

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 61 (1970)
Heft: 24

Artikel: Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz in den Jahren 1966 bis 1968
Autor: Class, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916002>

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: 03.04.2026

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

BULLETIN

DES SCHWEIZERISCHEN ELEKTROTECHNISCHEN VEREINS

Gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV)
und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)

Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz in den Jahren 1966 bis 1968

Mitgeteilt vom Starkstrominspektorat (H. Class)

3141-3149

614.825

Im ersten Teil des Artikels werden die durch Elektrizität verursachten Unfälle untersucht, mit den Ergebnissen früherer Jahre verglichen und nach verschiedenen Grundsätzen unterteilt. Anschliessend folgt eine Beschreibung einiger Unfallhergänge aus den einzelnen Anlagekategorien. Zwischen den Beispielen sind Hinweise auf Möglichkeiten zur Unfallverhütung zu finden.

Dans la première partie de cette communication les accidents dus à l'électricité sont examinés, comparés avec les résultats des années précédentes et classés selon divers points de vue. Vient ensuite une description de quelques accidents de diverses catégories, avec indication des précautions qui pourraient être prises afin d'en éviter le renouvellement.

1. Statistik

Die in den Jahren 1966 bis 1968 dem Eidg. Starkstrominspektorat gemeldeten Starkstromunfälle sind in den Tabellen I...IV. zusammengestellt und zwar unterteilt in solche, die einen tödlichen Ausgang nahmen oder aber eine Arbeitsunfähigkeit von mehr als 3 Tagen bewirkten, sowie in solche Unfälle, die keine oder nur geringe Nachwirkungen zeigten.

In diesem Bericht sind die vom Eidg. Amt für Verkehr registrierten Unfälle der öffentlichen Transportanstalten nicht besonders behandelt, sind aber in Tabelle I zusammengestellt.

Starkstromunfälle beim Bahnbetrieb Tabelle I

	Verletzt			Tot			Total		
	1966	1967	1968	1966	1967	1968	1966	1967	1968
Personal	8	5	6	2	2	—	10	7	6
Reisende und Drittpersonen	2	10	8	2	5	5	4	15	13
Total	10	15	14	4	7	5	14	22	19

Die Tabellen II und III enthalten nur die Unfälle schwerer Natur und ermöglichen einen Vergleich mit Unfallstatistiken früherer Jahre. So gibt Tabelle II einen Überblick über die Zahl der in den letzten Jahren an Hoch- bzw. Niederspannungsanlagen verunfallten Personen, während in Tabelle III die Zahl der Verunfallten unterteilt nach Personengruppen für dieselbe Zeitspanne aufgeführt sind.

Dem Umstand, dass ein leichter Unfall ebensogut hätte schwerwiegende Folgen haben können, wurde Rechnung getragen, indem in Tabelle IV, im Gegensatz zu früheren Statistiken, auch die Zahl der leichten Unfälle (Bagatellunfälle) aufgeführt ist. Ausserdem sind in Tabelle IV die einzelnen Personengruppen der Verunfallten mit den Anlageteilen, durch welche die Unfälle veranlasst wurden, in Beziehung gebracht.

Wie Tabelle II zeigt, haben die Unfallzahlen vom Jahre 1965 an, trotz intensivierter Elektrifizierung in Industrie, Gewerbe und Haushalt, stetig abgenommen. Im Vergleich zu

Durch Nieder- und Hochspannungseinrichtungen verunfallte Personen Tabelle II

Jahre	Niederspannung		Hochspannung		Total		
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	total
1968	194	16	40	10	234	26	260
1967	240	20	43	8	283	28	311
1966	258	23	34	16	292	39	311
1965	262	20	50	10	312	30	342
1964	299	26	45	9	344	35	379
1963	275	16	43	10	318	26	344
1962	276	16	48	10	234	26	350
1961	278	17	38	6	316	23	339
1960	232	15	33	13	265	28	293
1959	241	18	25	11	266	29	295
Mittel 1959– 1968	255	19	40	10	297	29	326

den Aufzeichnungen früherer Jahre, wo die wachsende Zahl der elektrischen Energieverbraucher in der Zunahme der Starkstromunfälle deutlich zum Ausdruck kam, ist dies ein erfreuliches Ergebnis. Die Gründe dafür liegen vor allem in

Verunfallte Personen, geordnet nach ihrer Fachkundigkeit Tabelle III

Jahre	Betriebspersonal der Werke		Monteurpersonal		Drittpersonen		Total		
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	total
1968	7	2	95	6	132	18	234	26	260
1967	4	1	139	7	140	20	283	28	311
1966	7	4	116	10	169	25	292	39	331
1965	10	1	124	11	178	18	312	30	342
1964	12	1	131	12	200	22	344	35	379
1963	12	1	129	7	177	18	318	26	344
1962	5	—	106	7	213	19	324	26	350
1961	7	1	130	6	179	16	316	23	339
1960	—	3	104	11	161	14	265	28	293
1959	3	1	116	9	147	19	266	29	295
Mittel 1959– 1968	7	2	119	9	170	19	297	29	326

der vermehrten Anwendung der Sonderisolation bei transportablen Elektrogeräten, sowie in der Einführung der Nullung nach Schema I der Hausinstallationsvorschriften des SEV (HV) durch zahlreiche Elektrizitätswerke. Ausser dem zunehmenden Einsatz von Isolierstoffen im Elektroapparatebau und der weiteren Ausbreitung der Nullung nach Schema I der HV in den Hausinstallationen wird der kommende vermehrte Gebrauch von Fehlerstromschutzschaltern insbesondere für Installationen in feuchten-, nassen- und korrosionsgefährlichen Räumen wie auch auf Baustellen eine Erhöhung der Personensicherheit mit sich bringen.

Die Genugtuung über die erwähnte Abnahme der Starkstromunfälle in den letzten Jahren wird leider durch die sprunghafte Zunahme der tödlichen Starkstromunfälle vor allem im Jahre 1966 stark getrübt; überstieg doch die Zahl der 1966 tödlich verunfallten Personen jene vom Jahre 1965 um 9 und erreichte eine seit Jahren nie mehr dagewesene Zahl von 39.

Auffallend gross war dabei die Zahl der an Hochspannung tödlich verunfallten Personen, die gegenüber dem Jahre 1965 um 60 % anstieg. Zu dieser hohen Unfallquote trug die Unvorsichtigkeit von Kran- und Baggerführern auf Baustellen wesentlich bei. Nicht weniger als 7 Todesfälle waren die Folge davon, dass die Ausleger von Kranen oder Baggern mit Hochspannungsleitungen in Berührung kamen. Es kann deshalb nicht eindringlich genug darauf hingewiesen werden, dass in allen jenen Fällen, wo in der Nähe von Baustellen Freileitungen verlaufen oder diese gar überqueren, vor Baubeginn das zuständige Elektrizitätswerk zu verständigen ist, damit die notwendigen Sicherheitsvorkehrungen rechtzeitig getroffen werden können. Ebenso ist mit dem Elektrizitätswerk Fühlung aufzunehmen, wenn in Gegenden, wo im Boden verlegte Kabelleitungen vorhanden sein können, Grabarbeiten vorgenommen werden müssen.

Auch die Unfälle von Fachpersonal an Hochspannungsanlagen lassen immer wieder feststellen, dass die nötigen Vorsichtsmassnahmen nicht oder nur in ungenügender Weise getroffen werden. Oft werden scheinbar ausgeschaltete Anlageteile geerdet, ohne vorher zu prüfen, ob die Anlage tatsächlich spannungsfrei ist. Unfälle dieser Art lassen sich indessen durch die strikte Beachtung der folgenden allgemein bekannten Sicherheitsregel vermeiden.

1. Ausschalten,
2. Prüfen auf Spannungsfreiheit,
3. Erden.

Um ferner sicher zu gehen, dass der Spannungsprüfer noch funktioniert, darf die vorgängige Kontrolle an einem unter Spannung stehenden Anlageteil nicht unterlassen werden. Ausserdem ist darauf zu achten, dass die dem Arbeitsplatz benachbarten, unter Spannung stehenden Anlageteile zuverlässig verschalt sind. Die Verschaltung soll so ausgeführt sein, dass die Arbeit auch bei einer allfälligen Unvorsichtigkeit des Monteurs gefahrlos erledigt werden kann. Dazu gehört z. B. die frontseitige Verschaltung angrenzender Hochspannungszellen. Das für solche Zwecke benötigte Verschaltungsmaterial soll jederzeit zur Verfügung stehen und so hergerichtet sein, dass es sich im Bedarfsfalle leicht und ohne Anpassungsarbeiten einsetzen lässt. Damit kann die Verwendung von ungeeignetem, von Fall zu Fall zusammengesuchtem Verschaltungsmaterial, wie z. B. Kartonplatten, einzelnen Holzbrettern und dgl., umgangen werden.

In Versuchslokalen und Prüfständen ist den Umständen entsprechend ständig eine gewisse Unfallgefahr vorhanden, die durch den vermehrten Einsatz von angelernten Hilfskräften noch gesteigert wird. Eine gewissenhafte Instruktion des Personals nebst einer überlegt angeordneten Sicherung der möglichen Unfallstellen vermag indessen viel zur Unfallverhütung beizutragen. So sind offene, unter Spannung stehende Anlageteile deutlich abzuschranken und mit auffälligen Warntafeln zu versehen. Solche Abschränkungen dürfen nur von jenen Personen entfernt werden, die die Anlage selbst ausgeschaltet haben. Die Türen zu unbeaufsichtigten, in speziellen Räumen in Betrieb stehenden Versuchsanlagen sollen in jenen Fällen, wo eine erhöhte Unfallgefahr vorhanden ist, mit Sicherheitsschaltern versehen werden, die bei unbefugtem Betreten des Raumes entweder die Anlage von der Spannung abtrennen oder mit einem akustischen Signal den Vorgang signalisieren.

Bei Prüfständen, wo eine zufällige Berührung blanker, unter Spannung stehender Teile in Betracht gezogen werden muss, ist es unbedingt notwendig, einen isolierten Bedienungsstand herzurichten. Ferner kann ein in der Nähe der Prüfstelle gut zugänglicher und deutlich gekennzeichnete Not-Ausschalter bei einem Unfall von entscheidender Bedeutung sein, denn er ermöglicht es, den Verunfallten innert kürzester Frist von der Elektrisierung zu befreien. Solche Not-Ausschalter sollen daher an jenen Orten stets vorhanden sein, wo eine ungewollte Berührung blanker, unter Spannung stehender Teile möglich ist.

Dass die Elektromonteur und Hilfsmonteur von Berufs wegen einer Elektrisierung in vermehrtem Masse ausgesetzt sind, bestätigt die hohe Unfallziffer dieser Berufsgruppe. Die Ursachen der einzelnen Unfälle lassen aber erkennen, dass sich die meisten Unfälle durch Anwendung vermehrter Vorsicht hätten vermeiden lassen. Eine an und für sich selbstverständliche Vorsichtsmassnahme, nämlich zu prüfen, ob ein vermeintlich ausgeschalteter Anlageteil auch tatsächlich spannungslos sei, wird oft unterlassen. Ferner wird in vielen Fällen von einer Sicherung der Arbeitsstelle gegen unbefugtes Wiedereinschalten abgesehen. Besonders aber könnten Isolierhandschuhe zur Unvfallverhütung wesentlich beitragen. Mehr als die Hälfte aller Unfälle von Elektromonteuren und Hilfsmonteuren wären durch das Tragen von Isolierhandschuhen vermeidbar gewesen. In Anbetracht des weitgehenden Schutzes, den Isolierhandschuhe gegen Elektrisierung bieten, ist es erstaunlich, wie wenige sich dieses einfachen Mittels bedienen. Jede an einer elektrischen Anlage arbeitende Person sollte aber bei Gefahr einer Elektrisierung Isolierhandschuhe tragen. Damit Isolierhandschuhe jederzeit verfügbar sind, sollten sie zur selbstverständlichen Ausrüstung der Monteure und Hilfsmonteure gehören.

Auffallend viele Elektromonteur erleiden beim Arbeiten an Schalt- und Verteiltafeln Flammenbogenunfälle. Sehr oft stellt sich bei der Abklärung der Unfälle heraus, dass der Abschaltung des betreffenden Anlageteils oder einer zweckmässigen Verschaltung der den Monteur gefährdenden blanken, unter Spannung stehender Teile, ausser dem damit verbundenen Zeitaufwand, nichts im Wege gestanden hätte. Obwohl das Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlageteilen, ausgenommen in nassen, korrosionsgefährlichen oder explosionsgefährlichen Räumen und in Hochspannungsan-

lagen grundsätzlich erlaubt ist, sollte doch vorher eingehend abgeklärt werden, ob nicht eine Abschaltung der betreffenden Anlage, wenn nötig, auch während der normalen Arbeitszeit, möglich ist. Denn selbst bei der Verwendung von Isolierhandschuhen sowie von Werkzeugen mit Isoliergriffen und einem isolierten Standort des Arbeitenden kann eine geringfügige Unvorsichtigkeit schwere und wie die Erfahrung lehrt, sogar tödliche Verbrennungen durch Kurzschluss-Flammenbogen nach sich ziehen, ganz abgesehen von der damit verbundenen teilweisen Zerstörung der betreffenden Schalt- bzw. Sicherungsanlagen.

An Anlageteilen, denen Sicherungen von mehr als 100 A Nennstromstärke vorgeschaltet sind, sollte daher nur dann unter Spannung gearbeitet werden, wenn durch entsprechende Verschaltungen der in der Nähe befindlichen spannungsführenden und der geerdeten Teile das Entstehen eines Kurz- oder Erdschluss-Flammenbogens verunmöglicht ist.

Der prozentuale Anteil der auf Baustellen tätigen, durch Elektrizität verunfallten Personen ist erfreulicherweise in den letzten Jahren ebenfalls wesentlich zurückgegangen. Dazu haben die Anstrengungen der Unternehmer, auch auf den Baustellen nur noch einwandfreies Installationsmaterial einzusetzen, wesentlich beigetragen. Mangelhafte, oft von Laien aus defektem Material zusammengestellte Sicherungsanlagen sind nicht mehr häufig anzutreffen; an deren Stelle sind die auf dem Markt fertig erhältlichen Sicherungs- und Zählerkasten mit angebauten Steckdosen getreten. Allerdings ist die Zahl der auf Baustellen Verunfallten, verglichen mit den Zahlen der in den übrigen Berufsgruppen beschäftigten Personen, noch immer überdurchschnittlich. Mit vermehrtem Einbau von Fehlerstromschutzschaltern in Baustromverteilern und einem noch besseren Unterhalt, insbesondere der beweglichen und transportablen Anschlüsse kann mit einer weiteren Verminderung der Unfälle gerechnet werden.

In den Industrie- und Gewerbebetrieben sind die meisten Unfälle mit Elektrizität beim Gebrauch von beweglichen und transportablen Elektrogeräten aufgetreten. Diese Unfälle sind aber nicht auf eine fehlende periodische Kontrolle der transportablen Elektrowerkzeuge und der dazugehörigen Verlängerungsschnüre zurückzuführen, sondern oft einer erstaunlichen Gleichgültigkeit des Personals gegenüber defekten Steckern, ausgerissenen Schnüren und dgl. zuzuschreiben. Es sollte sich jedermann zur Pflicht machen, solche, auch vom Laien wahrnehmbare Beschädigungen umgehend dem zuständigen Vorgesetzten zu melden. Man erweist auch sich oder seinem Mitarbeiter keinen Vorteil, wenn man glaubt, Schäden an Elektrogeräten selbst beheben zu können. In der Regel sind solche Reparaturen mangelhaft ausgeführt und können früher oder später zu einem Unfall Anlass geben. Für solche Arbeiten ist nur der mit der Materie vertraute Fachmann zuständig. Jedermann kann indessen wirksam zur Unfallverhütung beitragen, indem er die ihm anvertrauten Geräte sorgfältig behandelt. So soll z. B. der Stecker nicht an der Schnur, sondern am Steckergriff aus der Steckdose herausgezogen werden. Wichtig ist auch die richtige Wahl der dem Verwendungszweck entsprechenden Stecker und Kupplungssteckdosen. So eignen sich in rauen Betrieben am besten Industrie-Steckverbindungen mit schlagfestem Isoliereinsatz. Ferner werden 220-V-Elektrohandwerkzeuge sowie Anschluss- und Verlängerungsschnüre, die im Freien oder in nassen Räumen Verwendung finden, am zweckmäs-

sigsten mit Steckern und Kupplungssteckdosen ausgerüstet, die schlagfeste und feuchtigkeitsichere Gehäuse aus Isolierstoff besitzen.

2. Bemerkenswerte Unfälle

Anhand der folgenden Erläuterungen einiger Unfälle soll gezeigt werden, wie durch Unvorsichtigkeit und Nachlässigkeit Menschenleben gefährdet werden, dass andererseits vermehrte Aufmerksamkeit und Einhalten der selbstverständlichsten Sicherheitsregeln viel Unheil verhüten können.

2.1 Kraft- und Unterwerke

An einer Strasse mussten Bauarbeiten ausgeführt werden. Obschon die betreffende Baufirma über den Verlauf der im Erdboden liegenden Hochspannungskabel genau orientiert war, wurde infolge Unvorsichtigkeit ein Hochspannungskabel verletzt und ein Kurzschluss im Hochspannungsnetz verursacht. Durch diesen Kurzschluss wurde im Unterwerk ein Kuppelschalter ausgeschaltet, so dass der speisende Transformator vom betreffenden Sammelschienen-System getrennt und damit verschiedene wichtige Verbraucher spannungslos wurden. Der im Unterwerk im Dienst stehende Schaltwärter vermutete einen Fehler am Kuppelschalter und versuchte daher, die spannungslose Sammelschiene mit einem zweiten Kuppelschalter unter Spannung zu setzen. Da jedoch der Netzkurzschluss noch immer vorhanden war, löste auch dieser Schalter sofort wieder aus. Der Schaltwärter sah sich dann veranlasst, einen der spannungslosen, aber für den Betrieb des Unterwerkes wichtigen Hochspannungsanschluss auf eine andere von der Netzstörung nicht beeinträchtigte Sammelschiene umzuschalten. Anstatt zuerst den betreffenden Leistungsschalter auszuschalten und erst dann die Umschaltung mit den Trennern vorzunehmen, liess er in der Hast den Leistungsschalter geschlossen und begann die Umschaltung nur mit Hilfe der Trenner. Zudem übersah er, dass er beim Schliessen der Trenner auch den mit dem Kurzschluss behafteten Netzteil wieder unter Spannung setzte. Es trat ein heftiger Kurzschluss-Flammenbogen auf, der nicht nur den betreffenden Anlagenteil zerstörte, sondern auch dem vor der Schaltzelle stehenden Anlagewärter so schwere Brandverletzungen beibrachte, dass er denen später erlag.

Dieser Unfall bestätigt erneut, dass vor allem in dringenden Situationen, wo es scheinbar auf Sekunden ankommt, ein überlegtes und ruhiges Handeln besonders notwendig ist. Die erforderliche Sicherheit, um auch in unvorhergesehenen Situationen die notwendigen Schaltungen fehlerlos vornehmen zu können, lässt sich nur durch periodisch zu wiederholende praktische Übungen erlangen. In grösseren Schaltanlagen dürfen sodann Schutzhelme mit Gesichtsschirm sowie Asbesthandschuhe nicht fehlen und sollten stets getragen werden, wenn Trennvorrichtungen betätigt werden müssen (Fig. 1).

Allzu grosses Selbstvertrauen verleitet, wie der folgende Unfall zeigt, leicht zu waghalsigem Handeln, das früher oder später zu schweren Verletzungen führen oder gar das Leben kosten kann.

In einem Kraftwerk musste das Generator-Schaltfeld umgebaut werden. Die oben in die Schalterzelle eingeführte Hochspannungs-Generatorleitung wurde daher von der Schalteinrichtung abgetrennt und provisorisch in eine benachbarte Schalterzelle überführt. Im Verlauf der Umbau-

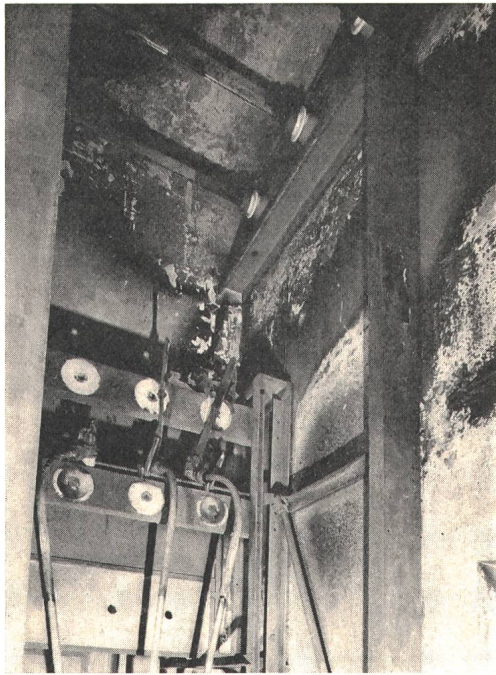


Fig. 1

Durch Kurzschluss-Flammenbogen zerstörte Hochspannungszelle

arbeiten hatten ein Schaltwärter und ein Maschinist des Kraftwerkes die an der Decke des Bedienungsganges montierten Isolatortragschienen bereits entfernt und wollten nun der Vollständigkeit halber auch die dritte, im Generatorschaltfeld an der Decke montierte Isolatortragschiene entfernen. Der Schaltwärter stieg also auf den von der Spannung abgetrennten Leistungsschalter des Generatorschaltfeldes und von dort auf einen Querträger, um von diesem unsicheren Standort aus die erwähnte Tragschiene loszuschrauben. Hinter ihm war auch der Maschinist aufgestiegen. Zu diesem wandte sich der Schaltwärter um, um den eben benutzten Schraubenschlüssel zurückzugeben, verlor dabei aber das Gleichgewicht. Instinktiv versuchte er, sich festzuhalten und griff nach einem etwa 70 cm von seinem Standort entfernten Polleiter der unter Spannung stehenden Generatorleitung. Der Schaltwärter sank sofort zusammen und fiel zwischen den Querträger und die blanken Generatorschienen, so dass sein Körper bis zum Stillstand des speisenden Generators direkt mit den drei blanken Polleiterschienen in Berührung stand (Fig. 2).

Selbst von einem sicheren Standort aus darf im Berührungsbereich blanker, unter Spannung stehender Hochspannungsteile nicht gearbeitet werden; solche Anlageteile müssen in jedem Falle entweder spannungslos gemacht oder dann so verschalt werden, dass auch bei einer allfälligen Unvorsichtigkeit oder einer ungewollten Reaktion des Arbeitenden kein Unfall verursacht werden kann.

Wie wichtig es ist, vor dem Erden eines vermutlich spannungslosen Anlageteils eine Spannungsprüfung vorzunehmen, zeigt drastisch der folgende tödliche Unfall in einem Unterwerk. Für die Revision eines Hochspannungs-Leistungsschalters wurde die dazugehörige Sammelschiene über dem Schalter ausgeschaltet. Damit der mit der Revision beauftragte Monteur durch die am Schalter anzubringende Erdungsvorrichtung beim Arbeiten nicht behindert würde, sah er vor, die Erdung unterhalb des Schalters beim Kabelendverschluss anzubringen. Offenbar hatte er jedoch vergessen,

auch die Kabelleitung von der Spannung abzutrennen, denn als er nach Entfernen des Schutzgitters die Erdungseinrichtung am Kabelendverschluss anbringen wollte, berührte er mit der Hand einen unter Spannung stehenden Schalterpol und verursachte gleichzeitig einen Kurzschluss-Flammenbogen. Der Monteur wurde im gleichen Augenblick vom Lichtbogen eingehüllt und getötet.

Müssen in einer teilweise in Betrieb stehenden Hochspannungsanlage betriebsfremde Arbeiter beschäftigt werden, so kann der vollständigen und zuverlässigen Verschaltung sowie der Anbringung von auffälligen Warntafeln nicht genug Beachtung geschenkt werden. Selbst eine eingehende Instruktion der betreffenden Arbeiter genügt nämlich, so wichtig eine solche auch sein mag, in der Regel nicht, um Unfälle sicher zu verhüten. Solche Instruktionen geraten meistens bald in Vergessenheit oder werden im Arbeitseifer nicht beachtet.

In einem Unterwerk mussten die Eisenkonstruktionen und die blanken Polleiter einer Schaltanlage gestrichen werden. Ursprünglich waren die dem Arbeitsplatz benachbarten, unter Spannung stehenden Anlagen vollständig mit Holzbrettern verschalt. Als dann ein Teil der Verschaltung für die Montage eines Schutzgitters entfernt werden musste, wurde die Öffnung nach Beendigung der Arbeit nicht wieder geschlossen. Obwohl die beiden in der Schaltanlage beschäftigten Maler offenbar davon unterrichtet worden waren, dass die hinter der Verschaltung befindlichen Hochspannungsanlagen unter Spannung standen, betrat doch einer der Maler durch die erwähnte Öffnung in der Verschaltung den unter Spannung stehenden Anlageteil und berührte einen unter Spannung stehenden 50-kV-Überspannungsableiter. Die Folge war der sofortige Tod des Malers (Fig. 3).

2.2 Hochspannungsleitungen

Freileitungen in der Nähe von Baustellen stellen eine oft nicht rechtzeitig erkannte Gefahr dar. Viel zu häufig kommt

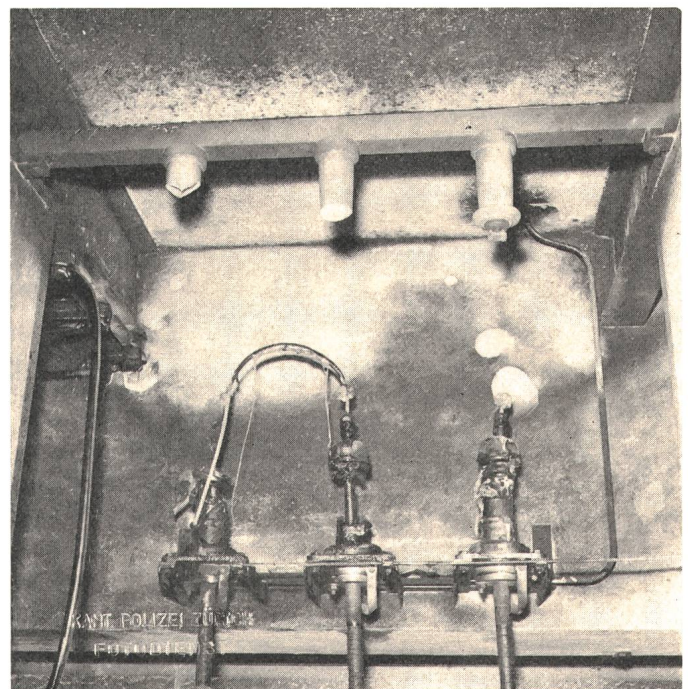


Fig. 2

Tödlicher Unfall in einem Generatorschaltfeld durch Erfassen einer blanken, unter Spannung stehenden Hochspannungs-Verbindungsleitung

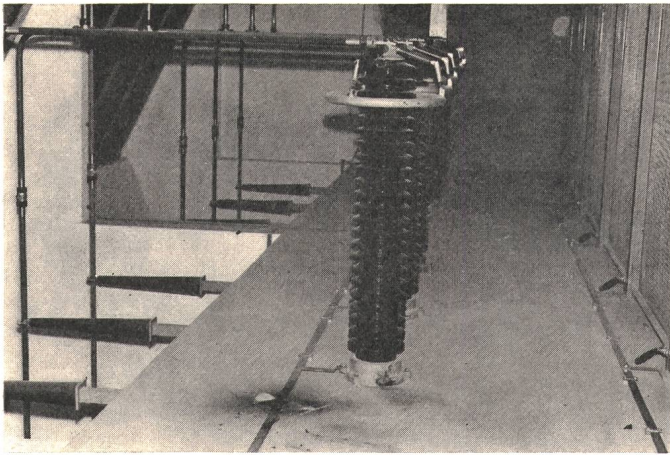


Fig. 3

Unter Spannung stehende Überspannungsableiter, an denen ein Maler ein Mass nehmen wollte

es vor, dass solche Freileitungen durch Krane oder Bagger berührt werden, was fast immer schwere Verletzungen oder gar den Tod von Bauarbeitern nach sich zieht. Auf einer Baustelle z. B. musste mit einem Autokran ein Lager von Leitungsrohren versetzt werden. Inmitten der Arbeit fuhr der Autokran mit einem am Ausleger hängenden Leitungsrohr zu weit rückwärts und berührte mit dem Ausleger den Polleiter einer Hochspannungsleitung. Das Leitungsrohr wurde indessen von zwei Bauarbeitern festgehalten, die die Rohre jeweils in die richtige Lage manövrieren mussten. Die beiden Arbeiter wurden von der Hochspannung getroffen und sanken zu Boden. Als der Kranführer dies sah, wollte er den beiden Arbeitern zu Hilfe eilen, bemerkte aber noch rechtzeitig die Ursache des Unfalles und manövrierte den Kran von der Hochspannungsleitung weg. Als der Arzt auf der Unfallstelle erschien, war einer der beiden Arbeiter bereits gestorben, während der andere schwere Verletzungen davontrug (Fig. 4).

Einige Monteure waren damit beauftragt, einen auf einer Hochspannungsfreileitung zeitweilig auftretenden Kurzschluss zu ermitteln und zu beseitigen. Nach einigem Suchen fanden die Monteure auf einer Freileitungsstange einen herunterhängenden Bindedraht, der, wenn er vom Winde bewegt wurde, zwischen zwei Polleitern einen Kurzschluss verursachte. Um den Draht beseitigen zu können, war es erforderlich, die einer kleinen Generatoranlage als Netzeinspeisung dienende Hochspannungs-Freileitung auszuschalten. Zu diesem Zweck wurde der Freileitungsschalter netzseitig geöffnet, und ein Monteur stieg auf die Stange und schloss zudem mit einem Draht die drei Polleiter der Freileitung kurz. Als der Monteur daraufhin den Isolatorenbund in Ordnung bringen wollte, stiess er plötzlich einen Schrei aus und blieb leblos zwischen den Freileitungsdrähten hängen. In diesem Moment kam dem leitenden Monteur in den Sinn, dass er beim Ausschalten der Freileitung vergessen hatte, auch den Trennschalter auf dem generatorseitigen Leitungsstück zu öffnen. Bis aber der Schalter endlich geöffnet war, und der Verunfallte geborgen werden konnte, dauerte es einige Zeit, so dass der etwas später eintreffende Arzt nur noch den Tod des verunfallten Monteurs feststellen konnte. Die tödliche Elektrisierung des Verunfallten war trotz der scheinbar kurzgeschlossenen Polleiterdrähte möglich, weil die Leitungsimpedanz von der kleinen Generatoranlage bis zur

Kurzschluss-Stelle so gross war, dass weder der Kurzschluss-Schutz, noch der Überlastungsschutz des Generators anzusprechen vermochten. Da auch die Kurzschlusseinrichtung nur aus einem losen, über die einzelnen Polleiter geworfenen Draht bestand, konnte sich der Kurzschlussdraht von einem der Polleiterdrähte abheben, so dass sich der Verunfallte der Spannungsdifferenz zwischen dem Kurzschlussdraht und dem Polleiterdraht aussetzte.

Wie dieses Beispiel von immer wiederkehrenden Unfällen zeigt, kann nicht genug darauf hingewiesen werden, dass sich der für eine vorzunehmende Schaltung Verantwortliche genau über den Schaltzustand des Netzes orientieren muss. Ausserdem muss er sich nochmals vergewissern, dass alle Schaltmöglichkeiten berücksichtigt sind, bevor er die Arbeit freigibt. Ebenso sollten die mitbeteiligten Monteure über den betreffenden Netzteil orientiert sein, so dass sie in der Lage sind, ihren Vorarbeiter auf allfällige Schaltfehler aufmerksam zu machen. Dies bedingt jedoch, dass in jedem Elektrizitätswerk die gesetzlich vorgeschriebenen und gewissenhaft nachgeführten Netzpläne vorhanden sind.

Messbänder mit Metalleinlagen stellen im Bereiche von unter Spannung stehenden Anlagen eine Unfallgefahr dar. Die Gefahr ist umso grösser, weil sich kaum jemand, der ein solches Band verwendet, der Tatsache bewusst ist, dass diese scheinbar aus Isolierstoff bestehenden Messbänder in Wirklichkeit einen Leiter darstellen. Auch der nachstehende tödliche Unfall wäre vermeidbar gewesen, wenn ein mit Glas- oder Kunststoff-Fasern verstärktes Messband, anstatt ein solches mit einer Metalleinlage zur Verfügung gestanden hätte.

Ein Monteur sollte zusammen mit einem Hilfsarbeiter die Länge einer Strebenstange ausmessen. Der Monteur war mit dem Ende des Messbandes auf die Freileitungsstange gestiegen, und der Hilfsarbeiter sollte das Mass bis zum Grund des bereits ausgehobenen Strebenlochs ermitteln. Der Hilfsarbeiter liess indessen die Messrolle versehentlich zu Boden fallen, wobei das Messband einen Polleiter der 220/380-



Fig. 4

Pneukran, der mit dem Ausleger eine Hochspannungs-Freileitung berührte

V-Freileitung berührte. Der Monteur auf der feuchten Freileitungsstange wurde dadurch elektrisiert und liess das freie Messbandende fahren, welches in der Folge vom Winde auf das Dach der danebenstehenden Transformatorstation hinaufgeweht wurde. Dort berührte das Band zwei Polleiter der Hochspannungsleitung und verursachte einen Kurzschluss-Flammbogen. Der Hilfsarbeiter hatte inzwischen die Messbandrolle wieder vom Boden aufgehoben, wurde vom Strom getroffen und blieb regungslos am Boden liegen. Die vom Arzt sofort vorgenommenen Wiederbelebungsversuche blieben erfolglos.

2.3 Transformatorstationen

Die Forderung, die einer spannungslosen Zelle benachbarten, unter Spannung stehenden Anlageteile frontseitig zu verschalen, selbst dann, wenn diese bereits mit einem Schutzgitter versehen sind, scheint etwas übertrieben zu sein. Eine solche Verschalung soll indessen verhindern, dass sich ein Monteur in der Zelle irrt, und anstatt in der ausgeschalteten, in der benachbarten, unter Spannung stehenden Zelle Eingriffe vornimmt. Dass solche Versehen verhältnismässig oft vorkommen, zeigt die Unfallstatistik und soll anhand der folgenden Beispiele dargelegt werden. In einer Transformatorstation musste ein Hochspannungsschalter revidiert werden. Inmitten der Arbeit bemerkte der Monteur, dass er einen Schraubenschlüssel vergessen hatte. Er begab sich daher zur Werkzeugkiste, nahm den Schraubenschlüssel heraus und wollte, vor der Schaltzelle stehend, mit dem Schraubenschlüssel die festsitzende Schraube am Hochspannungsschalter lösen. Als er sich aber dem Schalterpol näherte, trat plötzlich ein Lichtbogenüberschlag auf den Schraubenschlüssel auf. Es stellte sich nachher heraus, dass der Monteur versehentlich eine Schraube am benachbarten, unter Spannung stehenden Hochspannungsschalter hatte lösen wollen, obwohl die Zelle mit einem Schutzgitter versehen war. Der Monteur erlitt schwere Verbrennungen und musste wochenlang das Bett hüten.

In einem anderen Fall musste ein Monteur das Versehen mit dem Leben bezahlen. Der Monteur war mit Anpassungsarbeiten in einer Hochspannungszelle beschäftigt. Nach der Neunuhrpause begab er sich wieder an den Arbeitsplatz zurück. In der Meinung, er habe das Schutzgitter vor der spannungslosen Zelle vor seinem Weggang wieder angebracht, entfernte er, wenige Meter von seinem eigentlichen Arbeitsplatz entfernt, das Schutzgitter einer unter Spannung stehenden Hochspannungszelle, um mit seiner Arbeit fortzufahren. Er fand aber in der Zelle den Tod.

Drittpersonen haben ohne Begleitung einer instruierten Person in einer Hoch- oder Niederspannungsanlage mit offenen, unter Spannung stehenden Teilen grundsätzlich nichts zu suchen. Trotz dieser allgemein bekannten Tatsache wollte ein Kanzleibeamter in einer Transformatorstation das Anlageschema deponieren. Nachdem er die Türe zur Hochspannungsanlage geöffnet hatte, berührte er beim Hineinlegen des Schemas zufällig einen blanken Hochspannungsteil. Man fand den Mann einige Stunden später tot vor der Kabinenstation.

In einer Schaltstation mussten einige Schutzgitter neu angepasst werden. Im Glauben, Zelle 2 der Anlage sei spannungslos, entfernte der mit den Anpassungsarbeiten beauftragte Maschinist das Schutzgitter vor dieser Zelle und kroch

unter den Eisentraversen hindurch, um so zum Arbeitsplatz in der Zelle 3 zu gelangen. Er hätte zwar die Möglichkeit gehabt, den Leistungsschalter der spannungslosen Zelle 3 auszufahren, womit auch sein Arbeitsplatz wesentlich bequemer erreichbar gewesen wäre. Am folgenden Tag sollte eine etwas verbogene Erdleitung in Zelle 3 noch gerade gerichtet werden. Der dem Maschinisten zur Hilfe beigestellte Lehrling wollte nun zur Erledigung dieser Arbeit ebenfalls den Weg zur Zelle 3 über Zelle 2 nehmen. Anstatt aber das Schutzgitter zu entfernen und wie der Maschinist unter den Traversen hindurchzukriechen, stieg er auf das Schutzgitter, um von dort in die Zelle 3 hinüberzuklettern. Dabei berührte er aber mit dem Fuss einen blanken, unter Spannung stehenden Hochspannungsleiter und leitete so einen heftigen Kurzschluss-Flammenbogen ein. Der Lehrling stürzte in die Zelle hinein und blieb dort als lebende Fackel an den Isolatoren hängen.

Dieser tragische Unfall ist die Folge des äusserst leichtfertigen Vorgehens beim Arbeiten in einer in Betrieb stehenden Hochspannungsanlage, denn es waren an den dem Arbeitsplatz benachbarten, unter Spannung stehenden Zellen weder Warnvorschriften, noch Verschaltungen angebracht. Sodann hätten die Hochspannungsteile der benachbarten Zelle, wenn diese tatsächlich spannungslos gewesen wären, vor Arbeitsbeginn vorschriftsgemäss geerdet werden müssen. Auch lässt das eigenartige, absolut unnötige Durchqueren der einen Hochspannungszelle, um zur andern Zelle zu gelangen, das unüberlegte Vorgehen der Arbeitenden erkennen.

2.4 Niederspannungsverteilstetze

In Niederspannungsverteilstetzen ist die Möglichkeit, Abschaltungen vorzunehmen, oft nicht gegeben. Diesem Umstand wurde in den Richtlinien für das Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlageteilen unter bestimmten Bedingungen Rechnung getragen. So ist z. B. das Arbeiten an unter Spannung stehenden Verteilleitungen erlaubt, wenn die Arbeiten den durch einen isolierten Standort, das Tragen von Isolierhandschuhen und einem isolierenden Kopf- und Nackenschutz sowie einem isolierenden Überwurf gegen eine allfällige Elektrisierung hinreichend geschützt sind. Da jedoch diese Schutzhelme, Isolierhandschuhe und Überwürfe den Arbeitenden etwas behindern, aber in manchen Fällen auch gar nicht vorhanden sind, wird noch allzuoft ohne jeglichen Schutz an solchen Anlageteilen gearbeitet. Die aus einem solchen unbedachten Vorgehen entstehenden Folgen zeigt der nachstehend beschriebene Unfall.

Bei einem Netzbau mussten zwei von einem Dachständer abzweigende Freileitungen abgeschnitten werden. Obwohl es möglich gewesen wäre, den betreffenden Leitungsstrang für diese kurze Zeit spannungslos zu machen, wurde mit Rücksicht auf die angeschlossenen Verbraucher darauf verzichtet. Wahrscheinlich scheute man aber auch die Mühe, jeden einzelnen der betroffenen Abonnenten im voraus zu benachrichtigen. Die auszuführende Arbeit schien auch rasch und ohne grosse Gefahr erledigt werden zu können. Der Chefmonteur bestieg den Dachständer und schnitt mit einem isolierten Seitenschneider die zu den Abspannisolatoren eines Nachbarnhauses führenden Freileitungsdrähte ab. Die vier Leiter des zweiten Freileitungsstranges liess der Monteur indessen etwas länger vorstehen, um sie nachher wieder am neuen, bereits montierten Dachständer anschlies-



Fig. 5

Tödlicher Unfall beim Arbeiten an einer unter Spannung stehenden Verteilkabine

sen zu können. Die etwa 80 cm über die Isolatoren hinausragenden, unter Spannung stehenden Drahtenden mussten indessen zurückgebogen werden, damit die blanken Drahtenden keinen Kurzschluss verursachen konnten. Nachdem der Monteur diese Arbeiten erledigt hatte, wies er seine unten auf der Strasse stehenden Mitarbeiter an, die so vom Dachständer abgetrennten Drähte auch an den Nachbarhäusern abzuschneiden. Einem der Arbeiter fiel dann plötzlich auf, dass der Chefmonteur wie leblos in der Sicherheitsgurte am Dachständer hing. Trotz der sofortigen Rettungsaktion konnte der Monteur nur noch tot geborgen werden. Der oberste Polleiter stand mit dem Dachständerrohr in Berührung und setzte dieses unter Spannung. Beim Versuch, die Sicherheitsgurte zu lösen, hatte der Monteur offenbar auch den Null-Leiter berührt und auf diese Weise den Tod gefunden.

Auch jener Monteur, der, in einem Kabelgraben stehend, an einer Kabelkabine ein Niederspannungskabel anschliessen wollte, hätte nicht aus dem Leben scheiden müssen, wenn er die vorgeschriebenen Sicherheitsmassnahmen getroffen hätte. Obschon die Verteilkabine ohne weiteres hätte spannungslos gemacht werden können, versuchte der Monteur, ohne Isolierhandschuhe zu benützen und ohne die blanken, unter Spannung stehenden Teile in der Kabine zu verschalen, ein neu in eine Kabelverteilkabine eingeführtes Netzkabel anzuschliessen. Als aber der Monteur mit dem nackten Unterarm eine der blanken Polleiterschienen berührte, setzte er sich einem tödlichen Stromfluss durch seinen Körper aus (Fig. 5).

2.5 Versuchslokale und Prüfstände

Wenn auch in Versuchslokalen mehrheitlich fachlich ausgebildetes Personal tätig ist, so werden andererseits für die routinemässige Arbeit an Prüfständen oft angelernte Arbeitskräfte eingesetzt. An Prüfständen lassen sich jedoch zwangsläufig wirkende Schutzabdeckungen von blanken unter Spannung stehenden Anlageteilen weit besser anbringen als an Einrichtungen von Versuchslokalen. Solche Schutzabdek-

kungen sollten in allen Fällen, wo eine derartige Verriegelung technisch möglich ist, auch tatsächlich verwendet werden. Einen Schutz gegen ungewollte Berührung von spannungsführenden Klemmen bilden z. B. die versenkbaren Prüfspitzen, bei denen die blanken Kontaktteile nur zugänglich sind, wenn ein Druckknopf am Isoliergriff von Hand betätigt wird.

In der Nähe der Prüfstände sollen auch auffällig gekennzeichnete Hauptschalter vorhanden sein, um bei einer allfälligen Elektrisierung eine unverzügliche Abschaltung der Anlage zu ermöglichen. Ferner dienen gut markierte und mit Warntafeln versehene Abschränkungen von unter Spannung stehenden Versuchseinrichtungen dazu, eine gefährliche Annäherung von Drittpersonen zu verhindern und dürfen in keinem Fall weggelassen werden. In Prüflokalen und bei Prüfständen soll zur Erleichterung der Übersicht stets Ordnung herrschen. Unnötiges Material ist zu entfernen. Zudem sollen alle blanken, unter Spannung stehenden Anlage- und Apparateile, wo eine Verschaltung angebracht werden kann, auch tatsächlich verschalt werden.

In Versuchsanordnungen mit erdungsfreier Spannungsquelle kann überdies ein Ausgleichsleiter zwischen den Versuchsobjekten und den Messgeräten dem Auftreten gefährlicher Berührungsspannungen wirksam entgegenwirken.

Folgender Unfall ist ein Beispiel dafür, wie die noch häufige Verwendung von ungeeigneten Geräten bei Versuchen schwerwiegende Folgen haben kann: Zwei Hochschulstudenten hatten in vorgeschriebenen messtechnischen Laborübungen Untersuchungen an einem Thyristor auszuführen. Im Messkreis waren einige auf einem Metallrahmen montierte Widerstände, ein Potentiometer sowie ein Kathodenstrahloszillograph eingebaut. Die Spannung am isolierten Messkreis liess sich mit Hilfe eines Reguliertransformators stufenlos bis zu einem Wert von 1200 V steigern. Im Verlaufe der Messungen versuchte der eine Student die Messspannung zu regulieren und gleichzeitig den Kathodenstrahloszillographen zu bedienen. Er berührte dabei mit dem einen Vorderarm den Metallrahmen der Messwiderstände und mit der andern Hand das Gehäuse des Oszillographen. Es traten Funken auf, worauf der Student nach kurzem Wortwechsel mit seinem Kollegen bewusstlos zusammenbrach. Trotz sofortiger erster Hilfe und ärztlicher Behandlung starb der Student infolge akuten Herzversagens. Die eigentliche Unfallursache war im Potentiometer zu finden, das auf dem Metallrahmen montiert war. Obwohl dieses für eine Spannung von höchstens 500 V gebaut war, wurde es für wesentlich höhere Spannungen benützt und offenbar auch leistungsmässig überbeansprucht, so dass die Isolation durchschlagen wurde. Es erfolgte daher ein Spannungsübertritt vom Potentiometer auf den ungeerdeten Metallrahmen, so dass damit ein tödlicher Stromfluss über den Körper des Studenten möglich wurde.

2.6 Provisorische Anlagen und Bauinstallationen

Eingriffe von Laien an elektrischen Installationen sind besonders auf Baustellen häufig festzustellen, weil die fliegenden Leitungen und die zahlreichen beweglichen Anschlüsse einer vermehrten mechanischen Beanspruchung ausgesetzt sind und ausgerissene oder sonstwie beschädigte bewegliche Leitungen dazu verleiten, solche Schäden selbst zu beheben. Die mangelnde Fachkenntnis und die fehlende Mög-

keit, das reparierte Material einwandfrei überprüfen zu können, lassen dann manche gutgemeinte Reparatur von Vorrichtungen und Anschlüssen zur Todesfalle werden. Vermehrte Aufklärung der auf Baustellen tätigen Personen durch Unternehmer und Verbände, hinsichtlich der mit der Elektrizität verbundenen Gefahren, könnte wesentlich dazu beitragen, der manchmal geradezu erschreckenden Sorglosigkeit entgegenzuwirken.

Ein Polier wollte einen Pumpenmotor mit Hilfe eines entlehnten Verlängerungskabels an einer auf der Baustelle vorhandenen Industrie-Netzsteckdose anschliessen. Ärgerlich stellte er indessen fest, dass der Sperrkragen des Netzsteckers nicht in die Steckdose passte. Nach einigem Hin und Her entschloss er sich, den Sperrkragen des Steckers zu entfernen. Aber auch so gelang es ihm nicht, den Stecker in die Steckdose einzuführen, weil der für Drehrichtungswechsel gebaute Stecker eine zur vorhandenen Steckdose nicht passende Stiftenanordnung aufwies. Es gelang ihm schliesslich, mit Gewalt den Stecker in die Steckdose hineinzuzwängen, so dass wenigstens drei der vier Steckerstiften mit den Steckdosenbuchsen in Kontakt kamen. Unglücklicherweise kam dabei der Schutzkontaktstift des Steckers mit einer Polleiterbuchse der Steckdose in Berührung, so dass die Kupplungssteckdose wie auch der Stecker des Motorenkabels und das Motorengehäuse unter Spannung gerieten. Etwas später bemerkte dann ein Arbeiter, dass der Pumpenmotor nicht richtig arbeitete. Der Polier, dem dies gemeldet wurde, vermutete, dass der Motor in der falschen Drehrichtung laufe und versuchte, den Stecker des Motorenkabels aus der Kupplungssteckdose herauszuziehen. Er setzte sich jedoch der Berührungsspannung aus und wurde, da er auf nassem Erdboden stand, getötet.

Das Opfer einer Vertauschung von Schutzleiter und Polleiter in einer Kupplungssteckdose wurde ein Bauarbeiter, der mit Hilfe von Verlängerungskabeln eine Baumaschine in Betrieb setzen wollte. Der Arbeiter hatte im Magazin zwei scheinbar in Ordnung befindliche Verlängerungskabel geholt. Als er die beiden Verlängerungskabel zusammengesteckt und an der Netzsteckdose angeschlossen hatte, wollte er den Stecker des Motorenkabels in die Kupplungssteckdose des letzten Verlängerungskabels einführen. Sobald er aber die Kupplungssteckdose erfasste, setzte er sich der durch den falschen Anschluss des Kabels auf das Metallgehäuse übertragenen Berührungsspannung aus und sank tot zu Boden.

2.7 Feste Installationen in industriellen und gewerblichen Betrieben

Die vielen Unfälle von Elektromonteuren bei Arbeiten in der unmittelbaren Nähe von blanken, unter Spannung stehenden Anlageteilen lassen sich in den meisten Fällen auf die Tatsache zurückführen, dass den in Artikel 7 der Starkstromverordnung sowie im Abschnitt 52 000 der Hausinstallationsvorschriften erwähnten Schutzmassnahmen bei Arbeiten an elektrischen Anlagen nicht oder nur in ungenügender Weise nachgelebt wird. Etwas mehr Sorgfalt und überlegtes Vorgehen bei der Erledigung solcher Arbeiten hätten genügt, um die Mehrzahl der Unfälle, wie aus folgenden Beispielen hervorgeht, zu verhüten.

In einer Niederspannungshauptverteilung war ein Monteur damit beschäftigt, Zähler zu setzen. Er ersuchte einen

zufällig in der Anlage anwesenden Freileitungsmonteur, die Schraubmuttern für die Montagebügel der Zähler an der Rückseite der Sicherungsanlage festzuhalten, damit die Bügel von der Vorderseite her besser festgeschraubt werden konnten. Als der Zählermonteur nach einiger Zeit ein Stöhnen wahrnahm, begab er sich in den Bedienungsgang hinter der Sicherungsanlage und fand dort den Freileitungsmonteur bewusstlos und nur noch schwach atmend am Boden liegend vor. Trotz rascher ärztlicher Hilfe auf dem Unfallplatze verschied der Verunfallte auf dem Transport in das Spital. Der Freileitungsmonteur hatte sich beim Festhalten der Schraubenmutter mit der einen Hand an einem geerdeten Eisenteil festgehalten und mit der anderen Hand zufällig eine blanke, unter Spannung stehende Anschlussklemme eines unmittelbar neben dem Durchführungsloch für die Bügelschraube befindlichen Stromwandlers berührt.

Das gleiche Schicksal erlitt ein anderer Elektromonteur, der in einer Niederspannungshauptverteilung ein neues Kabel anschliessen wollte. Zwar hatte der Monteur die benachbarten, unter Spannung stehenden Teile mit Wellkarton überdeckt, jedoch so mangelhaft, dass er während der Arbeit eine blanke Anschlussklemme einer benachbarten Hochleistungssicherung berührte und dadurch den Tod erlitt.

Metallene Beleuchtungskörper, insbesondere bewegliche, stellen immer eine gewisse erhöhte Unfallgefahr dar. Die Möglichkeit, dass die Drahtisolation in den Leuchtgelenken mit der Zeit durchgescheuert wird, und die Leuchte dadurch unter Spannung gerät, ist sehr gross. Selbst festmontierte Leuchten mit Isolierfassung können zu Unfällen Anlass geben, indem die Isolation der Anschlussdrähte im Innern der Fassung, z. B. infolge zu starker Glühlampenbestückung und der daraus resultierenden Wärmeeinwirkung verkohlt. Dann können die nackten Leiter den metallenen Gewindenippel der Fassung berühren und die berührbaren Leuchtenteile unter Spannung setzen.

Unfälle dieser Art lassen sich indessen verhüten, wenn alle Beleuchtungskörper, welche entweder vom Fussboden oder anderen nicht isolierten Standorten aus erreichbar sind, oder sich im Handbereich von metallenen Rohrleitungen oder sonstwie leitenden Gebäudekonstruktionen befinden, konsequent geerdet werden.

Durch Verkohlungen der Leiterisolation in einer Porzellanfassung geriet z. B. eine Industrielleuchte unter Spannung. Ein Arbeiter hatte sich auf das Dach einer über 2 m hohen Trockenkammer aus Metall begeben, um die dort offen verlaufenden Rohrleitungen zu reinigen. Im Laufe dieser Arbeit umfasste er mit der einen Hand die an der Betondecke montierte Pendelleuchte und setzte sich einem tödlichen Stromfluss durch den Körper aus (Fig. 6).

2.8 Hebe- und Förderanlagen

Blanke Kranfahrleitungen in Lager- und Fabrikationsräumen stellen, obschon sie in der Regel 5 m über dem Fussboden montiert sind, stets eine gewisse Unfallgefahr dar. In Lagerhallen werden oft Kisten, Ballen und dgl. zu hoch gestapelt, so dass die blanken Leiter von einem solchermaßen erhöhten Standort aus bequem erreichbar sind. Auch Reinigungs- oder Montagearbeiten in der Nähe von Kranfahrleitungen können bei Unachtsamkeit leicht zu Unfällen Anlass geben. Wo immer möglich, sollen daher an Stelle offener Kontaktleitungen in einem Schutzgehäuse eingebaute

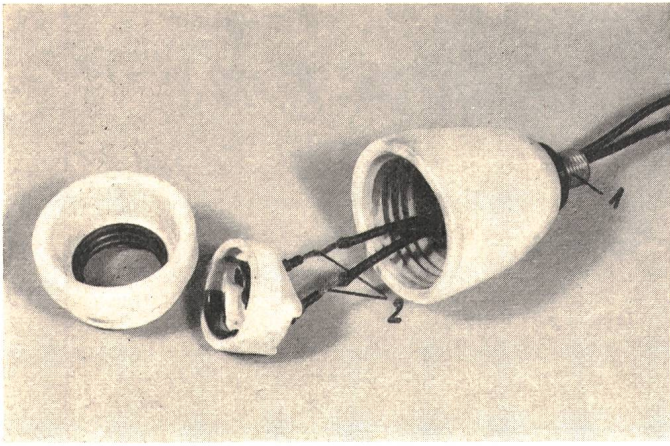


Fig. 6

Industrieleuchte unter Spannung infolge verkohlter Leiterisolation

1 metallener Fassungsstift infolge Isolationsdefekt unter Spannung stehend; 2 verkohlte Leiterisolation in der Porzellanfassung

Stromschienen verwendet werden. Im übrigen haben sich die mit einem Vorhängeschloss verriegelbaren, in die feste Zuleitung der Kranen und Elektrozüge einzubauenden Hauptschalter gut eingeführt und schon manches unbefugte Wiedereinschalten solcher Anlagen verhindert.

In einer neuen Fabrikhalle waren die Kranfahrleitungen und Krane bereits montiert. Allerdings fehlte noch die feste Zuleitung zum Kranhauptschalter, so dass der Probelauf der Krane mit Hilfe eines provisorisch angeschlossenen Hauptschalters erfolgen musste. Gleichzeitig waren die Monteure einer Installationsfirma mit den letzten Arbeiten an der Deckenbeleuchtung der Halle beschäftigt. Einer dieser Monteure hatte an der Hallenwand eine Metalleiter aufgestellt, über die er jeweils, unter den blanken Drähten der Kranfahrleitung hindurch schlüpfend, zu seinem Arbeitsplatz gelangte. Am letzten Morgen war er wieder auf dem erwähnten Weg an seinen Arbeitsplatz gelangt. Kurz darauf hörte er, wie etwas auf dem Hallenboden aufschlug. Nachschau haltend, stellte er fest, dass sein Arbeitskollege auf dem Hallenboden lag. Sein Kollege war offenbar im Begriffe gewesen, ihm zum Arbeitsplatz zu folgen und hatte ebenfalls versucht, von der Leiter aus unter der Kranfahrleitung hindurchzuschlüpfen. Dabei berührte er jedoch einen Polleiter der inzwischen von der Kranmonteuren für einen Probelauf der Krane wieder eingeschalteten Fahrleitung. Der Verunfallte erlitt dabei so schwere Verletzungen, dass er bald darauf verschied. Die Schuld am Unfall war vor allem der mangelhaften Verständigung der beteiligten Personen zuzuschreiben. Ebenso war es äusserst unvorsichtig, regelmässig unter der zeitweilig unter Spannung stehenden Kranfahrleitung durchzuschlüpfen.

Der tödliche Unfall eines Arbeiters an einem Baudrehkran ist ein typisches Beispiel dafür, wie das Zusammentreffen verschiedener Umstände einen Unfall möglich macht. Der Arbeiter sank beim Bedienen des Krans plötzlich zu Boden und konnte trotz ärztlicher Hilfe nicht gerettet werden. Es zeigte sich nachher, dass die Metallteile des Krans unter Spannung standen. Die Fehlerspannung war indessen nicht auf einen Isolationsdefekt an der elektrischen Einrichtung des Krans zurückzuführen, sondern rührte von einer an einer Steckdose des Baustromverteilers angeschlossenen 2P+E-Verlängerungsschnur her. In der Kupplungssteck-

dose der Verlängerungsschnur war nämlich der Polleiter aus der Anschlussklemme herausgerissen und berührte zeitweise die Schutzleiterklemme. Dieser Fehler allein hätte keinen Unfall zur Folge haben können, wenn der Schutzleiter in der Anschlussdose des Baustromverteilers mit dem Nulleiter verbunden gewesen wäre. Da jedoch diese Verbindung fehlte, war der über die Metallteile der Verbraucher zur Erde abfliessende Fehlerstrom stark begrenzt. Trotzdem hätte vermutlich dieser Erdschlußstrom ausgereicht, um die der Kupplungssteckdose vorgeschaltete 10-A-Schmelzsicherung zum Ansprechen zu bringen. Diese Schmelzsicherung war jedoch mit Staniolpapier überbrückt worden, so dass die 2P+E-Verlängerungsschnur nur noch mit der 60-A-Hauptsicherung der Baustromverteilung gesichert war. Der durch den Fehler in der Kupplungssteckdose verursachte Erdschlußstrom war nun nicht mehr gross genug, um auch die 60-A-Sicherung durchzuschmelzen. Dadurch blieb die tödlich wirkende Berührungsspannung am Kran bestehen. Am Baustromverteiler hatte ein Elektromonteur das Netzkabel angeschlossen. Dieser hätte die fehlende Verbindung zwischen Schutzleiter und Nulleiter bemerken müssen, wenn er sich die Mühe genommen hätte, die Wirksamkeit des Schutzleiters gewissenhaft zu prüfen. Ebenso wäre der Fehler aufgedeckt worden, wenn das zuständige Elektrizitätswerk die provisorische Bauinstallation vor der Inbetriebnahme einer Kontrolle unterzogen hätte.

2.9 Transportable Motoren, Handwerkzeuge

Die verhältnismässig zahlreichen Unfälle mit Handwerkzeugen zeigen, dass diese Geräte noch immer eine erhebliche Gefahr darstellen. Man muss leider immer wieder feststellen, dass solche Geräte zu wenig sorgfältig behandelt werden. Oft fehlt es auch am notwendigen Unterhalt und einer periodischen Kontrolle der für den Personenschutz äusserst wichtigen Schutzleiterverbindungen, vor allem in den kleineren Betrieben. Man kann allerdings damit rechnen, dass die Unfallgefahr bei solchen Geräten durch die immer mehr angewendete sonderisolierte Bauart vermindert wird. Aber auch bei sonderisolierten Maschinen ist infolge starker Verschmutzung ein Spannungsüberschlag auf allfällig umfassbare Metallteile nicht ausgeschlossen, so dass auch diese Maschinen angemessen überwacht werden müssen. Sodann ist es notwendig, dass Reparaturen an elektrischen Maschinen und Anschlußschnüren nur von fachlich zuverlässigen Personen vorgenommen werden.

Transportable Maschinen, die in nassen Räumen oder im Freien benützt werden, sollten in vermehrtem Masse über Trenntransformatoren angeschlossen werden. Diese zusätzliche Mühe und die finanziellen Aufwendungen für einen Trenntransformator lohnen sich in Anbetracht der damit erreichten Erhöhung der Unfallsicherheit auf jeden Fall. Nachfolgend ein Beispiel unverständlicher Sorglosigkeit beim Gebrauch einer defekten Handbohrmaschine.

Im Hinterhof eines Gebäudes musste von einem kleinen Baugeschäft eine Garage errichtet werden. Auf der Baustelle wurden ein elektrischer Meissel und eine Handbohrmaschine eingesetzt. Diese Geräte wurden an den bestehenden Installationen des Wohnhauses angeschlossen. Im Keller des Gebäudes war aber keine Steckdose vorhanden, weshalb in die Kellerleuchte eine Fassungssteckdose eingesetzt wurde. Dem Maurer war zwar bekannt, dass dadurch die Erdung der

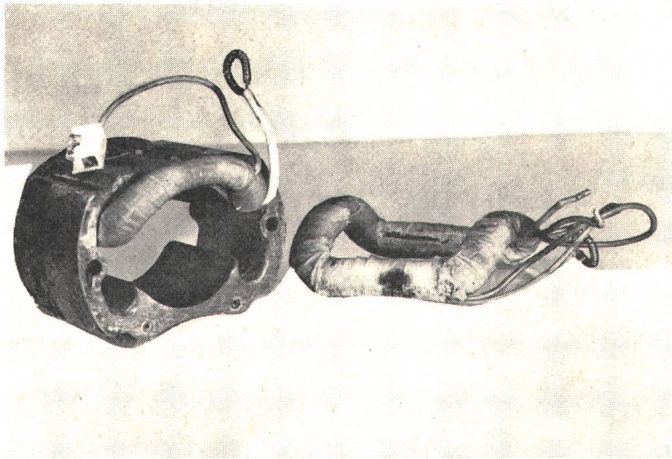


Fig. 7

Isolationsdefekt in der Wicklung einer ungeerdet in Betrieb gesetzten Handbohrmaschine

Maschinen unterbrochen war. Auch der Elektriker, der im gleichen Haus Installationen ausführte, warnte ihn vor der Benützung der Fassungssteckdose und montierte eigens für den Maurer eine Steckdose an die Kellerwand. Man hatte auf dem Bauplatz sogar festgestellt, dass die Handbohrmaschine leicht elektrisiere. Bevor die Maschine wieder benützt werden sollte, hatte der Maurermeister versuchsweise in ein am Boden liegendes Brett gebohrt. Er verspürte dabei kein Elektrisieren, obwohl die Maschine wieder an der Fassungssteckdose angeschlossen war. Eine Stunde später wurde der Maurer vom Strom tödlich getroffen, als er Schalbretter bohrte. Die Bohrmaschine hatte einen Isolationsdefekt in der Motorwicklung aufgewiesen (Fig. 7).

Als Lehre für Personen, die entweder aus Sparsamkeit oder aus Freude am Basteln elektrische Installationen selbst erstellen, sei folgender Unfall erwähnt:

Ein Kaufmann hatte in seiner Bastelwerkstatt eine 220-V-Steckdose mit Erdkontakt samt der zweiadrigen Zuleitung selbst installiert. Aus Unkenntnis hatte er jedoch den Polleiter an der Klemme des Schutzkontaktes der Steckdose angeschlossen. Auf diese Weise war jeweils das Metallgehäuse der Handbohrmaschine unter Spannung geraten. Da jedoch der Fussboden der Werkstatt isoliert war, konnte der Kaufmann die Bohrmaschine während längerer Zeit benützen, ohne auf die ihm drohende Unfallgefahr aufmerksam zu werden. Erst als er die über eine Verlängerungsschnur an der falsch installierten Steckdose angeschlossene Handbohrmaschine im Freien benützen wollte, wurde er tödlich elektrisiert.

2.10 Transportable Leuchten

Die Fabrikation transportabler Leuchten ist an und für sich ohne besondere elektrotechnische Kenntnisse möglich und wurde daher oft von Personen besorgt, die von den sicherheitstechnischen Belangen kaum eine Ahnung hatten. Obwohl nun seit einiger Zeit solche Leuchten sonderisoliert oder für eine Erdung eingerichtet sein müssen, sind noch zahlreiche mangelhafte Leuchten in Gebrauch, die im Interesse der Unfallsicherheit ausgeschieden werden sollten.

Fig. 8 zeigt z. B. den Anschlusskasten eines Baustellen-Scheinwerfers, dessen mangelhafter Anschluss innerhalb des gleichen Jahres zwei Todesfälle zur Folge hatte.

Im Interesse der Unfallsicherheit wäre es auch angezeigt, bei der Benützung transportabler Leuchten im Freien oder

in nassen- und korrosionsgefährlichen Räumen vermehrt Kleinspannung oder 220/220-V-Trenntransformatoren zu verwenden.

Metallene Leuchten, z. B. Tisch- und Ständerleuchten von mangelhafter Ausführung können in Räumen mit isolierendem Fussboden längere Zeit mit einem Isolationsdefekt behaftet sein und unbemerkt unter Spannung stehen. Erst eine gleichzeitige Berührung einer solchen Leuchte und einer mit der Erde verbundenen Metallkonstruktion, z. B. der Zentralheizung, lässt dann, wie der folgende Unfall zeigt, einen solchen Defekt auf tragische Weise wirksam werden.

Ein Kleinkind, das eben die ersten Gehversuche machte, war in Gegenwart der Mutter zwischen Zentralheizkörper und Ständerleuchte umgefallen. Als es sich nach einiger Zeit nicht wieder erhob, hob es die Mutter auf. Sie stellte aber gleichzeitig fest, dass das Kind bewusstlos war. Trotz baldiger ärztlicher Hilfe verschied das Kind etwas später. Eine Untersuchung der Ständerleuchte ergab, dass diese infolge eines Isolationsdefektes in der Metallfassung unter Spannung stand. Das Kind hatte offenbar gleichzeitig die Ständerlampe und den Zentralheizkörper berührt, so dass es einem tödlichen Stromfluss ausgesetzt war.

2.11 Transportable Wärmeapparate und andere transportable Energieverbraucher

Wie alle übrigen transportablen Energieverbraucher sind auch die transportablen Wärmeapparate einer vermehrten, teils durch unsorgfältige Behandlung bedingten Beschädigung ausgesetzt. Werden solche Schäden nicht rechtzeitig fachgemäss behoben, so führen sie früher oder später zu Unfällen.

In einem Hundesalon wollte ein Mädchen eine fahrbare Warmluftdusche benützen. Diese bestand aus einem auf einem Fahrgestell montierten Ventilatormotor und aus Heizkörpern, die in den beweglichen Luftschläuchen eingebaut waren. Da am Schlauchhalter der mangelhaft unterhaltenen Warmluftdusche die Befestigungsschraube fehlte, war die Schutzleiterverbindung zwischen dem genullten Ventilatormotor und den Luftschläuchen unterbrochen. Als nun an einem Heizkörper ein Isolationsdefekt auftrat, gerieten die beweglichen Metallschläuche unter Spannung. Das Mädchen, das den Metallschlauch in die Hand nahm, setzte sich damit einer Berührungsspannung von 220 V aus und wurde etwas später leblos am Boden liegend aufgefunden.

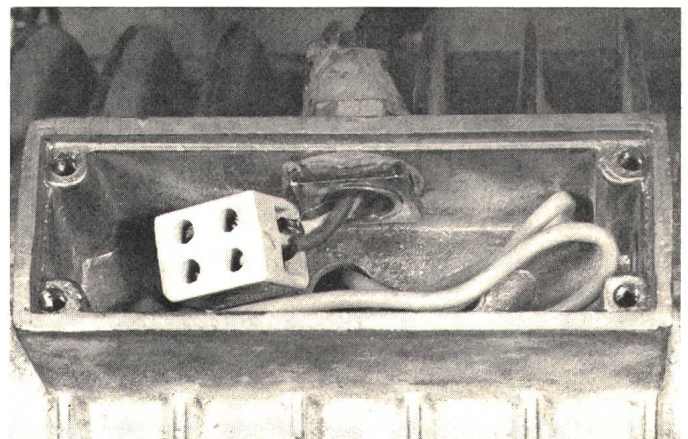


Fig. 8

Mangelhaft angeschlossener Klemmkasten eines Baustellen-Scheinwerfers

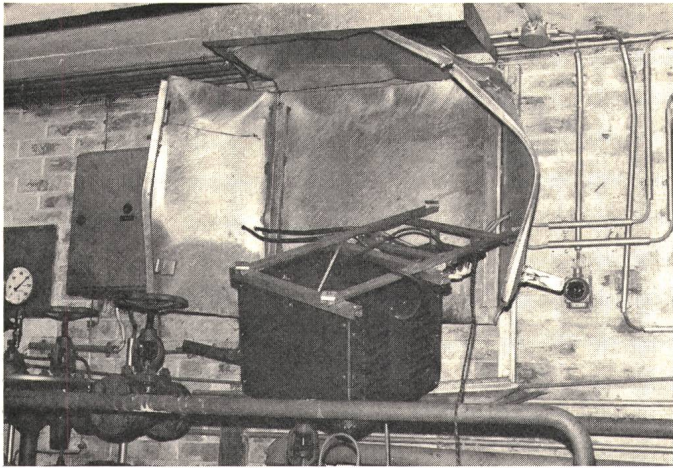


Fig. 9

Ladegericht mit eingebauter Akkumulatorenbatterie durch Knallgasexplosion zerstört

Ein älterer Mann verursachte den Tod seiner Frau, indem er die 3adrige Anschluss-Schnur eines transportablen 220-V-Heizofens mit einem 3P+E-380-V-Stecker versah, um den Heizofen an einer 3P+E-380-V-Steckdose im Badezimmer anschliessen zu können. Aus Unkenntnis verband er jedoch den Schutzleiter der Anschlußschnur mit einem Polleiterstift des Steckers, so dass das Gehäuse des unmittelbar neben der Badewanne aufgestellten Heizofens unter die volle Netzspannung von 220 V geriet. Die im Bade sitzende Frau erfasste den Heizofen und wurde im gleichen Augenblick tödlich elektrisiert.

Die fast immer tödlich verlaufenden Unfälle im Badezimmer sollten eigentlich für alle jene Personen, die beim Baden netzbetriebene Elektrogeräte benützen oder bedienen, eine Warnung sein. Trotzdem sind solche lebensgefährliche Unsitten, wie z. B. im Bade mit einem Föhn die Haare zu trocknen, immer wieder anzutreffen. So mussten in der von dieser Statistik erfassten Zeitspanne gleich drei Frauen, die beim Baden einen Föhn benützten, ihr Leben lassen.

2.12 Gleichstromanlagen

Gleichstrom ist im allgemeinen bezüglich einer Elektrisierung weniger gefährlich als Wechselstrom. Handelt es sich dazu noch um Kleinspannung, so scheint jede Personengefährdung ausgeschlossen. Trotzdem können, wie der nachfolgende Vorfall zeigt, vorschriftswidrig erstellte Kleinspannungs-Starkstromanlagen zu schweren Unfällen Anlass geben.

Auf einer Baustelle waren vier gekapselte Akkumulatorenbatterien zusammen mit dem Gleichrichter und der dazugehörigen Schaltereinrichtung in einem schlecht belüfteten Blechkasten untergebracht. Beim Aufladen der Batterien verteilte sich das dabei entstehende Wasserstoffgas im Blechkasten. Ein Schaltfunken der Steuereinrichtung genügte indessen, das angestaute Gas zur Explosion zu bringen. Ein neben dem Blechkasten stehender Arbeiter wurde durch die fortgeschleuderte Kastentür tödlich verletzt (Fig. 9).

2.13 Fernseh- und Radiogeräte

Die zum Teil schweren Unfälle mit Radioapparaten, Lautsprechern und Fernsehanlagen wurden meistens durch unbefugte Eingriffe nichtfachkundiger Personen verursacht. Es ist dem Laien meistens nicht bekannt, dass die bei entfernter Rückwand berührbaren Metallteile der Radio- und

Fernsehapparate unter Spannung stehen können. Scheinbar harmlose Lautsprecherleitungen können daher, da sie mit dem Metallchassis des Radioapparates verbunden sind, eine gefährliche Berührungsspannung gegen Erde führen.

Einem solchen Irrtum fiel ein Student zum Opfer, der im Badezimmer einen Lautsprecher ohne Isoliergehäuse benützte. Dieser Lautsprecher war an einem Radioapparat angeschlossen, dessen Metallchassis betriebsmässig unter 220 V stand. Diese Spannung wurde daher über die Lautsprecherleitung auf den Lautsprecher im Badezimmer übertragen. Der Student ergriff nun vom Bad aus die nur leicht isolierte und etwas beschädigte Lautsprecherleitung und wurde augenblicklich getötet.

Verhängnisvoll wirkte sich die von einem Maler gefälligkeitshalber ausgeführte Installation einer Dachantenne aus. Die Antenne war mit einem Verstärker ausgerüstet, den der Maler im Estrich mit einem zweiadrigen Kabel an einer Fassungssteckdose anschloss. Da der Nulleiter des zweiadrigen Kabels gleichzeitig zur Gehäuseerdung diente, konnte nun je nachdem der zweipolige Netzstecker in die Fassungssteckdose eingeführt wurde, das Verstärkergehäuse entweder mit dem Nulleiter oder auch mit dem Polleiter verbunden sein. Am Abend wollten nun die Eheleute die Fernsehanlage mit dem Antennenverstärker in Betrieb nehmen. Die Hausfrau schloss diesen an der Fassungssteckdose an und begab sich auf die Dachzinne, um dort die Antenne zur Empfangsverbesserung nach Anweisung des Ehemannes abzdrehen. Kaum hatte sie jedoch die Antenne erfasst, stürzte sie zu Boden und konnte nur noch tot geborgen werden. Die Frau hatte den Stecker zufälligerweise so in die Fassungssteckdose eingeführt, dass das Verstärkergehäuse und damit auch die über das abgeschirmte Antennenkabel verbundene Antenne unter Spannung standen.

2.14 Besondere Unfallumstände

Zum Zusammenschweissen zweier grosser Rohrstücke war das eine Rohrteil auf einer speziellen Gussplatte aufgestellt und das andere an einem Elektrozug aufgehängt. Der Schweißer hatte jedoch die Masse-Elektrode nicht an der Gussplatte selbst, sondern gewohnheitsgemäss an dem neben der Gussplatte stehenden Schweisstisch angebracht. Die metallische Verbindung zwischen dem Schweisstisch und der Gussplatte war jedoch nur mangelhaft, so dass der grösste Teil des Schweißstromes nicht über das Werkstück und die Gussplatte, sondern über das Stahlseil des Elektrozuges, den Kranausleger und eine Hallensäule zum Schweisstisch und zum Schweißumformer zurückfloss. Dadurch wurde das Stahlseil des Elektrozuges derart erhitzt, dass es noch während des Schweißens riss. Das grosse Rohrstück fiel einem in der Nähe stehenden Arbeiter auf den Kopf und verletzte ihn tödlich.

Als auf einer Überlandstrasse ein Personenwagen mit einem Lastauto zusammensties, wurde der Personenwagen gegen eine Freileitungsstange abgelenkt. Die Stange wurde geknickt, und ein herunterfallender, unter Spannung stehender Freileitungsdraht kam auf das Wagendach zu liegen und setzte das Auto unter Spannung. Eine im Personenwagen sitzende Frau fiel mit dem Oberkörper durch die geöffnete Türe und geriet mit dem Erdboden in Berührung. Sie war daher einige Zeit einem tödlich wirkenden Stromfluss über ihren Oberkörper ausgesetzt.