Reinigungsarbeiten den Tod, weil er in einem Schaltfeld die obere Klemme eines unter Spannung stehenden Trenners der Hochspannungsanlage berührte, obwohl er kurz vorher noch einen Mitarbeiter auf diese Gefahr aufmerksam gemacht hatte.» Aus dieser Beschreibung geht hervor, dass der Maschinist beim Betreten des Schaltfeldes sich bewusst war, welche Teile der An-

lage unter Spannung standen und nicht gereinigt werden durften. Einige Minuten später hatte er dies jedoch schon vergessen. Was ist wohl vorgegangen? Bei einer Arbeit in der Nähe von Spannung führenden Anlageteilen muss der Arbeitende sich einerseits auf die Arbeit konzentrieren, andererseits muss er ständig an die Gefahr denken. Seine Aufmerksamkeit muss sich gewissermassen in zwei Teile spalten: in einen, der die Arbeit leitet und in einen, der alle Handlungen und Bewegungen beaufsichtigt. Wir können diesen zweiten Teil mit Selbstüberwachung bezeichnen. Es ist so, wie wenn ein zweiter Mann hinter ihm stehen und ihn beaufsichtigen würde. Nun dringen aber während der Arbeit allerlei Ablenkungen auf den Arbeitenden ein und bedrohen seine Selbstüberwachung. Ein Gespräch, ein Blick, ein Gedanke und schon ist er unbewacht. Selbst die Konzentration auf die Arbeit kann ihm zum Verhängnis werden. Beim Reinigen gibt das Erblicken einer Staubschicht den Impuls zum Handeln, zum Abwischen. Ihm darf ohne weiteres Folge geleistet werden, bis zu dem Moment, wo beim Anblick der Teile, die unter Spannung stehen, die Selbstüberwachung ruft: «Halt, hier ist Spannung!» Wir werden den Unfall des Maschinisten auf das Versagen seiner Selbstüberwachung zurückführen müssen, zu dem irgendeine Ablenkung, die wir nicht kennen, oder vielleicht nur die Konzentration auf seine Arbeit, Anlass gegeben hat. Seine Mitarbeiter werden dies so ausdrücken: «Er muss sich vergessen haben.»

Durchgehen wir die Beschreibung der Unfälle in den Werken, Unterwerken, Schalt- und Transformatorenstationen, so sehen wir, dass dieses Versagen der Selbstüberwachung die Ursache der meisten Unfälle ist. Die absolut eindeutigen Fälle sind unter 10 der Tabelle V zusammengefasst. Hier einige Beispiele:

a) Ein Maschinist verunglückte tödlich, als er einem Besucher in einer umgebauten 50-kV-Schaltanlage einen neuen Schalter erklärte und die Hand gegen die Hochspannungsleitung ausstreckte.

b) Ein Chefelektriker wurde getötet, als er in einer Hochspannungs-Anlage Messwandler-Daten ablesen wollte, ohne die Ausserbetriebsetzung der Anlage abzuwarten.

c) Ein Anlagewärter einer Elektrizitäts-Genossenschaft, der seit nahezu 30 Jahren diesen Dienst versah, wurde vom Strom tödlich getroffen, als er sich anschickte, zwischen den 16-kV-Sicherungen von Hand ein Spinnewebe zu entfernen.

Ein grosser Teil der Unfälle, die unter 4 und 5 der Tabelle V angeführt sind, ist in letzter Linie ebenfalls auf ein Versagen der Selbstüberwachung zurückzuführen, denn die Unterschätzung der Gefahr verleitet dazu, auf Schutzmassnahmen zu verzichten und sich auf seine Aufmerksamkeit zu verlassen. Dies gilt besonders für die Arbeiten in Niederspannung. Aber die vielen Unfälle mit Verbrennungen durch Kurzschlusslichtbogen zeigen, dass auch bei diesen Arbeiten die Möglichkeit eines Unfalles gross ist.

Glücklicherweise muss nicht jede kurzzeitige Ablenkung während der Arbeit zu einem Unfall führen. Es sind aber andererseits manche Unfälle nur darum zustande gekommen, weil die Ablenkung noch lange Zeit nachgewirkt hat, z. B.: «Ein Wärter, der mit der teilweisen Abschaltung einer Anlage

zwecks Reinigung beschäftigt war, wurde ans Telefon gerufen. Nach seiner Rückkehr vergass er die Abschaltung zu beenden und wurde beim Beginn der Reinigungsarbeiten getötet.» Offenbar hat das Telefongespräch seine Gedanken so stark in Anspruch genommen, dass er, als er zur Arbeitsstelle zurückgekehrt war, sich nicht auf seine frühere Tätigkeit umgestellt hatte. Bei Menschen, die im Überlegen etwas schwerfällig sind, ist das ohne weiteres denkbar. Dann mag zuerst wieder die Erinnerung an die vorzunehmenden Reinigungsarbeiten aufgetaucht sein, und der Wärter hat diesem Impuls ohne weiteres nachgegeben. Die vorbereitenden Schutzmassnahmen müssen für ihn offenbar von untergeordneter Bedeutung gewesen sein und sind deshalb bei der Erinnerung an die Arbeit unterdrückt geblieben. Ein Blick auf den Schaltungszustand der Anlage hätte allerdings genügt, ihm zu zeigen, in welcher Gefahr er war. Wir sehen aus der Statistik, wie viele Unfälle sich ereignen können, weil die Anlagen nicht vollständig spannungslos gemacht worden waren und mit den Arbeiten begonnen worden ist, ohne vorher den Schaltungszustand zu kontrollieren. Es handelt sich in erster Linie um Arbeiten an Schaltern, die nicht beidseitig abgetrennt worden sind. Wenn auch vielleicht in einigen Fällen der Wärter so selbstsicher war, dass er eine Kontrolle des Schaltungszustandes für unnötig erachtet hat, so wurde diese doch in den meisten Fällen einfach vergessen, besonders wenn Schalter und Trenner in verschiedenen Räumen liegen. Wie weit dieses Vergessen gehen kann, zeigt ein Unfall, bei dem drei Maschinisten an einem Ölschalter verunglückt sind, den sie nachsehen wollten, ohne zu beachten, dass die direkt oberhalb des Ölschalters liegenden Trenner noch eingeschaltet waren. Hier sind die drei Beteiligten durch irgendeinen Umstand, vermutlich durch ein Gespräch, von ihren Arbeiten abgelenkt worden. Noch schwieriger zu beurteilen sind die Fälle, wo ein Vorgesetzter den Auftrag zum Beginn einer Arbeit gibt, besonders wenn es sich um ortsfremdes Personal handelt, ohne zuvor den Schaltungszustand der Anlage zu überprüfen. Es wäre sicher verfehlt, wollte man in diesen Fällen ohne weitere Untersuchung von Fahrlässigkeit und Mangel an Verantwortungsgefühl reden, weil es sich um Personal handelt, das mit den Gefahren der Anlage vertraut ist und manchmal schon über langjährige Erfahrung verfügt. Man wird auch hier auf irgendein Versagen schliessen müssen, das auf Irrtum, Überlegungsfehler, Müdigkeit, Unpässlichkeit usw. zurückzuführen ist.

Auch die Unfälle in Hochspannungsanlagen, die zur Hauptsache beim Öffnen der Trenner unter Last entstanden sind und zu Verbrennungen geführt haben, können manchmal auf ein Abschweifen der Gedanken von der Arbeit zurückgeführt werden. In andern Fällen fehlt es jedoch an der klaren, ruhigen Überlegung über die Reihenfolge der vorzunehmenden Schaltungen. Unter Umständen aber, besonders in ausgedehnten Anlagen, kann der Wärter sich im Feld geirrt haben. Dies kann mit einem Mangel an Orientierungssinn zusammenhängen.

Die Ursachen der Unfälle des betriebsfremden Personals, der Handwerker und Hilfsarbeiter sind die gleichen, wie beim Berufspersonal: das Versagen der Selbstüberwachung. Der gute Arbeiter konzentriert sich auf seine Arbeit und vergisst alles andere. Es ist daher klar, dass eine vorangegangene Warnung vor der Gefahr, die er meistens nicht kennt, nur einen bedingten Wert hat, weil sie im Laufe der Zeit abklingt. Zudem kann er auch die Möglichkeit einer Gefährdung nicht so gut voraussehen, wie das Berufspersonal. Er ist also im Grunde genommen noch mehr gefährdet als dieses.

Und nun zu den Schutzmassnahmen: Da ist in erster Linie bei Arbeiten in den Hochspannungsanlagen das Erden und Kurzschliessen der Anlage zu nennen, wie sie in Art. 8, Ziffer 7 und 8, der eidg. Starkstromverordnung²⁾ vorgeschrieben ist. Mit Recht bestand früher vielfach eine Abneigung gegen diese Schutzmassnahme, weil beim Kurzschliessen einer versehentlich noch unter Spannung stehenden Anlage mit grosser Leistung die Transformatoren, Schalter, Wandler usw. den Kurzschlussbeanspruchungen nicht standgehalten haben und schwere Schäden und Betriebsstörungen die Folge gewesen sind. Heute gilt für moderne Anlagen dieser Einwand nicht mehr. Andererseits muss aber die Einrichtung, die zum Erden und Kurzschliessen dient, folgender Bedingung entsprechen: Sie muss auf einen Erd- oder Kurzschluss eingeschaltet werden können, ohne den Bedienenden zu gefährden. Diese Forderung ist nicht leicht zu erfüllen, wenn es sich um fliegende Einrichtungen handelt, dagegen ohne weiteres mit an geeigneten Orten fest eingebauten Trennern, die mit einer Schaltstange oder mit einem Antrieb bedient werden können. Einpolige Trenner haben den Vorteil, dass in grösseren Anlagen, wo ein Erdschlußsignal vorhanden ist, eine Fehlschaltung gemeldet wird, ehe mit dem zweiten Trenner ein Kurzschluss eingeleitet wird. Wenn die Wärter die Möglichkeit haben, auf einfache Art die Arbeitsstelle zu erden und kurzzuschliessen und dazu verpflichtet werden, so wird nach eingehender Instruktion und Übung diese Schutzmassnahme als zur Arbeit gehörend betrachtet und daher weniger leicht vergessen.

Anlagenteile, die in der Nähe einer Arbeitsstelle liegen, aber unter Spannung stehen, sind nach Art. 7, Ziffer 5, der eidg. Starkstromverordnung so abzusperren, dass eine Annäherung an spannungsführende Teile nicht ohne weiteres möglich ist. Namentlich benachbarte Felder, die aus Irrtum betreten werden könnten, sind mit Verschaltungen abzuschliessen. Schranken oder Seile mit Warnungstafeln sind nur als Notbehelfe zu betrachten und gewähren in der Nähe arbeitenden Personen keinen hinreichenden Schutz. In Innenanlagen wird man allerdings manchmal, wenn es sich um Arbeiten von kurzer Dauer handelt, feststellen müssen, dass das Anbringen und Wegnehmen der Verschaltungen fast ebensoviel Zeit beansprucht, wie die Arbeit selbst und auch nicht immer ungefährlich ist. Aber wie die Erfahrung zeigt, ist bei dieser Arbeit, weil die

²⁾ Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen, vom 7. Juli 1933.

Aufmerksamkeit immer auf die vor dem Arbeiten liegenden spannungsführenden Teile gerichtet ist, die Wahrscheinlichkeit eines Unfalles sehr gering. Auf das Anbringen von Verschaltungen wird mit Vorteil schon beim Bau der Innenanlagen Rücksicht genommen, z. B. wo die einzelnen Felder nicht schon durch Wände abgeteilt sind, durch Anordnungen, die das Hineinschieben von Zwischenwänden erlauben. Um das Betreten aus Irrtum und das Reinigen der in Betrieb stehenden Zellen zu verhindern und um eine zufällige Berührung spannungsführender Teile zu verunmöglichen, ist es zweckmässig, die Zellen nicht mit Schranken und Fussleisten, sondern mit Verschaltungen (z. B. aus Drahtgeflecht), die mindestens bis auf Kopfhöhe reichen, abzuschliessen. Es ist selbstverständlich nicht immer möglich, bei Bauarbeiten in ausgedehnten Anlagen den Bau- und Hilfsarbeitern alle Zugänge zu den Anlagen, die unter Spannung stehen, zu versperren. In solchen Fällen ist es geboten, diese Arbeiter ständig zu überwachen.

Arbeiten unter Spannung an Niederspannungsanlagen, die nach Art. 7, Ziffer 3, der Starkstromverordnung unter gewissen Einschränkungen gestattet sind, sollten nur in dringenden Fällen und unter Beachtung aller Vorsichtsmassnahmen ausgeführt werden, denn besonders in grossen Transformatorenstationen, Werken und Unterwerken können die Kurzschlussleistungen unter Umständen auch in Niederspannung sehr gross sein und die Lichtbogen zu schweren Verbrennungen führen.

2. Prüfanlagen

Tabelle IV, Pos. 3

Für die Arbeiten in den Versuchsräumen gilt das über die Schaltanlagen Gesagte in vermehrtem Masse. Sie erfordern, weil es sich sehr oft um provisorische Einrichtungen handelt, erhöhte Aufmerksamkeit, gründliche, ruhige Überlegung und beim Kontrollieren und Messen vor allem Selbstüberwachung. Aber auch hier macht sich die Gewöhnung an die Gefahr nachteilig geltend. Ob ein Mangel an Vorsicht, eine unrichtige Überlegung oder ein Abschweifen der Gedanken jeweils die Ursache des Unfalles gewesen ist, lässt sich aus naheliegenden Gründen nicht immer feststellen. Bei manchen Versuchen kann die Anwesenheit mehrerer Personen für die Überwachung von Vorteil sein, in andern Fällen ist sie zum Verhängnis geworden.

Die Schutzmassnahmen können sich darauf beschränken, erstens dem Personal, das mit den Versuchen nichts zu tun hat, den Zutritt zu den unter Spannung stehenden Anlagen zu verwehren und durch geeignete Signaleinrichtungen den am Versuch Mitwirkenden anzuzeigen, dass die Anlage unter Spannung steht. Auch bei kleinen Prüfanlagen und beim Prüfen von Niederspannungsapparaten ist dafür zu sorgen, dass der Prüfende nicht gefährdet ist. Für das Erden und Kurzschliessen der Apparate, soweit es in Frage kommt, sind auch hier Einrichtungen empfehlenswert, die ohne Gefahr bedient werden können.

3. Hochspannungsleitungen

Tabelle IV, Pos. 4

Entsprechend der grossen Ausdehnung der Hochspannungsleitungen bilden sie nicht nur für das an ihnen arbeitende Fachpersonal, sondern auch für die Drittpersonen eine Quelle der Gefahr. So sind denn auch mehr als doppelt so viele Drittpersonen als Personen der elektrischen Unternehmungen an Hochspannungsleitungen verunglückt.

In erster Linie sind diejenigen Fälle zu nennen, die auf Unkenntnis der Gefahr zurückzuführen sind: Kinder lassen Drachen steigen; nichtschulpflichtige Kinder erklettern Maste; zu Boden gefallene Drähte oder Anker, die unter Spannung stehen, werden berührt; beim Baumspritzen erreicht der Strahl die Hochspannungsleitung; bei Grabarbeiten werden Kabel beschädigt; bei einem Brandfall berührt in der Dunkelheit eine eisenbeschlagene Leiter eine Hochspannungsleitung; ein Kind spielt neben einem Gittermast, auf dem ein Isolatorendurchschlag erfolgt und wird im Spannungsgefäll des Erdschlussstromes getötet.

Dann folgen diejenigen Unfälle, wo man die Kenntnis der Gefahr voraussetzen darf, wo aber, offenbar wegen ungenügender Aufklärung, die Gefahr unterschätzt worden ist. Dazu sind in erster Linie die vielen Unfälle zu rechnen, die beim Spannen von Drahtseilen und Drähten unter den Hochspannungsleitungen für Holztransportanlagen, Bauaufzüge, Pflüge, Signal- und Telephonleitungen usw. vorgekommen sind, und zum Teil zu sehr schweren Unfällen geführt haben; sind doch bei einem einzigen Unfall 12 Mann verunglückt, wovon 7 tödlich. Vielleicht haben die meisten dieser Leute gewusst, dass eine Hochspannungsleitung nicht berührt werden darf, aber sie haben die Möglichkeit einer Berührung durch das Hinaufschnellen des Seiles nicht vorausgesehen und dementsprechend keine Schutzmassnahmen getroffen. Weitere Unfälle sind entstanden durch Berühren der Freileitungsdrähte beim Hantieren mit Rohren vom Erdboden aus und auch durch den irrtümlichen Anschluss von fahrbaren Sägemotoren an eine Hochspannungsleitung.

9 Fälle, in denen durch das Berühren der Hochspannungsleitung, besonders auf Gittermasten, freiwillig der Tod gesucht wurde, kommen für die Unfallverhütung kaum in Betracht, hingegen sind 13 Unfälle bemerkenswert, wo das Erklettern der Maste und die Berührung der Drähte durch Männer, Jugendliche und Schulknaben aus Übermut oder Prahlerei, in einigen Fällen sogar trotz vorangegangener Warnung erfolgt ist.

Die übrigen Unfälle betreffen fast ausschliesslich fachkundiges Personal. Sie sind bei Arbeiten in der Nähe von spannungsführenden Leitungen entstanden, zum Teil weil keine Gefahr vorausgesehen und deshalb auf das Treffen von Schutzmassnahmen verzichtet worden war, zum Teil müssen sie auf einen Mangel an Überlegung, auf Irrtum, Ablenkung zurückgeführt werden, z. B. folgende:

- a) Es wird mit den Arbeiten an Leitungen begonnen, die noch nicht oder absichtlich nicht kurzgeschlossen und geerdet worden sind.

b) Im Verlaufe der Arbeit wird eine benachbarte Leitung berührt, die entweder nicht ausgeschaltet ist, oder aber durch Induktion unter Spannung steht.

In einigen Fällen ist durch unrichtige Orientierung nicht die Leitung, an der gearbeitet werden sollte, sondern eine andere Leitung ausgeschaltet worden. Auch das Wegnehmen der Einrichtung zum Erden und Kurzschliessen vor dem Ende der Arbeiten hat einige Opfer gefordert, und beim Anbringen und Wegnehmen dieser Einrichtung sind zwei Männer ums Leben gekommen, weil sie sich durch unrichtiges Vorgehen in die Erdleitung eingeschaltet haben. In ähnlicher Weise ist ein Monteur tödlich verunglückt, der bei der Kontrolle eines Mastalters, dessen Eisenkonstruktion wegen eines beschädigten Isolators unter Spannung stand, gleichzeitig das Antriebsgestänge oberhalb und unterhalb der Gestängeisolation berührte. Bemerkenswert ist auch noch der tödliche Unfall, der sich beim Aufstellen einer frisch imprägnierten Stange ereignet hat, als diese die 50-kV-Leitung berührte. Endlich müssen auch noch diejenigen Unfälle erwähnt werden, die auf eine mangelhafte Verständigung über Beginn und Ende der Arbeiten an Hochspannungsleitungen zurückzuführen sind.

Für vermehrte Aufklärung der Drittpersonen kann in erster Linie die Schule sorgen, die den Kindern am besten an Hand von Bildern beibringen kann, wie gefährlich es ist, Drachen in der Nähe von Leitungen steigen zu lassen, Maste zu erklettern und neben solchen zu spielen, zu Boden gefallene Leitungsdrähte zu berühren usw. Aber auch das Anschlagen von Plakaten, wie sie über das Baumfällen und Baumspritzen vom VSE herausgegeben worden sind, an Orten, wo sie von jung und alt gelesen werden, ist sicher von grossem Nutzen. Namentlich auf die Gefahren beim Spannen von Seilen für Holztransporte und Pflüge, beim Aufstellen von Baumaschinen, beim Hantieren mit Jaucherohren und Leitern in der Nähe der Leitungen, beim Flugsport usw. hinzuweisen, ist heute besonders notwendig.

Diese kurzen Hinweise mögen genügen, weil eine Zusammenarbeit der Elektrizitätswerke zur Verhütung von durch Drittpersonen verursachten Störungen und Unfällen an elektrischen Freileitungen und Kabelleitungen schon im Gange ist³⁾.

Ferner ist zu erwähnen, dass der schweizerische Feuerwehrverein schon vor Jahren Wegleitungen für das Verhalten der Feuerwehr gegenüber elektrischen Anlagen herausgegeben hat. Wenn die Aufklärung der Feuerwehr und die Ausbildung ihrer Elektriker-Abteilung entsprechend diesen Wegleitungen erfolgen und periodisch wiederholt werden, so ist auf diesem Gebiet hinreichend für die Verhütung von Unfällen gesorgt.

Anders ist es mit der Verhütung der Unfälle des Personals der elektrischen Unternehmungen. Wie schon im ersten Abschnitt erwähnt worden ist, darf an Hochspannungsleitungen nur gearbeitet werden, wenn die Leitungen an der Arbeitsstelle kurzge-

schlossen und geerdet sind. Dass diese Vorschrift nicht immer befolgt wird, mag in einigen Fällen auf Bequemlichkeit oder auf Gleichgültigkeit zurückzuführen sein; meistens aber unterbleibt diese Schutzmassnahme, weil die Gefahr nicht vorausgesehen wird.

Sieht man von den Unfällen ab, die beim Ziehen von Drahtseilen und Drähten unter Hochspannungsleitungen entstanden sind, so ergibt sich folgendes: Von 30 Unfällen hätten 15 vermieden werden können, wenn nach Vorschrift kurzgeschlossen und geerdet worden wäre. Die Betriebs- und Bauleitungen haben also allen Grund, darauf zu achten, dass der Vorschrift über das Erden und Kurzschliessen nachgelebt wird. Beim Ziehen von Leitungen unter einer im Betrieb stehenden Hochspannungsleitung hindurch sollten immer Schutzmassnahmen getroffen werden, die ein Hinaufschnellen des Drahtes oder Seiles verhindern. Das Nachziehen von Leitungen am Gestänge einer unter Spannung stehenden Hochspannungsleitung verlangt noch mehr Vorsicht, und es ist Sache der Betriebsleitungen zu entscheiden, ob und in welchem Umfang solche Arbeiten überhaupt gestattet werden sollen.

4. Niederspannungsleitungen

Tabelle IV, Pos. 5

Hier ist im Gegensatz zu den Hochspannungsleitungen die Zahl der Unfälle des Berufspersonals bedeutend grösser als die der Drittpersonen. Dies rührt davon her, dass an den Niederspannungsleitungen vielfach unter Spannung gearbeitet wird. Bei den Unfällen der Drittpersonen haben wir wieder in erster Linie diejenigen aufzuführen, bei denen keine Gefahr vermutet worden ist: Nichtschulpflichtige Kinder ergreifen von einem Fenster oder Vordach aus die Freileitungsdrähte; Erwachsene und Kinder berühren oder verwickeln sich mit gerissenen, am Boden liegenden, aber noch unter Spannung stehenden Leitungsdrähten; Verankerungen und Metallgehäuse, die eine Spannung gegen Erde angenommen haben, werden berührt.

Eine Kenntnis der Gefahr, deren Grösse aber wegen ungenügender Aufklärung unterschätzt wird, darf man voraussetzen bei den Unfällen, die auf folgende Umstände zurückzuführen sind: Berühren der Freileitungsdrähte mit Jaucherohren, unvorsichtiges Schwenken eines Kranauslegers auf einer Baustelle, vor allem aber Arbeiten in der Nähe von spannungsführenden Leitungen und ihre Berührung ganz besonders bei nicht verschalteten Hausanschlüssen. Die zuletzt genannten bilden die Mehrzahl der Unfälle an Niederspannungsleitungen, die Drittpersonen zugestossen sind. Bei ihnen hatte in vielen Fällen jedoch nicht der Stromdurchgang, sondern der durch den Schock bewirkte Sturz von der Leiter, schwere Verletzungen oder den Tod zur Folge. Schliesslich sind auch noch die Fälle zu erwähnen, in denen aus Übermut und Leichtsinn absichtlich die Drähte der Freileitungen berührt worden sind,

Beim Berufspersonal ist, wie schon erwähnt, das Arbeiten unter Spannung die Hauptursache aller

³⁾ siehe Vogel, E.: Gemeinsames Vorgehen der Elektrizitätswerke zur Verhütung von durch Drittpersonen verursachten Störungen und Unfällen an elektrischen Freileitungen. Bulletin SEV Bd. 40 (1949), Nr. 25, S. 977 u. 987.

Unfälle. Hier ist es in erster Linie die berufliche Tätigkeit, die nicht nur ein Gefühl der Überlegenheit, sondern auch einen Arbeitsstolz erzeugt. Man schämt sich schier, eine Arbeit nicht auszuführen, nur weil man aufpassen muss und vielleicht auch einmal stark elektrisiert wird. Massgebend für das Arbeiten unter Spannung ist aber vor allem folgender Umstand: Die Zeiten, während denen ein Leitungsstrang ausgeschaltet werden kann, sind mit Rücksicht auf die Energiebezüge sehr beschränkt und reichen in vielen Fällen nicht aus, um die dringend notwendigen Arbeiten bei ausgeschalteter Leitung auszuführen. Aus diesem Grunde sind in der Starkstromverordnung solche Arbeiten unter gewissen Bedingungen gestattet worden. Bei den Unfällen, die sich beim Arbeiten unter Spannung ereignen, waren jedoch diese Bedingungen nicht erfüllt. In vielen andern Fällen, wo beabsichtigt war, die Leitung auszuschalten, ist sie unter Spannung geblieben, weil entweder aus Irrtum, zum Teil sogar von den Arbeitenden selbst, ein anderer Leitungsstrang ausgeschaltet worden war, oder weil die Ausschaltung gar nicht oder zu spät und die Wiedereinschaltung zu früh erfolgt war. Von diesen Fällen sind diejenigen erwähnenswert, wo die Leitung unter Spannung geblieben ist, weil der Schalterdraht der Strassenbeleuchtung nicht ausgeschaltet worden war und durch ihn über die Hausinstallationen sämtliche Drähte der Leitung eine Spannung gegen Erde angenommen hatten.

Als Schutzmassnahme kommt für Drittpersonen in erster Linie wieder die Aufklärung in Betracht in der Schule, durch Flugblätter und Plakate, wie bei den Hochspannungsleitungen angegeben worden ist. Auf die Verhütung von Unfällen an Hausanschlüssen ist besonders Wert zu legen. Weil in den wenigsten Fällen während der Dauer der Arbeit ausgeschaltet werden kann, müssen die Abspannisolatoren und die Freileitungsdrähte so weit als nötig isoliert werden, so dass ein Arbeiten ohne Gefahr möglich ist. Das Anbringen dieser Isolation muss selbstverständlich durch fachkundiges Personal des Eigentümers der elektrischen Anlage ausgeführt werden, und es ist Pflicht des Bauunternehmers, diesen rechtzeitig zu benachrichtigen. Bei strikter Durchführung dieser Massnahme sollten die Unfälle der Bauhandwerker an Hausanschlüssen fast ganz vermieden werden können.

Für das Berufspersonal käme als wirksamste Schutzmassnahme ein gänzlich Verbot der Arbeiten unter Spannung in Frage, wie es von einzelnen Werken schon angeordnet worden ist. Aber wenn schon die Leitung ausgeschaltet wird, so soll sie auch kurzgeschlossen und geerdet werden, damit auch jene Unfälle, wo die Leitung durch irgendeinen Umstand unter Spannung geblieben ist oder zu spät aus- und zu früh eingeschaltet wird, verhütet werden können. Soll aber an Leitungen unter Spannung gearbeitet werden, dann müssen alle jene vorgeschriebenen Schutzmassnahmen angewendet werden, die in Art. 7, Ziffer 3, der Starkstromverordnung angeführt sind. Es ist den Werken überlassen, darüber eingehende Vorschriften für ihr Personal aufzustellen.

5. Industrielle und gewerbliche Betriebe

Tabelle IV, Pos. 6

Ein grosser Teil des Personals dieser Betriebe sind gelernte Handwerker und Hilfsarbeiter, die mit den elektrischen Einrichtungen schon einigermaßen vertraut sind und sich daher auch zutrauen, an spannungsführenden Anlagen Arbeiten auszuführen, die aber doch zu wenig Fachkenntnisse besitzen, um die Möglichkeit eines Unfalles vorzusehen. Wohl erschweren oftmals die Betriebsverhältnisse ein Ausschalten der Zuleitung und es ist verständlich, wenn die Fabrikelektriker unter dem Druck der Verhältnisse, im Bestreben, eine Betriebsstörung möglichst zu beschränken und schnell zu beheben, eine Arbeit unter Spannung ausführen mit dem Risiko, dass eine kleine Unachtsamkeit oder Ablenkung zu einem Unfall führt. Für das übrige Personal gilt manchmal dasselbe. Wie das Starkstrominspektorat immer wieder feststellt, unterbleibt aber das Ausschalten der Zuleitung oftmals nur aus Bequemlichkeit und Nachlässigkeit. Dementsprechend traten die meisten Unfälle (ca. 80 %) durch das Einleiten von Kurzschlüssen bei Arbeiten an oder in der Nähe von spannungsführenden Teilen auf und führten zu Verbrennungen durch Flammenbogen ohne Stromdurchgang durch den Körper, die daher nie tödlich verlaufen sind. Als solche Arbeiten kommen namentlich das Hantieren mit Prüflampen, an Sicherungen, Reparaturen an geöffneten Schaltkasten in Betracht. Daneben wurden aber auch durch das Abschalten von Kurzschlüssen mit Schaltern von ungenügender Abschaltleistung oftmals Flammenbogenverletzungen verursacht, ebenso bei neuen Schaltkasten, wenn die vorgeschalteten Sicherungen nicht nach § 109, Ziffer 2, der Hausinstallationsvorschriften⁴⁾, sondern zu stark bemessen waren.

Von den übrigen Unfällen sind noch diejenigen zu erwähnen, wo ohne Absicht blanke Teile, die unter Spannung standen, berührt wurden, z. B. ungeschützte Kontakte an Maschinen mit elektrischem Antrieb und an Schalttafeln bei Kontrollen und Reparaturen, vor allem aber an Krananlagen, wo die Berührung der blanken Fahrleitung etwa einen Sechstel aller Unfälle in industriellen und gewerblichen Betrieben verschuldet hat. Als Ursache kommt in erster Linie die Unterschätzung der Gefahr in Betracht. Daneben sind aber auch fast alle andern in Tabelle V erwähnten Unfallursachen vertreten.

Als vorbeugende Massnahme kommt auch hier zuerst die Aufklärung in Frage in Form von Anschlägen in den Fabriken und Werkstätten, die dem Personal an Hand von Bildern oder Photographien zeigen, wie solche Unfälle zustandekommen, in ähnlicher Weise, wie es z. B. für die Unfallverhütung in der Maschinenindustrie von einzelnen Unternehmungen schon eingeführt worden ist. Ein Verbot, Arbeiten unter Spannung auszuführen, kann nur dann in Frage kommen, wenn die elektrischen Installationen so ausgeführt sind, dass bei Störungen

⁴⁾ Vorschriften betreffend Erstellung, Betrieb und Instandhaltung elektrischer Hausinstallationen (Hausinstallationsvorschriften des SEV, VI. Auflage).

an einer Maschine usw. ihre Zuleitung spannungslos gemacht werden kann, ohne andere Anschlussobjekte in Mitleidenschaft zu ziehen. Beim Prüfen von Apparaten unter Spannung werden auch bei aller Vorsicht Unfälle sich nie ganz vermeiden lassen. Immerhin kann man sie durch zweckmässige Schutzmassnahmen auf ein Mindestmass zurückbringen.

Ein grosser Teil der Unfälle an Krananlagen könnte verhütet werden, wenn der Aufstieg zur Kranbahn zwangsläufig elektrisch verriegelt würde, wie dies schon in der Praxis eingeführt worden ist. Auch eine Vorrichtung zum Kurzschliessen und Erden der Kranfahrleitung ist empfehlenswert. In manchen Fällen lässt sich durch Verwendung einer flexiblen, isolierten Zuleitung die Berührungsgefahr ganz umgehen. Die Unfälle, die sich an trag- und fahrbaren Apparaten und Maschinen ereignet haben, sind in Abschnitt 8 näher beschrieben.

6. Provisorische Anlagen und Bauinstallationen

Tabelle IV, Pos. 7

Mit wenigen Ausnahmen handelt es sich beim hier beschäftigten Personal um Leute, die keine Fachkenntnisse besitzen, also über die Gefahren der elektrischen Anlagen gar nicht oder nur ungenügend aufgeklärt worden sind. So werden denn Installationen mit ungeeignetem Material und nicht den Vorschriften gemäss erstellt: Alte Drähte, deren Isolation beschädigt ist, werden zusammengeflocht, Lampen mit Metallfassungen werden in nassen Räumen angebracht, alte, fehlerhafte Steckkontakte werden wieder verwendet usw. Die Gehäuse der Apparate und Maschinen werden nicht oder nur mangelhaft geerdet, in den Steckkontakten werden Pol- und Erdleiter vertauscht. Bei Bauarbeiten wird den elektrischen Einrichtungen zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt: Ein isoliertes Kabel wird mit einem Hebeeisen zerquetscht, andere werden beim Verschieben einer Maschine beschädigt oder sogar in einem Getriebe eingeklemmt oder durch ein beschädigtes Drahtseil durchstoßen. Durch die Erschütterung von Baumaschinen wird die Kabelisolation durchgescheuert, aber nachher nicht mehr instandgestellt. In Steckern und Dosen lösen sich die Klemmen und werden nicht nachgesehen. So kamen folgende Unfälle zustande: An den beschädigten Drähten wurden blanke Stellen berührt, dergleichen an Lampenfassungen mit ungeschütztem Gewinde oder mit Gehäuseschluss. Maschinen und Apparate kamen unter Spannung und brachten bei der Berührung Tod oder Verletzungen.

Als Schutzmassnahme muss hier die Aufklärung in erster Linie bei denjenigen Stellen einsetzen, die in vielen Fällen letzten Endes die Verantwortung tragen. Das Starkstrominspektorat bemerkt dazu sehr zutreffend: «Die Schuld liegt sehr oft darin, dass man nicht eigentliche Fachleute mit den elektrischen Installationen betraut, sondern sie Mechanikern und angeblichen Elektrikern des Bauhofes überlässt.» Den Unternehmern und deren Vertretern muss klargemacht werden, was für eine Verantwortung sie bei vorschriftswidrigen Installatio-

nen auf sich laden. Dem nichtfachkundigen Personal sind durch einen Anschlag die Gefahren solcher Einrichtungen vor Augen zu führen und das Erstellen von elektrischen Anlagen und das Arbeiten an ihnen zu verbieten. Schliesslich müssen, wie das Starkstrominspektorat weiter ausführt, die Elektrizitätswerke sich zur Pflicht machen, den guten Zustand der elektrischen Installationen sorgfältig zu überwachen und unerbittlich für das Ausmerzen von vorhandenen Mängeln besorgt zu sein.

7. Medizinische Apparate und Hochfrequenzanlagen

Tabelle IV, Pos. 8

An medizinischen Apparaten hat sich während 20 Jahren ein einziger tödlicher Unfall ereignet, der sehr wahrscheinlich auf eine vorschriftswidrige Bedienung eines Diathermieapparates in der Hand eines Laien zurückzuführen ist. In sieben Fällen durchfloss der Hochfrequenzstrom den Körper und führte zu Verletzungen, während drei Unfälle, worunter allerdings ein Todesfall, sich in Niederspannung, nämlich an einem nicht vorschriftsgemässen Schalter und an zwei unsachgemäss angeschlossenen Steckern, ereignet haben. Die ersten Fälle sind mit einer Ausnahme, wo ein Durchschlag in einem Transformator erfolgt war, auf ungenügende Überlegung und Unvorsichtigkeit zurückzuführen, während in den letzten drei Fällen Unkenntnis der Gefahr zu vorschriftswidrigen Arbeiten geführt hat, wie sie unter dem Abschnitt «Hausinstallationen» geschildert werden.

8. Transportable Motoren

Tabelle IV, Pos. 9

Die vielseitige Anwendung, welche die fahrbaren Motoren in der Landwirtschaft und die elektrischen Werkzeuge in allen Gebieten gefunden haben, bringen es mit sich, dass sie in sehr grosser Zahl von Personen benützt werden, die bei ihrer Anwendung keine Gefahr vermuten. In den Werkstätten und Fabriken sollte man allerdings schon einiges Verständnis für den Umgang mit den elektrischen Werkzeugen erwarten können, aber auch hier setzen sich oftmals Unverstand und Nachlässigkeit über alle Gefahren hinweg. So hat denn in manchen Fällen die schlechte Wartung zu Unfällen geführt. Beschädigte Zuleitungskabel zu landwirtschaftlichen Motoren werden aus Sparsamkeit mangelhaft geflickt, zerbrochene Steckerplatten und Schalterdeckel werden nicht ersetzt usw., so dass unter Spannung stehende Teile berührt werden können. Mehr als die Hälfte der Unfälle ist jedoch entstanden, weil das Gehäuse der Motoren oder elektrischer Werkzeuge durch irgendeinen Fehler während längerer Zeit eine gefährliche Spannung, das heisst nach Art. 26, Ziffer 4, der Starkstromverordnung mehr als 50 V gegen Erde angenommen hat, wo also die angewendeten Schutzmassnahmen, die Schutzerdung oder die Nullung versagt haben. In vielen Fällen konnte jedoch die Schutteinrichtung überhaupt nicht zur Wirkung kommen, weil der Erdleiter oder der Nulleiter unterbrochen war, z. B. durch Korrosion, durch Bruch oder durch

Losewerden einer Schraubverbindung. Besonders bei den Steckern alter Konstruktionen, die für einen Wechsel der Drehrichtung der Motoren gebaut waren, kam es häufig vor, dass sich im Laufe der Zeit der Erdleiter löste und einen Polleiter berührte, wodurch das Motorgehäuse, ohne dass ein Fehler am Motor vorlag, eine gefährliche Spannung gegen Erde annahm. Das Fehlen einer Steckdose mit Erdkontakt (2P+E) hat beim Anschluss von kleinen elektrischen Werkzeugen oft dazu verleitet, das Werkzeug an einer zweipoligen Steckdose ohne Erdung anzuschliessen oder eine zweiadrige Verlängerungsschnur dazwischen zu schalten. Dies hat beim Auftreten von Gehäuseschluss oft zu Unfällen geführt. Zahlreich sind auch die Unfälle, die entstanden sind, weil beim Anschliessen der Stecker oder Kupplung Pol- und Nulleiter bzw. Erdleiter verwechselt worden waren, oder weil Verlängerungsschnüre beidseitig mit Steckerstiften ausgerüstet worden waren, und schliesslich sind noch einige Unfälle zu erwähnen, wo an der Zuleitungsschnur zu fahrbaren Motoren die Metallarmatur durch einen Fehler unter Spannung gestanden hat und berührt wurde.

Zur Verminderung der Unfälle haben die Werke und ihre Kontrollorgane dafür zu sorgen, dass die Schutzeinrichtungen (Erdung, Nullung, Schutzschaltung) nach der Erstellung und nach jeder Revision den Schutz gegen Isolationsfehler gewährleisten. Unter welchen Umständen es zu einem Versagen kommen kann bzw. was für Anforderungen an die Erdung, Nullung und Schutzschaltung zu stellen sind, damit Art. 26 der Starkstromverordnung (der sinngemäss auch auf die Erdung und Schutzschaltung anzuwenden ist) erfüllt wird, ist zwar seit seinem Inkrafttreten von manchen Werken eingehend untersucht worden, aber erst in neuerer Zeit allgemein bekannt geworden⁵⁾. Die Auffassung, ein kleiner Erdungswiderstand der Schutzerdung gewährleiste hinreichenden Schutz, ist sicher heute noch mancherorts anzutreffen. Dass sie unrichtig ist, zeigen z. B. zwei tödliche Unfälle, die sich an zwei fahrbaren Motoren mit Schutzerdungswiderständen von $7\ \Omega$ ereignet haben, denn massgebend für die Schutzwirkung ist eben der an der stromdurchflossenen Erdung auftretende Spannungsabfall. Die Grösse des Erdschlussstromes kann aber nur an Hand der Daten des Niederspannungsnetzes berechnet werden. Viele kleinere Werke und Elektrizitätsgenossenschaften werden nicht in der Lage sein, diese Berechnungen durchzuführen. Gerade in ländlichen Gegenden, wo keine ausgedehnten Wasserleitungsnetze, aber lange Niederspannungsleitungen vorhanden sind, wird die Einhaltung der Bedingungen für Erdung und Nullung oft Schwierigkeiten bereiten und deshalb werden diese Werke gut daran tun, sich von einem Fachmann beraten zu lassen, damit allfällige gefahrdrohende Zustände möglichst bald verschwinden.

Daher ist auch ein besonderes Augenmerk auf einen guten Isolationszustand der Apparate und

Maschinen zu richten. Bei Revisionen und Kontrollen sind vorschriftswidrige Apparate und Einrichtungen, die immer wieder Anlass zu Unfällen gegeben haben, zu beanstanden und ihre Entfernung zu verlangen. In den Betrieben, wo elektrische Werkzeuge verwendet werden, sollten die Schutzregeln für transportable elektrische Werkzeuge, die das Starkstrominspektorat auf einem Flugblatt herausgegeben hat, angeschlagen sein. Da besonders in den Fabriken diese Werkzeuge einer groben Behandlung unterworfen sind und darum oft stark abgenutzt und beschädigt werden, ist eine häufige Kontrolle notwendig und es ist sehr zu begrüssen, dass zahlreiche Unternehmungen diese Werkzeuge in kurzen Zeitabständen einsammeln und eingehend prüfen lassen. Elektrische Werkzeuge, die viel auf Baustellen, an feuchten und nassen Orten benützt werden, sollten immer hinter einem Schutztransformator angeschlossen werden, der auf Kleinspannung (36...48 V) oder im Verhältnis 1:1 transformiert.

9. Hausinstallationen

Tabelle IV, Pos 10...13

Sehen wir von den vorhin erwähnten Unfällen an fahrbaren und tragbaren Motoren ab, von denen ein grosser Teil sich in den Fabriken ereignet hat, so entfallen in 20 Jahren 653 Unfälle auf Hausinstallationen. Dabei betrifft ungefähr ein Fünftel das Monteurpersonal, das beim Arbeiten unter Spannung Verbrennungen durch Kurzschlusslichtbogen oder Verletzungen infolge Stromdurchgang beim Berühren blanker Teile erlitten hat, wobei 8 Personen tödlich verunglückt sind. An den übrigen Unfällen sind fast ausschliesslich Personen beteiligt, denen die Gefahren der elektrischen Anlagen kaum bekannt sind. Sie sind vertraut mit dem Gebrauch der elektrischen Einrichtungen, aber sie ahnen nicht, welche Unmenge von Arbeit geleistet worden ist und noch immer geleistet wird, um alles, was in einem Haus installiert ist und was tagtäglich gebraucht wird, so zu gestalten, dass es ohne Gefahr benützt werden kann. Sie wissen nicht, dass Einrichtungen, die für trockene Räume geschaffen worden sind, nicht in feuchten Räumen benützt werden dürfen. Sie verwenden daher ohne Bedenken Apparate, die nicht mehr den Vorschriften betreffend Hausinstallationen entsprechen, die sie vielleicht sogar selbst ohne Fachkenntnisse zusammengestellt haben, an Orten, wo sie ihnen Gefahr bringen.

Sprechende Beispiele dafür liefern die Unfälle an den Beleuchtungskörpern, besonders an den tragbaren Lampen. Trotz jahrelanger Aufklärung durch Flugblätter usw. nehmen diese Unfälle immer noch zu. Es handelt sich mit wenigen Ausnahmen um die Verwendung von gewöhnlichen Metallfassungen als Handlampen, die von Laien selbst mit Schnur und Stecker versehen worden sind, in feuchten und nassen Räumen. Die meisten Unfälle sind auf eine Berührung des ungeschützten Lampensockels zurückzuführen, weil ein niedriger oder überhaupt kein Fassungsring vorhanden war. In vielen Fällen ist das Fassungsgehäuse durch einen Isolationsfehler unter Spannung gelangt. Bei der Benützung

⁵⁾ z. B. M. Wettstein: Schutzmassnahmen zur Verhütung elektrischer Unfälle in den Hausinstallationen. Bulletin SEV Bd. 25 (1934), Nr. 23, S. 605...619, und Nr. 26, S. 739...744; D. Bren-tani: Erdung und Nullung als Schutzmassnahmen in Haus-installationen. Bulletin SEV Bd. 35 (1944), Nr. 25, S. 754.

als Handlampe wird es umfasst, was den Tod bringen kann. Das gilt auch für normale Stehlampen und Ständerlampen mit Metallfuss, die vom Bad aus umfasst oder auf eine Veranda hinausgetragen wurden. Auch die Berührung von schadhafte Stellen der Zuleitungsschnüre hat zu tödlichen Unfällen geführt. Für die fest montierten Leuchten kommen die gleichen Ursachen in Betracht; die meisten Unfälle sind auf Gehäuseschluss zurückzuführen.

In gleicher Weise wie bei den tragbaren Lampen haben auch die tragbaren Wärmeapparate, die einen Isolationsfehler aufweisen, zu zahlreichen Unfällen geführt. Da sind in erster Linie die Parabolstrahler zu nennen, deren ungeerdetes Gehäuse vom Bad aus berührt worden ist. Leider besteht mancherorts keine andere Möglichkeit, das Badzimmer genügend zu erwärmen als durch transportable Heizapparate, so dass der häufige Gebrauch der Strahler in den Badzimmern und die damit zusammenhängenden Unfälle erklärlich sind. Schwererwiegend sind die Fälle, wo Nichtfachkundige sich für fähig hielten, elektrische Apparate anzuschliessen und dabei Fehler begingen, die beim Einschalten das Gehäuse unter Spannung setzten, was andern Personen, zum Teil ihren nächsten Familiengliedern, das Leben kostete. Mit der durch den Krieg bedingten vorübergehenden Zunahme der Verwendung von elektrischen Kochapparaten, namentlich von Kochern alten Modelles, sind auch die Unfälle an unter Spannung stehenden Schutzspiralen der Zuleitungsschnüre wieder aufgetreten. Die Unfälle an Kochplatten selbst waren mit einer Ausnahme leichter Natur.

Die übrigen Unfälle in den Hausinstallationen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- a) an vorschriftsgemässen Apparaten, die richtig angeschlossen sind;
- b) an vorschriftsgemässen Apparaten, die von Kindern als Spielzeug benützt worden sind;
- c) an Apparaten, die einen Isolationsfehler aufweisen;
- d) an Apparaten, die beschädigt worden sind und daher nicht mehr den Vorschriften entsprechen;
- e) an Apparaten und Installationen, die vorschriftswidrig ausgeführt sind.

a) Unfälle an Apparaten, die den Vorschriften entsprechen, sind nur selten vorgekommen: Eine Hausfrau erlitt Verletzungen durch Stromdurchgang beim Reinigen eines Kochherdes, den sie nicht vom Netz abgetrennt hatte. Ein tödlicher Unfall ereignete sich bei Auseinanderziehen eines normalen zweipoligen Kupplungssteckkontaktes im Freien, wobei der Verunglückte, im nassen Gras stehend, offenbar die Steckerstifte, als sie noch unter Spannung standen, berührt hat.

b) Dass die elektrischen Einrichtungen kein Spielzeug für Kinder sind, mussten leider mehrere Eltern erfahren. Zuerst ist wieder ein Unfall an einem normalen zweipoligen Kupplungssteckkontakt zu nennen, der einem zweijährigen Kind das Leben gekostet hat, als es beim Spielen den Kontakt so weit

auseinanderzog, bis es die Stifte, die noch in den Kontakthülsen steckten, berühren konnte. Andere kleine Kinder spielten mit dem Kupplungsstück einer Verlängerungsschnur oder mit der Zuleitungsschnur zu einem Kocher, die noch an der Wandsteckdose angeschlossen war und steckten sie in den Mund. In einigen Fällen verleitete der Spieltrieb Knaben dazu, Schienenstücke oder die Bananenstecker ihrer elektrischen Eisenbahn in die Wandsteckdose oder einen Draht in den Schalter hineinzustecken u. a. m.

c) Isolationsfehler in Apparaten oder Leitungen haben zu einigen schweren Unfällen geführt, die darum bemerkenswert sind, weil sie bei rechtzeitigem Eingreifen hätten vermieden werden können. In einem Stall wurde ein Mann getötet, als er den blanken Bleimantel eines Kabels der Lichtinstallation berührte. Infolge der Desinfektion des Stalles nach Ausbruch der Maul- und Klauenseuche war der Bleimantel schadhaft geworden und hatte eine Spannung gegen Erde angenommen. Auf die Möglichkeit einer Beschädigung der Installationen beim Desinfizieren ist im Bulletin SEV Bd. 30(1939), Nr. 4, S. 117, hingewiesen worden. Die beschädigte Zuleitungsschnur einer elektrischen Kaffeemaschine setzte die Blechplatte eines Buffets und damit eine Bierpressionsanlage unter Spannung und brachte beim Anstechen eines Bierfasses einem jungen Mann den Tod. Das ungeerdete Gehäuse einer Registrierkasse kam durch einen Isolationsfehler auf Spannung gegen Erde, was den Tod eines Wirtes zur Folge hatte, als dieser gleichzeitig die Kasse und den geerdeten Buffetrahmen berührte. Schliesslich erzeugte ein Isolationsfehler in einem unter Putz liegenden Rohr in einem Badzimmer eine den Tod bringende Spannungsdifferenz zwischen dem Fussboden bzw. der Abwasserleitung und der Frischwasserleitung. Isolationsfehler an Leuchten, welche die Sonnerieanlagen unter Spannung setzten, und Bügeleisen mit Isolationsfehlern hatten nur Unfälle mit geringen Verletzungen zur Folge.

d) Apparate, die zum Teil beschädigt waren und bei denen blanke unter Spannung stehende Teile berührt werden konnten, verursachten ebenfalls einige tödliche Unfälle, z. B. an einer Kupplungssteckdose ohne Deckel, an den beschädigten Steckerhülsen eines Kochers, an einem Lichtschalter ohne Schutzdeckel u. a. m.

e) Die meisten Fälle sind jedoch an Apparaten und Installationen vorgekommen, die den Vorschriften nicht entsprochen haben. Die Leitungsschnüre mit beidseitig Steckerstiften sind als Unfallursache reichlich vertreten. Stecker, die von nichtfachkundigen Personen falsch angeschlossen worden sind, haben das Leben von Mitmenschen gefährdet oder vernichtet. Mit Unverstand und Gewissenlosigkeit erstellte Installationen, die Unberechtigten den Zutritt zu fremdem Eigentum verwehren sollten, haben zwei Menschenleben gekostet. Die Berührung blanker Klemmen an einem selbstgebauten Apparat hat einem jungen Mann den Tod gebracht. In dieses Gebiet gehören auch die zahlreichen Unfälle an elektrischen Weidezäunen, wo immer wieder verbotene Apparate und Einrichtungen verwendet

werden, durch die eine direkte Verbindung mit dem Starkstromnetz hergestellt wird. Einige Landwirte haben ihr eigenmächtiges Vorgehen mit dem Tod büssen müssen, aber auch Drittpersonen sind nicht nur verletzt, sondern auch getötet worden.

Über die Verhütung der Unfälle des Monteurpersonals, das in den Hausinstallationen arbeitet, brauchen wir nicht viel Worte zu verlieren. Die Ursachen sind dieselben, wie bei allen andern Arbeiten an Niederspannungsanlagen und die Schutzmassnahmen ebenfalls.

Für die Verminderung aller andern Unfälle in den Hausinstallationen kommt nur vermehrte Aufklärung in Frage. Man mache einmal die Probe bei seinen Bekannten, die nicht vom Fach sind und frage sie aus, was sie über gefährliche Zustände in der Hausinstallation wissen, und man wird manchmal, nachdem man sie aufgeklärt hat, hören müssen: «Das habe ich nicht gewusst, warum sagt man uns das nicht?» Die Aufklärung ist sicher willkommen. Sie kann sich für die Hausinstallationen auf wenige Gebiete beschränken:

Erstens ist zu zeigen, wie Unfälle an den Lampen entstehen, besonders an den vom Laien selbst zusammengestellten Handlampen, wie aber auch Gefahr vorhanden ist bei der Verwendung von Stehlampen und Ständerlampen mit Metallfuss an feuchten und nassen Orten (Veranda, Garten, Keller, Bad) oder bei gleichzeitiger Berührung einer dieser Metallteile und einer mit der Erde verbundenen Leitung (Wasser, Gas, Zentralheizung, Radio) in trockenen Räumen. Dann muss gezeigt werden, mit welchen Mitteln man diesen Gefahren zu begegnen sucht: durch eine besondere Bauart der Handlampe, durch Erdung oder Nullung der Metallteile an Steh- und Ständerlampen und durch Verwendung von Isoliermaterial.

Auf die Gefahren beim Gebrauch der tragbaren Wärmeapparate in Badezimmern und in andern feuchten Räumen, der beschädigten Apparate und Werkzeuge und der schadhafte Zuleitungsschnüre ist aufmerksam zu machen. Eindringlich zu warnen ist vor Reparaturen und andern Arbeiten an elektrischen Einrichtungen durch nichtfachkundige Personen und an Beispielen ist zu zeigen, welche schwerwiegende Folgen kleine Versehen haben können. Schliesslich müssen auch die Eltern über die Gefahren aufgeklärt werden, denen die Kinder beim Spielen mit elektrischen Einrichtungen ausgesetzt sind.

Wie soll diese Aufklärung erfolgen, damit sie sicher diejenigen erreicht, die es angeht? Das Anschlagen von Plakaten ist weniger empfehlenswert, besser ist hierfür die Schule geeignet. Dann aber kommen besonders die Haus- und Werbezeitungen der Elektrizitätswerke, periodisch erscheinende Aufsätze in den Beilagen der Zeitschriften, Aufdruck auf den Energierechnungsformularen oder Beilagen zu diesen, ferner Vorträge und endlich, was jedenfalls am meisten Beachtung finden würde, Kurzfilme im Kino in Betracht. Die verschiedenen zu behandelnden Gebiete — Elektrowerkzeuge, Leitungen u. a. m. könnten ebenfalls einbezogen wer-

den — geben die Abwechslung, die notwendig ist, um die Aufmerksamkeit immer wieder zu fesseln.

Die Werke werden für die Beseitigung gefährdender Zustände besorgt sein, auch wenn sie ausserhalb der periodischen Kontrollen, z. B. bei Reparaturen usw. festgestellt worden sind. Dabei können sie ebenfalls die notwendigen Aufklärungen geben und z. B. auch auf die Vorteile bei Verwendung von Isoliermaterial an Stelle von Metall hinweisen.

Der Einwand, mit einer so weitgehenden Aufklärung werde die Bevölkerung unnötig verängstigt, oder gar die Werbung für den Verkauf elektrischer Apparate benachteiligt, darf mit dem folgenden Einwand zurückgewiesen werden: An Hausinstallationen, die entsprechend den heute geltenden Vorschriften erstellt worden sind und unterhalten werden, sind Unfälle sehr selten.

Andererseits hat doch jedermann ein Anrecht darauf, die Gefahren des Starkstromes kennenzulernen, damit er sich davor schützen kann. Ein jeder soll wissen, wenn ein Apparat elektrisiert, ist er nicht mehr in Ordnung und muss vom Fachmann wieder instandgestellt werden. Ein jeder muss sich bewusst sein, welche Verantwortung er auf sich nimmt, wenn er ohne gründliche Fachkenntnisse sich an elektrischen Anlagen zu schaffen macht. Wer gesehen hat, wie die Unkenntnis der Gefahr grosses Leid in manche Familie gebracht hat, wird sich dieser Auffassung nicht verschliessen können.

C. Zusammenfassung

Die Unfälle, die sich in den Jahren 1929...1948 an Starkstromanlagen in der Schweiz ereignet haben, sind in der Mehrzahl beim Arbeiten in der Nähe der elektrischen Anlagen oder beim Arbeiten an diesen entstanden. Um sie zu verhüten, müssen entsprechende Schutzmassnahmen, wie Erden und Kurzschliessen der Leitung, Verschalen, Isolieren usw. systematisch und fachgemäss durchgeführt werden. In Niederspannung ist das Arbeiten unter Spannung auf das notwendige Mass zu beschränken.

Die übrigen Unfälle sind zum grössten Teil auf eine fehlende oder ungenügende Aufklärung über die Gefahren der Starkstromanlagen zurückzuführen. Zu ihrer Verhütung ist eine umfassende, periodisch sich wiederholende Belehrung über das für den Nichtfachmann in Frage kommende Gebiet notwendig.

Eine kleinere Anzahl von Unfällen ist entstanden, weil die Schutzordnung den heute geltenden Vorschriften nicht entsprochen hat. Nach der Durchführung der periodischen Revisionen der Hausinstallationen dürfen solche Unfälle nicht mehr vorkommen.

Wenn auch die Einstellung des Menschen gegenüber den Starkstromanlagen und das Zusammenreffen ungünstiger Umstände immer wieder zu Unfällen führen werden, so dürften doch die besprochenen Schutzmassnahmen und die Aufklärung die Mittel sein, die ein weiteres Ansteigen der Unfallzahlen verhüten können.

Adresse des Autors:

E. Sprecher, Leimbachstrasse 78, Zürich 2/41.