

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 64 (1973)
Heft: 11

Artikel: Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in den Jahren 1969-1971
Autor: Class, H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-915555>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.03.2025

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 den Jahren 1969–1971

Mitgeteilt vom Eidg. Starkstrominspektorat (H. Class)

614.825 : 621.3.022

Im Artikel sind die Unfallzahlen der Jahre 1969–1971 nach verschiedenen Gesichtspunkten zusammengestellt und werden mit den Unfallzahlen früherer Jahre verglichen. Der anschließende Teil behandelt einige bemerkenswerte Elektrounfälle und deren Ursachen.

Les accidents survenus en 1969–1971 sont groupés suivant différents points de vue et comparés avec les nombres des accidents d'années précédentes. Quelques accidents instructifs dus à l'électricité sont ensuite décrits, ainsi que leurs causes.

1. Statistik

In den folgenden Tabellen (II–V) sind die dem Eidg. Starkstrominspektorat in den Jahren 1969–1971 gemeldeten Unfälle an Starkstromanlagen zusammengestellt. Tabelle I enthält als Ergänzung zudem jene Unfälle, die sich auf Bahngeländen ereignet haben und die vom Starkstrominspektorat nicht behandelt worden sind.

Im Jahre 1969 betrug gemäss Tabelle II die Zahl der an Niederspannungsanlagen verunglückten Personen 235, wovon 18 Unfälle einen tödlichen Ausgang nahmen. Verglichen mit dem 10jährigen Durchschnitt von total 248 Verletzten und 21 Todesfällen stellte dies einen, wenn auch bescheidenen, Rückgang der Unfallzahlen dar.

Nicht das gleiche erfreuliche Ergebnis zeigt indessen die Zusammenstellung der im Jahre 1969 an Hochspannungsanlagen verunfallten Personen, bei einer unterdurchschnittlichen Zahl der verletzten Personen (28) erhöhte sich die Zahl der Todesfälle auf 13 und lag somit um 30 % über dem 10jährigen Durchschnitt.

Im Jahre 1970 hielt sich die Zahl der durch Niederspannung verletzten Personen praktisch im gleichen Rahmen (234), dafür stiegen aber die Todesfälle stark an, und zwar von 18 im Jahre 1969 auf 27, d. h. 6 Unfälle mit Todesfolge mehr als im 10jährigen Durchschnitt. Wenn auch die Zahl der 1970 durch Hochspannung verletzten Personen von 28 auf 50 anstieg, so mussten doch bedeutend weniger tödliche

Durch Nieder- und Hochspannungseinrichtungen verunfallte Personen

Tabelle II

Jahre	Niederspannung		Hochspannung		Total		
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	total
1971	212	26	31	5	243	31	274
1970	234	27	50	6	284	33	314
1969	235	18	28	13	263	31	294
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
Mittel	248	21	41	10	281	31	318

Hochspannungsfälle registriert werden, und zwar anstatt deren 13 im Jahre 1969 nur noch deren 6.

Das Unfallgeschehen im Jahre 1971 unterscheidet sich gegenüber den Zahlen von 1970 durch einen Rückgang der Personenverletzungen um ca. 7 % durch Niederspannung und ca. 40 % durch Hochspannung. Die Zahl der Todesfälle dagegen hielt sich in ungefähr gleicher Höhe wie im Vorjahr.

Tabelle III enthält die Unterteilung der Unfälle entsprechend der Fachkundigkeit der beteiligten Personen. Die Gegenüberstellung dieser Unfallzahlen ergibt, dass der prozentuale Anteil der Todesfälle an der Gesamtzahl der Unfälle beim Betriebspersonal der Elektrizitätswerke im Vergleich zu den beiden anderen Personengruppen auch in den letzten 10 Jahren verhältnismässig hoch ist. Diese seit jeher zu beobachtende Tatsache ist offenbar dem Umstand zuzuschreiben, dass diese Berufsgruppe am ehesten durch Hochspannungsanlagen gefährdet ist und dass sich daher allfällige Unachtsamkeiten viel schwerwiegender auswirken als in Niederspannungsanlagen.

Starkstromunfälle beim Bahnbetrieb

Tabelle I

	Verletzt			Tot			Total		
	1969	1970	1971	1969	1970	1971	1969	1970	1971
Personal	9	8	4	1	–	3	10	8	7
Reisende und Drittpersonen	9	14	8	4	6	6	13	20	14
Total	18	22	12	5	6	9	23	28	21

Tabelle III

Jahre	Betriebspersonal der Werke		Monteurpersonal		Drittpersonen		Total		
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	total
1971	6	2	109	9	128	20	243	31	274
1970	14	1	122	5	148	27	284	33	317
1969	5	1	105	11	153	19	263	31	294
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
Mittel	8	1	118	9	164	21	290	31	321

Dagegen ist bei der Berufsgruppe Monteurpersonal der Anteil der Todesfälle an der Zahl der verunfallten Personen stets wesentlich geringer als bei der in Gruppe 3 zusammengefassten nicht fachkundigen Personen. Allerdings muss beim Vergleich dieser Zahlen berücksichtigt werden, dass ein Teil der in Gruppe 3 erfassten Personen nicht bei der Schweizerischen Unfallversicherungsanstalt (SUVA) versichert sind und deshalb die meisten nichtschwerwiegenden Elektrounfälle dieser nicht SUVA-versicherten Personen unbekannt bleiben.

Die Unfälle des Monteurpersonals sind in Tabelle IV aufgeteilt in solche, die durch Flammbogeneinwirkung und solche, die durch eine Elektrisierung entstanden sind. Ferner ist der Anteil der Lehrlinge an der Zahl des verunfallten Monteurpersonals ersichtlich.

Etwa jeder dritte Unfall beim Monteurpersonal ist auf die Einwirkung eines Flamm bogens zurückzuführen. Meistens werden Kurz- oder Erdschluss-Flamm bogen beim Arbeiten in der unmittelbaren Nähe von nicht oder nur ungenügend verschalten unter Spannung stehenden Teilen verursacht. Hin und wieder wird auch versucht, mit ungenügend isoliertem Material an unter Spannung stehenden Anlageteilen zu arbeiten. Bei solchen Arbeiten werden in der Regel die nötigen Vorsichtsmassnahmen gegen eine allfällige Elektrisierung getroffen, die Vorkehren gegen die Verursachung eines Erd- oder Kurzschluss-Flamm bogens werden aber entweder vergessen oder als überflüssig erachtet. Je nach Grösse des in einer Anlage auftretenden Kurzschlußstromes können aber auch Flamm bogen schwerwiegende oder sogar tödliche Verbrennungen verursachen.

Etwa jeder 10. Unfall betrifft einen Lehrling, was ungefähr dem zahlenmässigen Verhältnis der Lehrlinge zu den Arbeitern entspricht. Die Tatsache, dass von den in den Jahren 1969–1971 beim Monteurpersonal gemeldeten 25 tödlichen Unfällen nur ein Todesfall eines Lehrlings zu verzeichnen war, lässt den Schluss zu, dass die Lehrlinge in der Regel von besonders gefährlichen Arbeiten ferngehalten werden. Im Interesse der Unfallsicherheit sollte aber trotzdem in Zukunft bei der Ausbildung der Lehrlinge in vermehrtem Masse auf die Gefahren der Elektrizität und die Verhütung von Unfällen hingewiesen werden. Eine solche frühzeitige und gründliche Instruktion wird auch für das spätere Berufsleben der Lehrlinge von grossem Vorteil sein.

Was die zahlreichen Unfälle des Fachpersonals anbelangt, so zeigen jeweils die Unfallabklärungen, dass diese in der Mehrzahl auf die Nichtbeachtung der einfachsten Sicherheitsregeln zurückzuführen sind. So müssen bei Arbeiten an Hochspannungsanlagen die betreffenden Anlageteile nicht nur ausgeschaltet werden, sondern der ausgeschaltete Anlageteil ist zudem mit einer sichtbaren Trennstelle von der unter Spannung bleibenden Anlage zu trennen. Anschliessend soll die Arbeitsstelle gegen eine allfällige Wiedereinschaltung gesichert werden, z. B. durch Verriegeln der Trenner bzw. Schalter und Anbringen von Hinweistafeln. Es darf auch nicht unterlassen werden, den ausgeschalteten Anlageteil auf Spannungsfreiheit zu prüfen, bevor die Arbeitsstelle schliesslich geerdet wird. Überdies sind die unter Spannung bleibenden Anlageteile im Bereich der Arbeitsstelle so zu verschalen, dass die vorgesehenen Arbeiten gefahrlos abgewickelt werden können.

In Niederspannungsanlagen bis zu 300 V gegen Erde darf nach den Bestimmungen von Art. 7 der Starkstromverordnung an unter Spannung stehenden Anlageteilen gearbeitet werden, ausgenommen in nassen, korrosionsgefährlichen oder explosionsgefährdeten Räumen. Die Arbeitenden müssen aber durch zuverlässige Sicherungsmassnahmen geschützt sein, d. h., sie müssen einen sicher isolierten Standort haben und Isolierhandschuhe tragen. Arbeiten an unter Spannung stehenden Freileitungen erfordern einen zusätzlichen Kopf- und Nackenschutz. Zudem ist einwandfrei isoliertes Werkzeug zu verwenden. Damit bei solchen Arbeiten auch kein Kurzschluss- oder Erdschluss verursacht werden kann, sind die benachbarten unter Spannung stehenden oder mit Erde verbundenen Teile zudem zuverlässig zu verschalen.

Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlagen sollen aber nur auf die unbedingt notwendigen Fälle beschränkt und nur von dazu geeignetem Personal ausgeführt werden.

Verunfalltes Monteurpersonal

Tabelle IV

Jahr	Personen	Flamm bogen			Elektrisierung			Zusammen		
		Bagatell-unfall	Verletzt	Tot	Bagatell-unfall	Verletzt	Tot	Bagatell-unfall	Verletzt	Tot
1969	Arbeiter	11	22	—	24	69	11	35	91	11
	Lehrlinge	—	2	—	3	12	—	3	14	—
1970	Arbeiter	9	35	—	19	76	5	28	111	5
	Lehrlinge	2	4	—	2	7	—	4	11	—
1971	Arbeiter	8	29	—	18	68	8	26	97	8
	Lehrlinge	—	8	—	—	4	1	—	12	1

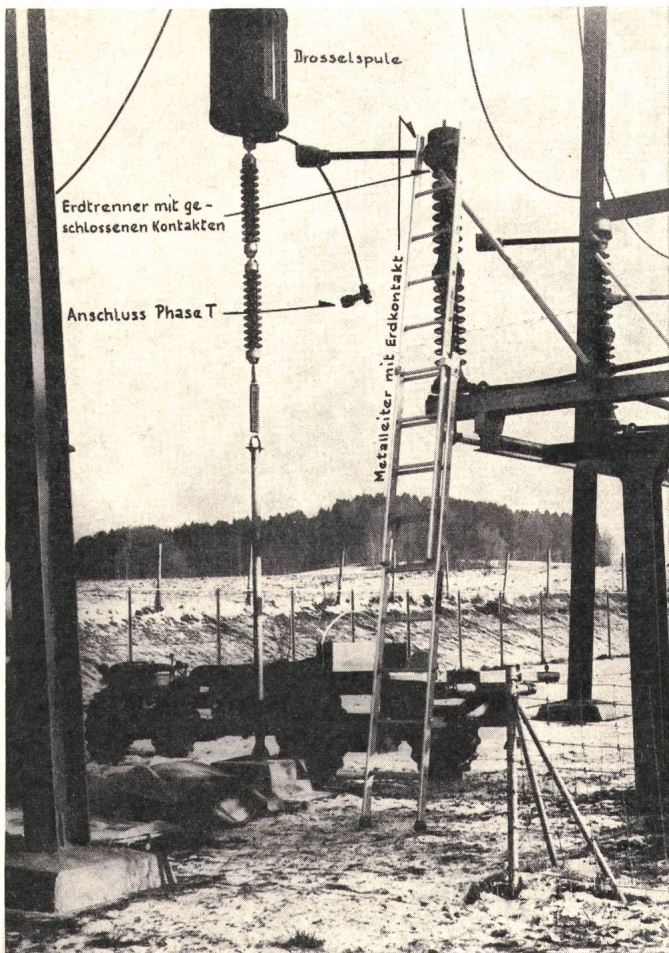


Fig. 1

Das Entfernen der Erdung eines ausgeschalteten, aber mit einer in Betrieb stehenden Leitung parallel verlaufenden Leiterseiles führte zum Tod eines Monteurs

Sind Arbeiten an spannungslosen Anlagen vorzunehmen, so ist vor allem zu prüfen, ob der betreffende Anlagenteil auch tatsächlich von der Spannung abgetrennt ist und ob er sich nicht durch eine Steuerfunktion oder durch Drittpersonen unvermutet unter Spannung setzen lässt. Ferner müssen die benachbarten, unter Spannung stehenden Anlagenteile gegen eine ungewollte Berührung mit dem Werkzeug oder mit dem Körper verschalt sein.

In Tabelle V sind die Unfälle der einzelnen Personengruppen mit den Unfallobjekten bzw. Anlagenteilen in Beziehung gebracht. Im Gegensatz zu den Unfallzahlen der Tabellen I-IV sind in Tabelle V nicht nur jene Unfälle, die einen Arbeitsausfall von mehr als 3 Tagen zur Folge hatten, sondern auch die sog. Bagatellunfälle mit keinen oder nur geringfügigen Unfallfolgen berücksichtigt.

Tabelle V zeigt vor allem, dass die transportablen Elektrogeräte bzw. die dazugehörigen Anschluss- oder Verlängerungsschnüre die häufigste Unfallursache bilden. Die hohe Zahl der auf die transportablen Energieverbraucher zurückzuführenden Unfälle lässt sich aber nur durch eine bessere Kontrolle und Instandhaltung der Geräte und dazugehörigen Schnurleitungen verhindern. Zudem empfiehlt es sich im Interesse der Unfallsicherheit, den in nassen und korrosionsgefährlichen Räumen oder im Freien benutzten transportablen Elektrogeräten als zusätzlichen Personenschutz Fehlerstromschutzschalter vorzuschalten. Besonders auf Baustellen kann

der Einbau von Fehlerstromschutzschaltern die meisten der durch Unachtsamkeit und mangelhaften Unterhalt verursachten schweren Unfälle verhindern.

2. Bemerkenswerte Unfälle

2.1 Kraft- und Unterwerke

In einem Unterwerk sollte ein provisorisch mit 150 kV betriebener aber für 220 kV vorgesehener Leitungsstrang für den Betrieb mit 220 kV geändert werden. Die 150-kV-Leitung wurde zu diesem Zweck ausgeschaltet und an beiden Endpunkten geerdet. Beim Versuch, die leitungsseitig vor dem Erdungstrenner in eine Phase eingebaute Drosselspule zu demontieren, unterbrach der Monteur die Erdung des Leiterseiles, so dass die im ausgeschalteten Leitungsstrang durch die auf denselben Gittermasten parallel geführte 220-kV-Leitung induzierte Spannung von ca. 1500 V wirksam werden konnte. Der Monteur, der das von der Erdung abgetrennte Leiterende mit beiden Händen umfasst hielt, setzte sich dieser Spannung aus und wurde getötet (Fig. 1).

Ein Monteur erlitt in der 16-kV-Schaltanlage eines Unterwerkes tödliche Verbrennungen, weil er in unüberlegter Weise seitlich eines geöffneten, aber eingangsseitig noch immer unter Spannung stehenden Trenners die Steuerdrähte der Trennerverriegelung lösen wollte. Vermutlich verlor der Verunfallte, als er, mit dem einen Fuss auf der Holzleiter und mit dem anderen Fuss auf dem Schaltergestell stehend, die äusserst gefährliche Arbeit ausführen wollte, den siche-

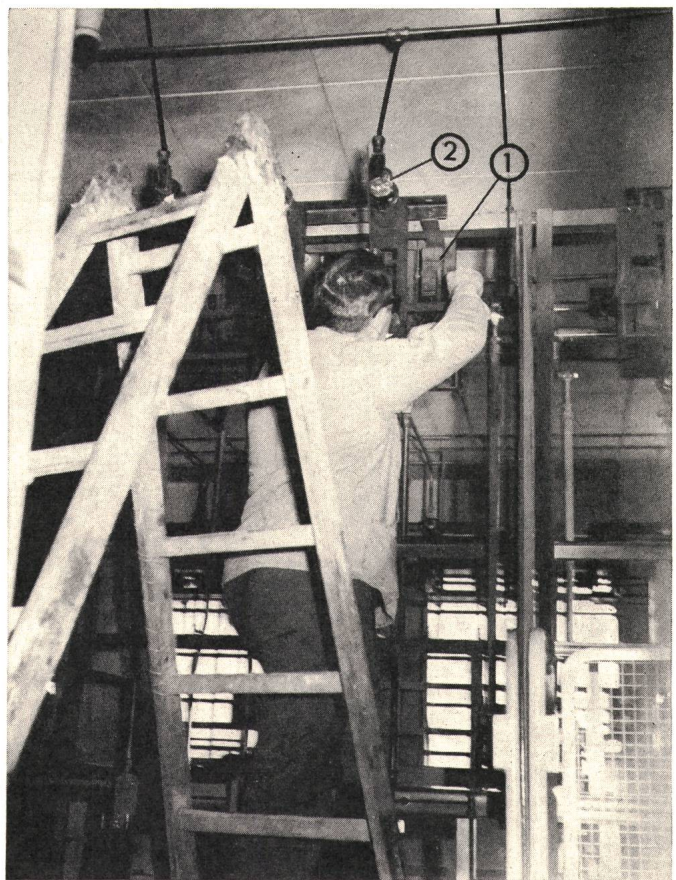


Fig. 2

Beim Lösen von Steuerdrähten an einem Trenner berührte der Monteur den unter Spannung stehenden 16-kV-Pol des Trenners

- 1 Niederspannungs-Steuerklemme
- 2 unter Spannung stehender Trenneranschluss

Transportable Wärmeapparate	1969	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2	3	-	-	-	-	1	2	-	-	1	-	4	7	-	11
	1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	9	1	13
	1971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	5
Waschautomaten, Kochherde usw.	1969	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2	6	1	9
	1970	-	-	-	1	4	-	2	-	-	4	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	2	-	18
	1971	-	-	-	-	5	-	-	1	-	2	3	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	13	-	15
Andere transportable Verbraucher	1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	1	5
	1970	-	1	-	-	1	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	3	-	10
	1971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	4
Verlängerungsschnüre, Kabelrollen usw.	1969	-	-	-	1	2	-	-	-	-	3	10	1	3	13	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	36
	1970	-	-	-	1	-	-	1	-	-	2	5	1	6	14	6	-	-	-	-	-	-	-	1	-	37
	1971	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	5	-	3	11	6	-	-	-	1	1	-	-	1	1	32
Hochspannungsanlagen in Hausinstallationen	1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1970	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
	1971	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
Industrielle Hochfrequenzanlagen	1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
	1970	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
	1971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Radio- und Fernsehapparate	1969	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	5
	1970	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	4
	1971	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	4
Niederspannungs-Schweissapparate	1969	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	6
	1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	6
	1971	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	7	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	2	8	11
Gleichstromanlagen	1969	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
	1970	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4
	1971	-	-	-	1	1	-	2	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	7
Allgemeine Hausinstallationen	1969	-	-	-	3	10	1	-	-	-	-	5	-	-	2	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	24
	1970	-	-	-	4	16	-	-	1	-	1	8	1	1	4	-	-	1	-	-	1	-	-	2	6	41
	1971	-	-	-	4	17	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4	-	-	3	5	30
Total	1969	6	4	-	1	1	1	29	79	11	9	26	-	26	81	4	17	50	8	-	3	-	3	5	2	389
	1970	1	8	-	1	6	1	19	103	3	13	19	2	27	74	6	21	52	13	-	1	3	-	3	1	406
	1971	1	4	-	2	2	2	18	92	6	8	17	3	19	57	5	12	43	11	-	-	1	3	3	1	338

B = Bagatellunfall V = Verletzt T = Unfall mit tödlichem Ausgang



Fig. 3

Tod eines Monteurs durch einen vom Niederspannungsnetz her unvermutet unter Spannung gesetzten Hochspannungsendverschluss

ren Stand und berührte dadurch den unter Spannung stehenden Teil des 16-kV-Trenners (Fig. 2).

Viel Glück hatte ein in einem 150/50/16 kV-Unterwerk arbeitender Lehrling. Im Zusammenhang mit einem Umbau der 150-kV-Schaltanlage musste jeweils vor den zuvor abgetrennten und geerdeten 150-kV-Schaltfeldern ein Montagegerüst aufgestellt werden. Als die Änderungsarbeiten an einem der 150-kV-Schaltfelder beendet und auch das Montagegerüst beseitigt worden war, entfernte sich der leitende Monteur für einige Minuten vom Arbeitsplatz. Der zurückbleibende Lehrling wollte nun auf eigene Faust mit dem Wiederaufstellen des Montagegerüsts beim benachbarten 150-kV-Schaltfeld beginnen, obschon dieser 150-kV-Teil noch immer unter Spannung stand. Er nahm einen eisernen Gerüstträger in beide Hände und stellte ihn auf die ca. 1,5 m hohe Eisenkonstruktion des Schalters. Der Gerüstträger war dem Lehrling aber zu schwer und kippte, unten auf dem schutzgeerdeten Schaltergestell stehend, mit dem oberen Teil gegen einen 150-kV-Polleiter. Dank dem Umstand, dass der Gerüstträger mit dem schutzgeerdeten Schaltergestell in Verbindung stand und so den 1poligen Erdschlußstrom des 150-kV-Polleiters ableitete, überstand der Lehrling seine leichtsinnige Handlung ohne Schaden.

2.2 Hochspannungsleitungen

Damit der undichte Erdverschluss eines an einem Schaltermast hochgeführten Hochspannungskabels repariert wer-

den konnte, musste unterhalb des Endverschlusses ein Podest montiert und der Erdverschluss selbst durch Öffnen des Mast Schalters spannungslos gemacht werden (Fig. 3). Durch das Abtrennen des Hochspannungskabels von der Freileitung wurden indessen zwei Transformatorstationen spannungslos. Der für diese Arbeiten verantwortliche Chefmonteur verlangte daher gleichzeitig, dass die offenen Trenner der im Ring geschalteten Niederspannungsfreileitung geschlossen werden, damit die an den beiden abgeschalteten Transformatorstationen angeschlossenen Verteilnetze vorübergehend mit dem Niederspannungsnetz einer in Betrieb bleibenden Transformatorstation verbunden waren.

Die im Zusammenhang mit dem Ausschalten der Hochspannungskabelleitung und dem gleichzeitigen Zusammenschluss der sonst aufgetrennten Niederspannungsnetze notwendigen und auch gesetzlich vorgeschriebenen Sicherheitsvorkehrungen wurden indessen einfach ignoriert. So wurde die ausgeschaltete Hochspannungskabelleitung nicht geerdet. Auch wurden die Transformatoren der abgetrennten Stationen nicht von dem nun aus einer anderen Station gespiesenen Niederspannungsnetz abgetrennt. Zudem hätten auch die bei der Montage des Podestes im Berührungsbereich befindlichen unter Spannung bleibenden Teile des Mast Schalters, der Freileitung und vor allem der Überspannungsableiter berührungssicher verschalt oder aber ausgeschaltet und geerdet werden müssen. Diese an Fahrlässigkeit grenzende Unbekümmertheit bei der Durchführung dieser Arbeiten war dann auch die Ursache, dass ein auf dem halbwegs fertiggestellten Podest stehender Monteur getötet wurde, als er einen Polleiter des durch den Zusammenschluss des Niederspannungsnetzes unter 16 kV gesetzten Kabelendverschlusses berührte. Zudem erlitt ein weiterer, am Schaltermast arbeitender Monteur Brandwunden.

Der immer häufiger werdende Einsatz von Pneuokränen zeigt sich in der zunehmenden Zahl der durch solche Krane verursachten Starkstromunfälle. Während bei den im Hochbau verwendeten, sich auf Schienen in einem begrenzten Bereich bewegenden Turmdrehkränen rechtzeitig Sicherheitsmassnahmen gegen die Berührung einer im Baubereich befindlichen Starkstromfreileitung getroffen werden können, ändert sich der Tätigkeitsbereich der Raupen- bzw. Pneuokrane sehr häufig, und es ist daher oft nur einem Zufall oder einem Unfall zuzuschreiben, wenn das zuständige Elektrizitätswerk auf Bauarbeiten im Bereich einer Starkstromfreileitung aufmerksam wird. Um so mehr ist es notwendig, dass sich die verantwortlichen Bauleute über die Gefahren, welche Starkstromleitungen darstellen, im klaren sind.

In der Veröffentlichung der Schweiz. Unfallversicherungsanstalt über «Krane, Baumaschinen und elektrische Freileitungen» vom Mai/Juli 1970 wird auf diese Gefahren und die zu treffenden Schutzmassnahmen hingewiesen. Diese Broschüre sollte daher jedem Baufachmann und Kranführer bekannt sein, damit die oft sehr schweren Kranunfälle mit Starkstromleitungen in Zukunft vermieden werden können.

Im Zuge eines Strassenbaues wurde die Strassenpiste aufgeschüttet. Niemand auf der Baustelle achtete jedoch auf die die Strasse überquerende Hochspannungsleitung. Nachdem das unterhalb der Freileitung von Stange zu Stange gespannte Warnseil mit Wimpeln bereits von einem Baufahrzeug heruntergerissen worden war, wollte man einige Tage



Fig. 4

Ein Kran berührte mit dem Ausleger den untersten Polleiterdraht einer Hochspannungsfreileitung. Ein am Kran tätiger Arbeiter wurde dadurch getötet

später unterhalb der Freileitung einen Pnekran einsetzen, obgleich sich die Distanz zwischen der Strasse und der Leitung wegen den Materialaufschüttungen auf nur knapp 6,5 m verringert hatte. Während einige Arbeiter am Pnekran die seitlichen Haltestützen montierten, berührte der Kranführer mit dem Ausleger einen Draht der Hochspannungsfreileitung, wodurch einer der am Kran beschäftigten Arbeiter getötet wurde (Fig. 4).

Auch beim Erstellen von Materiallagern unter Hochspannungsfreileitungen ist darauf zu achten, dass der Abstand zwischen den Materialstaplern und der darüber verlaufenden Leitung immer so gross ist, dass der Materialverkehr mit dem Lager gefahrlos abgewickelt werden kann. Das zuständige Elektrizitätswerk ist aber in jedem Fall über ein solches Vorhaben zu orientieren und die vom Elektrizitätswerk gestellten Bedingungen sind, sollen Unfälle vermieden werden, strikte einzuhalten.

Im Einvernehmen mit einem Elektrizitätswerk errichtete eine Bauunternehmung unterhalb einer Hochspannungsfreileitung ein Materiallager. Mit der Zeit wurden aber die Rohre und Eisenträger unter der Freileitung immer höher aufgeschichtet, so dass schliesslich auch der Ausleger des Pnekrans verlängert werden musste. Der verlängerte Ausleger des Krans berührte aber eines Tages die Hochspannungsfreileitung und der Kranführer, durch den Funkenregen an der Leitung erschreckt, wollte die unter Spannung stehende Krankabine verlassen. Er erlitt dabei den Tod (Fig. 5).

Neben einer zum Abbruch bestimmten Hochspannungsfreileitung musste ein Kabelübergangsmast aufgestellt werden. Ein Monteur stieg mit dem Messband in den Händen am provisorisch verankerten Kabelendmast empor, um mit

Hilfe eines andern, am Boden stehenden Monteurs die Länge der vorgesehenen Stangenstrebe zu messen. Der am Boden stehende Monteur achtete darauf, dass das mit einer Metalleinlage versehene Messband straff blieb und nicht mit den Drähten der daneben verlaufenden 16-kV-Leitung in Berührung kam. Nachdem die Länge der Strebe ermittelt war, liess der am Boden stehende Monteur das Messband trotzdem locker, und das Band konnte durch einen Windstoss an einen Polleiter der 16-kV-Freileitung herangetrieben werden. Sofort floss durch die Metalleinlage des Messbandes ein tödlicher Strom über den Körper des am Boden stehenden Monteurs.

Die Tatsache, dass die meisten aus Kunststoff bestehenden Messbänder mit einer Metalleinlage versehen sind, war auch dem tödlich verunfallten Monteur bekannt. Trotzdem glaubte er, das Messband mit genügender Vorsicht in der unmittelbaren Nähe der unter Spannung stehenden Freileitung verwenden zu können. Wie die meisten Unfälle ist auch dieser ein Beispiel dafür, dass es sich nicht lohnt, selbst vermeintlich gut einkalkulierte Risiken einzugehen. Die Messung hätte in diesem Fall nur mit einem isolierenden Baumwollband vorgenommen, oder die Leitung vor der Messung ausgeschaltet werden müssen (Fig. 6).

2.3 Transformatorstationen

Die Vorschrift, dass auch in den nur Fachpersonal zugänglichen Niederspannungsschalt-, -steuer- und -siche-



Fig. 5

Mit dem verlängerten Ausleger eines Lagerplatz-Krans wurde die an und für sich genügend hoch verlegte Hochspannungsfreileitung berührt, wobei der Kranführer den Tod erlitt

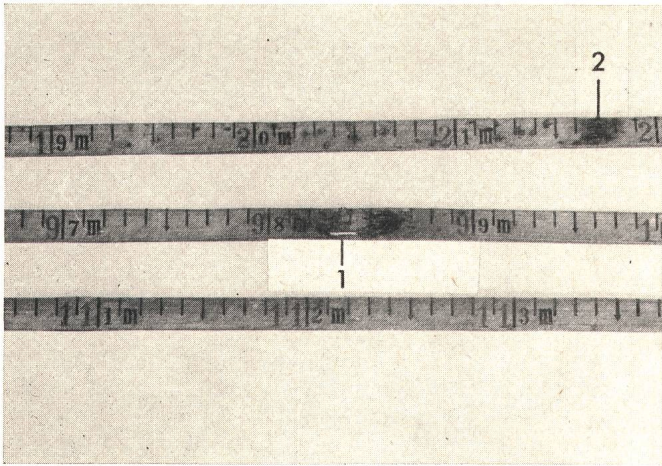


Fig. 6
Messband mit Metalleinlage durch Hochspannungsleitung
unter Spannung gesetzt

- 1 Berührungsstelle des Messbandes mit einem Polleiter
der Hochspannungsleitung
- 2 Griffbereich der rechten Hand des Verunfallten

rungsanlagen alle bedienbaren Apparate und Anschlussklemmen gefahrlos zugänglich sein müssen, wird oft als unnötig erachtet, weil angenommen wird, dass sich das Fachpersonal der Gefahr einer möglichen Elektrisierung bewusst sei. Nun sind aber die meisten Unfälle der beruflich mit der Elektrizität vertrauten Personen in der einen oder anderen Art auf Selbstverschulden zurückzuführen, und es sind daher auch stets die zum Schutze dieser fachlich ausgebildeten Personen vorgeschriebenen Schutzmassnahmen zu berücksichtigen. Auf Grund einer solchen Vorschrift wird z. B. auch verlangt, dass die Sicherungen gegenüber den benachbarten offenen, unter Spannung stehenden Teilen genügend distanziert und zudem die blanken Gewinderinge der Sicherungselemente gegen eine zufällige Berührung ausreichend überdeckt sind.

Ein Elektromechaniker z. B. büsste sein Leben ein, weil er aus Unachtsamkeit beim Auswechseln der Schmelzeinsätze eines Schraubensicherungselementes die blanken, frei zugänglichen Gewinderinge berührte. Der Verunfallte fiel infolge dieser Elektrisierung zudem mit dem Kopf auf die blanken Klemmen einer daneben befindlichen Hochleistungssicherung und konnte nur noch tot geborgen werden (Fig. 7).

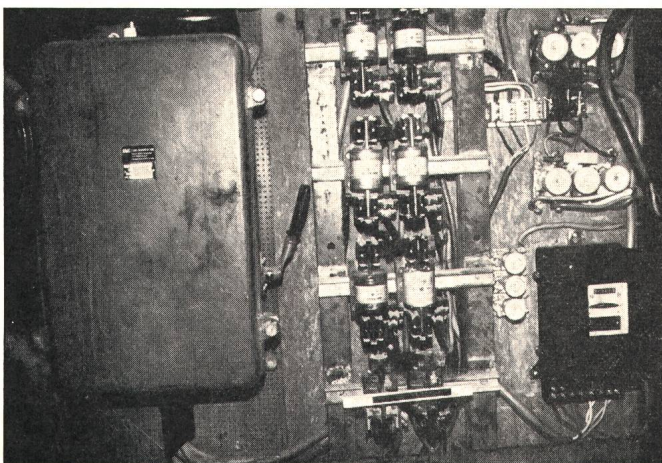


Fig. 7
Mangelhafte Sicherungsschlüsse in einer Transformatorstation

Aus nicht erklärlichen Gründen stieg eines Tages ein Anlagewärter auf das Gestell eines ausgefahrenen Hochspannungsschalters. Durch eine unbedachte Bewegung geriet er mit dem Kopf in die Nähe eines unter 8000 V stehenden Trennerisolators und leitete damit einen Spannungsüberschlag auf seinen Kopf ein. Man fand einige Zeit später den Anlagewart vor dem Schalter tot am Boden liegen (Fig. 8).

Besonders gefährlich ist es, wenn man unüberwachten Laien Zutritt zu Hochspannungsanlagen gewährt. Als nämlich das Türschloss einer älteren Transformatorstation nicht mehr richtig funktionierte, wurde einem Schlosser der Schlüssel zur Transformatorstation, mit dem Auftrag, das Schloss zu reparieren, ausgehändigt. Nachdem der

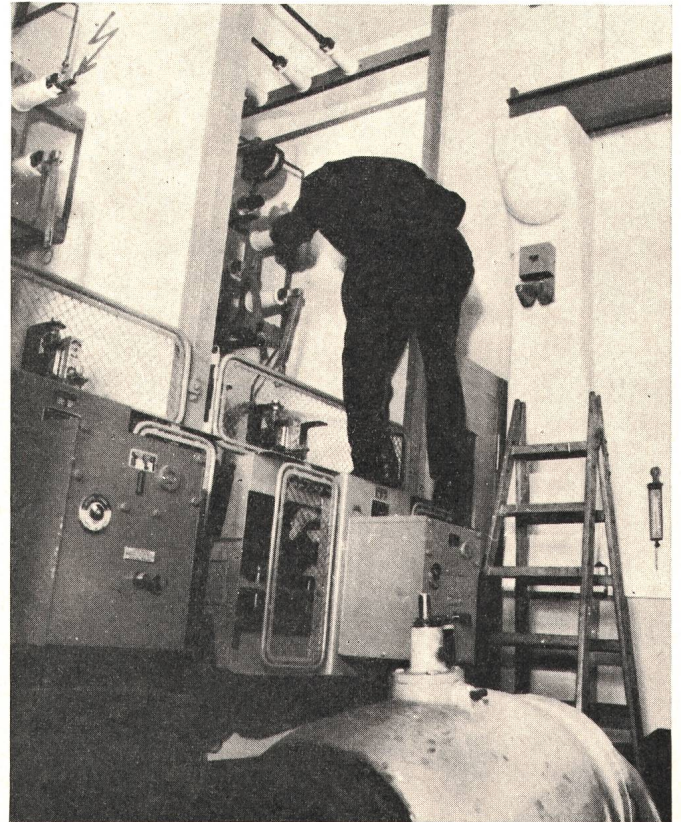


Fig. 8
Unbedachtes Verhalten in einer Transformatorstation
führte zum Tod eines Anlagewärters

Schlosser das Türschloss repariert hatte, wollte er es offenbar kontrollieren. Er zog zu diesem Zweck die eine Türhälfte zu und berührte dabei eine blanke 16-kV-Klemme des unmittelbar hinter der Türe befindlichen Transformators; der Verunfallte sank daraufhin tot zusammen (Fig. 9).

2.4 Niederspannungsleitungen

Für den Anschluss einer Heubelüftungsanlage musste eine neue $3 \times 380\text{-V}$ -Leitung an der bereits bis zum Dachgiebel einer Scheune gezogenen unter Spannung stehenden Freileitung angeschlossen werden. Der Elektromonteur legte sich zu diesem Zweck bäuchlings auf den Dachfirst der Scheune und liess sich dort sicherheitshalber von dem ihm bei der Arbeit behilflichen Hauseigentümer am Freileitungsgurt festhalten. Trotz den scheinbar gut getroffenen Vorsichtsmassnahmen drohte der Monteur während der Arbeit seitlich am

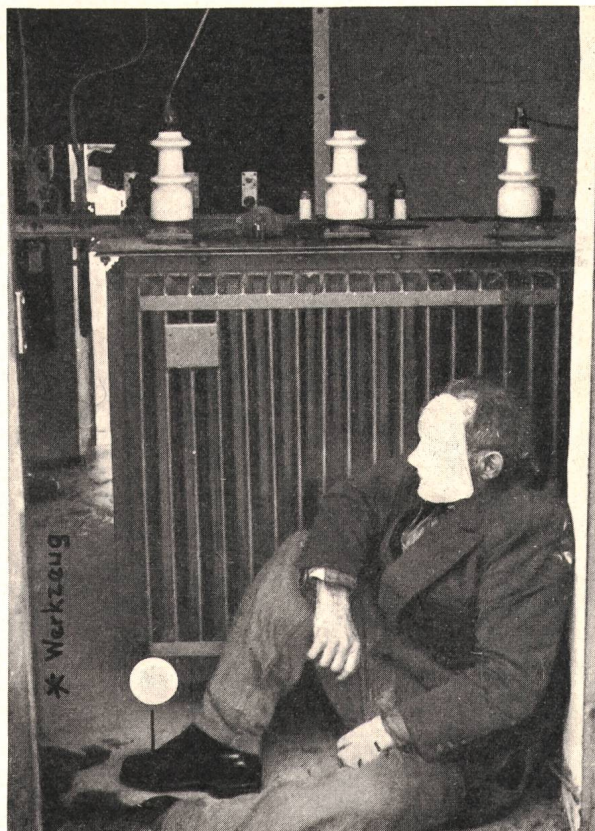


Fig. 9
Unmittelbar hinter der Türe einer Transformatorstation
ohne zusätzliche Abschränkung aufgestellter Transformator
verursachte den Tod eines Handwerkers

Dachgiebel abzurutschen. Instinktiv erfasste der Monteur mit beiden Händen je einen Polleiter der Freileitung und setzte sich dadurch zwischen beiden Händen einer tödlich wirkenden Spannung von 380 V aus.

Der Anschluss der Leitung für die Heubelüftungsanlage an den unter Spannung stehenden Freileitungsdrähten war grundsätzlich gestattet. Der Monteur hätte aber dazu mindestens Isolierhandschuhe tragen sollen. Zudem hätte ein weiterer mit den Gefahren vertrauter Arbeiter anwesend sein müssen, der im Notfall in der Lage gewesen wäre, die Freileitung umgehend von der Spannung abzutrennen. Vor allem aber hätte dieser einfache Leitungsanschluss gefahrlos erledigt werden können, wenn man sich die Mühe genommen hätte, die ohne weiteres abschaltbar gewesene Freileitung kurzzeitig spannungslos zu machen (Fig. 10).

Im Bestreben, bei der vorgesehenen Neubedachung seines Wohnhauses einen Unfall durch eine zufällige Berührung der blanken Freileitungsdrähte zu verhindern, erlitt der Hausbesitzer den Tod. Er wollte nämlich die blanken Anschlussdrähte mit Isolierschlauch überziehen und stieg über eine Leiter zu den Abspannisolatoren hinauf. Ohne die geringste Schutzmassnahme zu treffen, begann er dann mit blossen Händen die Drähte mit Isolierschlauch zu umhüllen. Als aber die Leiter etwas zur Seite rutschte, wollte sich der Hausbesitzer an den blanken Leitungsdrähten festhalten und setzte sich so einer Spannung von 380 V aus.

Für den Einzug eines Kabels in ein bestehendes Zementrohr versuchten zwei Monteure vorerst einen Stahldraht in das Rohr einzuführen, an dem dann das neue Kabel angehängt und durch das Zementrohr hindurchgezogen werden

sollte. Nachdem der Stahldraht einige Meter in das Zementrohr hineingesteckt worden war, liess er sich jedoch nicht mehr vorwärts noch rückwärts bewegen. Zwei Landwirte, die den beiden sich abmühenden Elektromonteuren zuschauten, anerbieten sich mitzuhelfen, den anscheinend in einer Fuge des Zementrohres festgeklemmten Stahldraht herauszuzerren. Nachdem einige Zeit am Stahldraht herumgerissen worden war, wurden die beiden Landwirte und ein Elektromonteur plötzlich heftig elektrisiert. Während der Elektromonteur und einer der beiden Landwirte den Eisendraht sofort loslassen konnten, vermochte der andere Landwirt nicht mehr den mit den Händen umfassten Eisendraht loszuwerden. Erst als das andere im Zementrohr befindliche Kabel von der Spannung abgetrennt worden war, gelang es, den verkrampften Körper des Verunfallten aus dem Graben herauszuheben. Der kurz nach dem Unfall eintreffende Arzt konnte nur noch den Tod des Verunfallten feststellen. Es stellte sich nachher heraus, dass der Stahldraht nicht wie vermutet in einer Fuge des Zementrohres verklemmt gewesen war, sondern sich mit dem im Rohr liegenden Tdc-Kabel verwickelt hatte. Durch das Zerren am Stahldraht wurde die Kabelisolation beschädigt und der Stahldraht unter Spannung gesetzt (Fig. 11).

2.5 Versuchslokale und Prüfstände

Die besonderen Verhältnisse in den Versuchslokalen und Prüfständen machen auch die Anwendung spezieller, den Umständen angepasster Sicherheitsmassnahmen gegen eine zufällige Berührung unter Spannung stehender Anlagenteile oder das unbefugte Einschalten von Prüfeinrichtungen usw. notwendig. Anstelle von blossen Warnungsaufschriften werden in solchen Anlagen besser Schutzmassnahmen getroffen, die einen direkten Schutz gegen die möglichen Unfallgefahren bieten. So sollen die blanken, unter Spannung stehenden Teile, wo immer möglich, zuverlässig verschalt werden. Auch Prüfspitzen sollen so beschaffen sein, dass die Bedienungsperson auch bei Unachtsamkeit nicht in den Prüfstromkreis geraten kann. Wenigstens eine der beiden Prüfspitzen soll daher eine versenkbare Kontaktspitze aufweisen.

Zur Erhöhung der Unfallsicherheit gehören auch Verriegelungen an Türen zu Prüfeinrichtungen, gut sichtbare und leicht zugängliche Notauslösevorrichtungen. In mit Nieder-

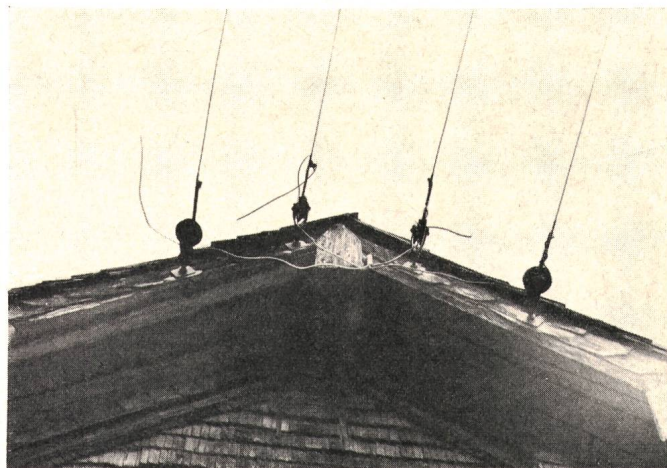


Fig. 10
Tödlicher Unfall beim Versuch, die Drähte eines neuen Kraftanschlusses
mit der Freileitung zu verbinden

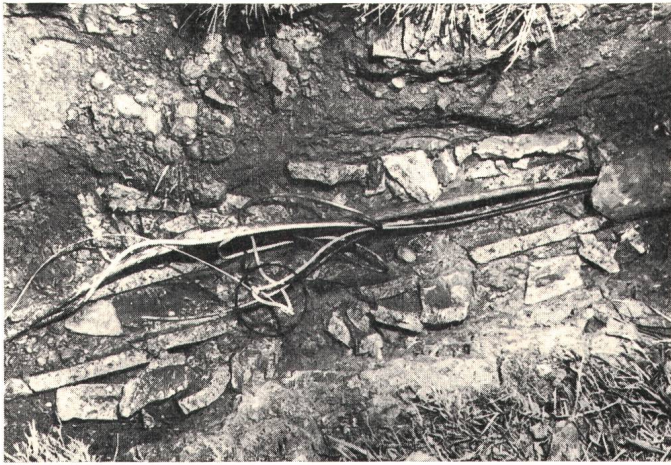


Fig. 11
Durch Zugdraht beschädigtes Tdc-Kabel

spannung betriebenen Anlagen empfiehlt es sich zudem, den Prüfeinrichtungen Fehlerstromschutzschalter vorzubauen.

Der tödliche Unfall eines Lehrlings beim Prüfen von Spulen mit 2000 V wäre z. B. vermeidbar gewesen, wenn die blanken Teile der Prüfspitzen in den zugehörigen Isoliergriffen versenkbar gewesen wären. Dem Lehrling wäre es dann auch bei aller Unachtsamkeit nicht möglich gewesen, die blanken, unter 2000 V stehenden Kontaktspitzen mit je einer Hand zu umfassen (Fig. 12).

Aber selbst die bestgemeinten Schutzmassnahmen versagen, wenn die vorhandenen Schutzzeineinrichtungen mutwillig oder aus Gedankenlosigkeit unwirksam gemacht werden.

So verschaffte sich z. B. ein Elektromonteur unbemerkt Zutritt in einen Hochspannungsprüfraum, um dort eine Leitungsinstallation zu erstellen. Den an der Türe zum Prüfraum angebrachten Endschalter, mit dem die Unterspannungsetzung der Anlage bei offener Türe verunmöglicht wurde, machte er durch Festbinden des Schaltkontaktes unwirksam. Während nun der Monteur im Prüfraum arbeitete, wurde die Anlage unter Spannung gesetzt, so dass der Monteur den Tod erlitt.

2.6 Baustellen

Provisorische Installationen in Betrieben und vor allem Installationen auf Baustellen müssen in den meisten Fällen möglichst rasch betriebsbereit sein und werden daher oft nicht mit der nötigen Sorgfalt erstellt. Zudem wird im Bewusstsein, dass von der auszuführenden Installation nur eine begrenzte Lebensdauer verlangt wird, die zuverlässige Befestigung der Leitungen insbesondere bei den Anschlußstellen vernachlässigt, so dass hin und wieder Leitungen aus den Anschlussklemmen herausgerissen werden. Damit können blanke, unter Spannung stehende Leiterenden der Berührung zugänglich werden, oder der auf die Verbraucher führende Schutzleiter (Erdung) erleidet einen Unterbruch. Fliegend erstellte Leitungen müssen indessen im Hinblick auf die zu erwartenden mechanischen Beanspruchungen bei den Anschlußstellen besonders sorgfältig befestigt werden. Auch ist bei der Leitungsverlegung darauf zu achten, dass sie nicht mit Transportwagen oder bewegten Maschinenteilen in Konflikt kommen. Auf Baustellen, wo die Leitungen oft fliegend an Holzstangen befestigt zu den Verbrauchern gezogen werden, sollte der zur Erdung dienende Leiter vom stromführenden

den Nulleiter getrennt sein, d. h., es sollen in jenen Fällen, wo nebst dem Schutzleiter auch der Nulleiter benötigt wird, nur noch 5adrige Kabel Verwendung finden. Kabel mit starren Leiteradern dürfen im weiteren nicht an Stecker oder Kupplungssteckdosen angeschlossen werden.

Sicherungen und Apparate in den Baustromverteilungen sollen sodann deutlich und vor allem richtig beschriftet werden. Es darf auch für Anlagen mit nur begrenzter Gebrauchsdauer nur einwandfreies Material benützt werden.

Auf Baustellen, wo mit Defekten an Leitungen und Apparaten in vermehrtem Masse zu rechnen ist, empfiehlt es sich, im Interesse der Unfallsicherheit die Baustromverteiler mit Fehlerstromschutzschaltern auszurüsten. Vor allem sollen die üblicherweise an den Verteilungen festmontierten Steckdosen, d. h. die daran angeschlossenen kleineren Verbraucher, durch Fehlerstromschutzschalter zusätzlich gesichert werden.

Die scheinbar nur geringfügige Unterlassungssünde des Nichtbeschriftens der Sicherungen in einem Baustromverteilerkasten wurde einem Elektromonteur zum Verhängnis. Der Monteur sollte nämlich ein an einem Schraubsicherungselement angeschlossenes Motorenkabel lösen. Weil nun keine der Sicherungen beschriftet war, löste er statt dessen versehentlich das unter Spannung stehende Netzkabel von der zugehörigen Hochleistungssicherung und wollte die freien, jedoch unter Spannung stehenden Leiterenden zum Holzkasten hinausschieben. Er ergriff dabei mit seinen Händen je

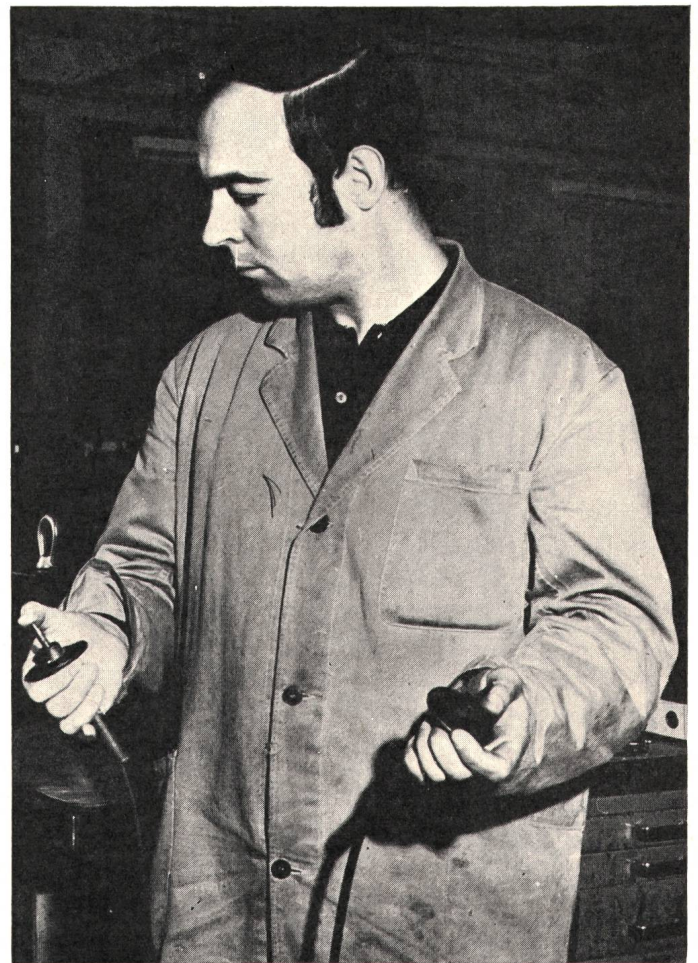


Fig. 12
Prüfspitzen mit nicht verschwindbaren Metallspitzen stellen eine Unfallgefahr dar

einen Polleiterdraht und setzte sich so einem tödlichen Stromfluss aus (Fig. 13).

Das Verbindungskabel zwischen einem Baustromverteilkasten und einer an der Betonmischanlage montierten Steckdosentafel überquerte, an Holzstangen befestigt, eine Baustellenstrasse (Fig. 14). Durch nachträgliche Kiesaufschüttungen verringerte sich aber die Höhe des Kabels über der Strasse von den vorgeschriebenen 6 m nach und nach auf 4,5 m. Das Kabel wurde daher eines Tages von der aufgekippten Ladebrücke eines Lastwagens erfasst und seitwärts gerissen, wobei auch die Isolation des an einem Ende um die Metallkonstruktion der Mischanlage herumgewickelten Kabels stark beschädigt wurde. Damit geriet die Metallkonstruktion durch einen blankgescheuerten Polleiterdraht des Kabels unter Spannung. Richtigerweise hätte in der Folge die dem Kabel vorgeschaltete Sicherung durchschmelzen müssen. Es stellte sich aber nachher heraus, dass der der Erdung dienende Nulleiter des Bauanschlusses mangelhaft angeschlossen und die Sicherung deshalb trotz des direkten Erdschlusses intakt geblieben war. Auf diese Weise wurde die Fehlerspannung durch den Nulleiter auf alle mit dem Nulleiter verbundenen Verbrauchergehäuse übertragen. Unglücklicherweise hielten sich im kritischen Moment drei Arbeiter an einem am Kranhaken hängenden Transportkübel fest und waren so der Fehlerspannung von angenähert 220 V ausgesetzt. Einer der drei Arbeiter wurde dabei getötet, während die beiden andern mit dem Schrecken davorkamen. Die Hauptursache dieses Unglückfalles war der mangelhafte Anschluss des Nulleiters im Baustromverteiler, ferner befand sich das Kabel in einer zu geringen Höhe über der Strasse und war zudem am Gerüst der Mischanlage nicht fachgemäss befestigt.

2.7 Installationen in industriellen und gewerblichen Betrieben

Die Sicherheit der elektrischen Installationen in Industrie und Gewerbe hat sich trotz wesentlicher Vermehrung der im Betrieb stehenden Maschinen und Apparate verbessert, weil zahlreiche veraltete und den heutigen Vorschriften nicht mehr entsprechende Installationen im Zuge von Umbauten und Betriebsumstellungen eliminiert werden konnten. Die in diesen Anlagen vorgekommenen Unfälle sind daher in der Regel nicht auf mangelhafte Installationen, sondern auf Unachtsamkeit oder unrichtiges Verhalten der Verunfallten selbst oder von Drittpersonen zurückzuführen.

Ein Beispiel dafür ist der Unfall einer Haustochter in einer Bäckerei. Diese wusch kurz vor Weihnachten in einem Nebenraum des Verkaufsladens den Fussboden auf, als die sich im Laden aufhaltende Bäckerfrau ein Stöhnen vernahm. Sofort Nachschau haltend, fand sie das Mädchen, einen Installationsdraht in der einen Hand haltend, bewusstlos am Boden liegen. Die Frau riss dem Mädchen den Draht aus der Hand, und es gelang dem herbeigerufenen Arzt, das offenbar nicht mehr weit vom Tode entfernt gewesene Mädchen zu retten. Allerdings litt das Mädchen noch lange Zeit nachher unter der durch die Elektrisierung erlittenen Herzschädigung.

Der offene Leitungsdraht, den das Mädchen in die Hand genommen hatte, gehörte zur Anschlussleitung einer mehr als ein Jahr zuvor demontierten Glacemaschine. Die Monteure hatten damals nur die Sicherungen herausgeschraubt

und die blanken Leiterenden unter einem Tisch am Fussboden liegen lassen. Als nun kurz vor dem Unfall zwei Elektromonteure beauftragt wurden, eine Störung der Ölheizung zu beheben, schraubte einer der beiden die Schmelzeinsätze in das unbeschriftete Sicherungselement der ehemaligen Glacemaschine hinein. Als er jedoch die dritte Sicherung in das Drehstromsicherungselement einsetzte, trat ein Kurzschluss auf, und zwei der drei Sicherungen schmolzen dabei durch. Der Monteur nahm sich aber nicht die Mühe, den Ursachen des Kurzschlusses nachzugehen, auch liess er die intakt gebliebene Sicherung eingeschraubt, so dass der eine Polleiterdraht der unter dem Tisch freiliegenden Leitung unter Spannung blieb.

Fahrlässig handelte auch jener Arbeiter, der mangels einer 2-P+E-Steckdose für den Anschluss einer Handbohrmaschine die Bananenstecker einer 2adrigen Verlängerungsschnur an den Eingangsklemmen eines Motorschützes anschliessen wollte. Damit er einen der beiden Bananenstecker der Verlängerungsschnur in die unter Spannung stehende Eingangsklemme des Schützes hineinschieben konnte, musste er vorerst den entsprechenden Polleiterdraht zur Klemme herausziehen. Offenbar berührte der Arbeiter dabei eine der blanken Polleiterklemmen und wurde elektrisiert. In der Nähe weilende Personen wurden durch den Aufschrei des Arbeiters auf den Unfall aufmerksam. Als aber die zu Hilfe gerufene Betriebs sanität beim Verunfallten eintraf, war dieser bereits tot.

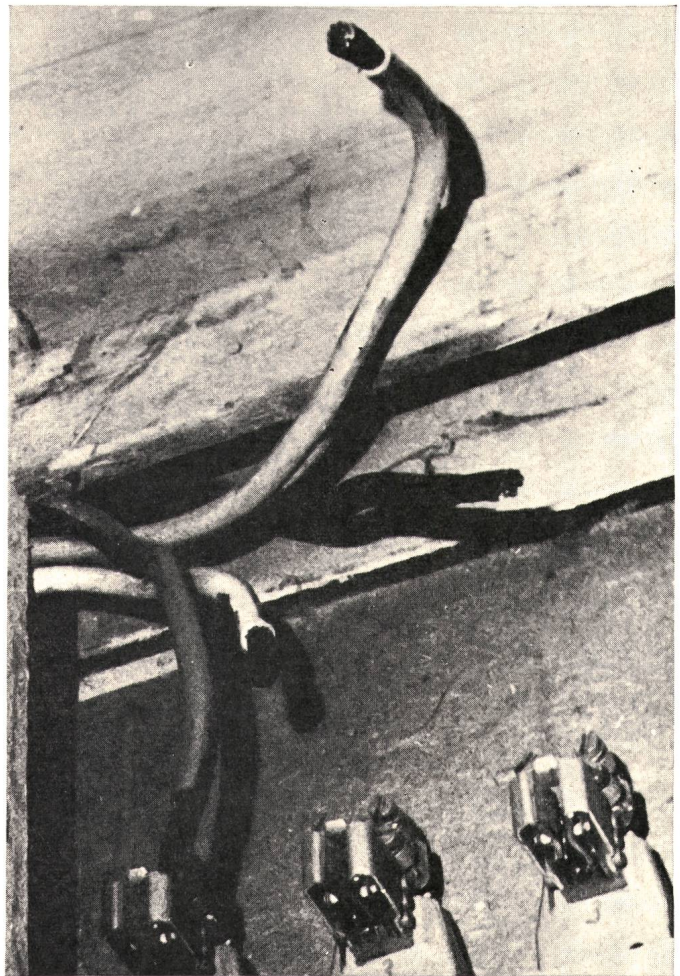


Fig. 13
Wegen fehlender Beschriftung irrtümlich gelöste unter Spannung stehende Leiterenden in einem Baustromverteiler

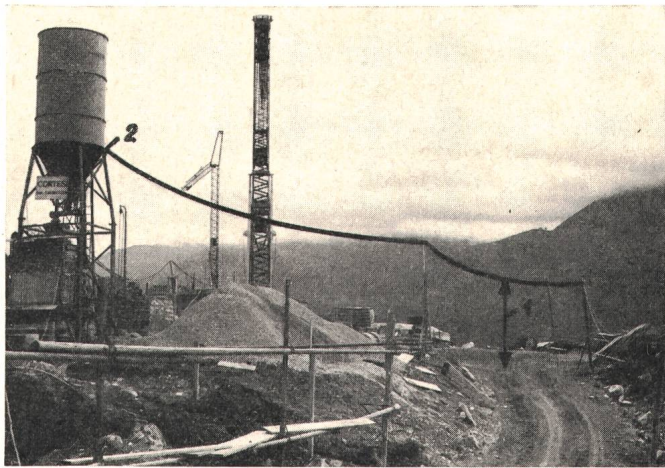


Fig. 14

Baustrom-Verbindungskabel mit ungenügender Höhe über der Zufahrtsstrasse und mangelhafter Befestigung am Zementsilo

- 1 Kabel wurde vom Lastwagen heruntergerissen
- 2 Isolation des um die Eisenkonstruktion herumgewickelten Kabels wurde beschädigt

2.8 Hebe- und Förderanlagen

Die besonderen Vorschriften für die elektrischen Einrichtungen solcher Anlagen berücksichtigen nicht nur die Gefahr einer allfälligen Elektrisierung, sondern auch die Personengefährdung durch eine ungewollte bzw. eine unvermutete Ingangsetzung der Anlagen. Jeder Hebe- und Förderanlage muss daher ein mit einem Vorhängeschloss verriegelbarer, von Hand bedienbarer allpoliger Hauptschalter vorgebaut sein, damit bei allfälligen Reparaturen die Anlage sicher ausgeschaltet und gegen eine zufällige Wiedereinschaltung gesichert werden kann. Zudem ist es notwendig, an ausgedehnten Förderanlagen an jenen Stellen, wo eine besondere Berührungsfahrer der sich bewegenden Anlageteile besteht, sog. Notausschalter anzubringen, womit die umgehende Stillsetzung der Anlage ermöglicht wird. Leider wird aber von der Möglichkeit, eine z. B. mit Hilfe der Steuerung stillgesetzte Hebe- und Förderanlage zusätzlich mit dem Hauptschalter gegen eine ungewollte Wiedereinschaltung zu sichern, nicht immer Gebrauch gemacht.

Ein Arbeiter reinigte z. B. während der Nachtschicht die Wanne eines Sandaufzuges. Er stieg zu diesem Zweck in die Wanne hinein, und als er diese wieder verlassen wollte, hielt er sich an dem neben der Wanne befindlichen Eisenpfosten fest. Damit betätigte er ungewollt den Einschalttaster der Maschine, so dass sich die Wanne in Bewegung setzte. Ein auf die Hilferufe herbeigeeilter Nebendarbeiter kam aber zu spät und konnte nicht mehr verhindern, dass der Verunfallte zwischen Wanne und Eisengerüst zu Tode gedrückt wurde. Der Verunfallte hätte indessen die Möglichkeit gehabt, mit einem Hauptschalter die Maschine gegen eine ungewollte Ingangsetzung zu sichern.

2.9 Transportable Motoren

Schon seit jeher stellen die Elektrohandwerkzeuge eine besondere Unfallgefahr dar. Durch den jahrelangen Gebrauch und die oft unsorgfältige Behandlung der Handbohrmaschinen usw. können in den Motorwicklungen an der Schnureinführung oder im Bereiche des Kollektors Isolationsdefekte auftreten, durch die Metallgehäuse nicht sonderisolierter Maschinen unter Spannung geraten können.

Nicht sonderisolierte, d. h. nicht mit dem Prüfzeichen für Sonderisolation \square versehene Maschinen müssen daher unter allen Umständen geerdet sein oder über Trenntransformatoren angeschlossen werden. Aber selbst bei vorschriftsgemäsem Anschluss einer für die Erdung eingerichteten Maschine an einer 2-P+E-Steckdose sind Unfälle nicht ausgeschlossen. Es kann sich nämlich der Schutzleiter im Stecker oder in der Maschine von der Anschlussklemme lösen und so bei einem allfälligen Isolationsdefekt unwirksam sein. Ein im Stecker von der Klemme gelöster Schutzleiter birgt aber noch eine weitere Gefahr in sich, indem der lose Schutzleiter den blanken Polleiter berühren und das Maschinengehäuse auf diese Weise unter Spannung setzen kann.

Einem auf diese Weise unter Spannung gesetzten Bohrmaschinengehäuse fiel z. B. ein Mann zum Opfer, der in seinem Badezimmer an der Wand neben dem Boiler Befestigungslöcher in die Wand bohren wollte. Er stand auf dem verhältnismässig gut isolierten Fussboden, berührte aber, die unter Spannung stehende Bohrmaschine in der Hand haltend, mit seinem Körper das naturgemäss gut geerdete Wasseranschlussrohr des Boilers.

Obschon die Unfallsicherheit der Elektrohandwerkzeuge durch die Einführung der Sonderisolation wesentlich erhöht werden konnte, besteht immer noch die Möglichkeit, dass die berührbaren Metallteile solcher Maschinen durch einen Isolationsdefekt unter Spannung geraten können, z. B. dann, wenn die Maschinen von fachlich unkundigen Personen auseinandergeschraubt und nicht mehr richtig zusammengebaut werden.

Unfälle mit sonderisolierten Maschinen können aber auch infolge von Unachtsamkeit beim Bohren, Schleifen usw. auftreten. So waren zwei Burschen im Begriff, in einem Stall eine Wasserleitung zu montieren. Beim Bohren von Löchern mit der einwandfrei instandgehaltenen sonderisolierten Bohrmaschine wickelte sich aus Unachtsamkeit das Anschlusskabel der Bohrmaschine um Bohrkopf und Bohrer. Zufälligerweise wurde dadurch die Polleiterader der Schnurleitung verletzt und die Maschine mitsamt dem noch nicht montierten Eisenrohr unter Spannung gesetzt. Der gut leitende Fussboden im Stall trug dann dazu bei, dass beide mit der Spannung in Berührung geratenen Burschen getötet wurden (Fig. 15).

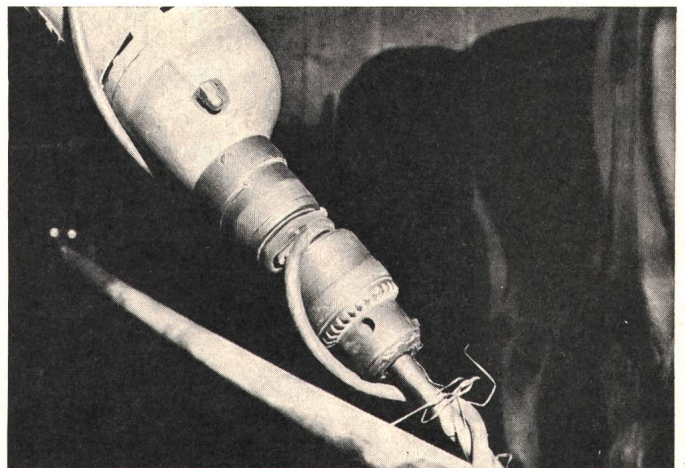


Fig. 15

Verletzung der Isolation einer Handbohrmaschinen-Anschlusschnur durch Unachtsamkeit

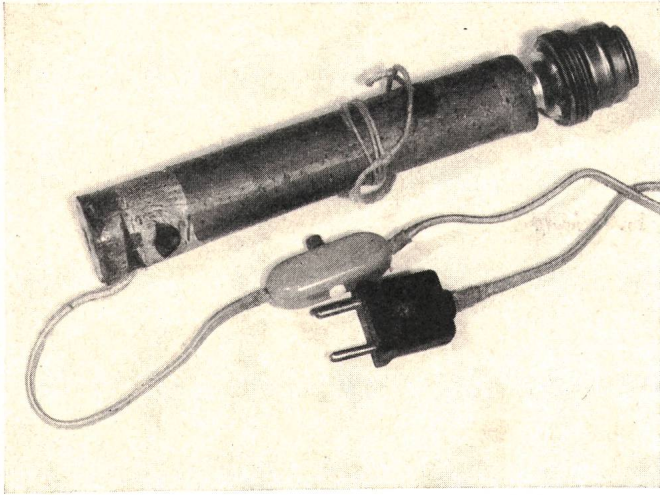


Fig. 16
Selbstgebastelte Handleuchte verursachte den Tod eines Mädchens

2.10 Tragbare Leuchten

Nicht nur die eigentlichen Handleuchten, sondern auch die metallenen Tisch- und Ständerleuchten sind prüfpflichtig, d. h., solche Leuchten dürfen nur in Verkehr gebracht werden, wenn durch eine Typenprüfung in der Materialprüfanstalt des SEV festgestellt worden ist, dass die Leuchten den Sicherheitsvorschriften entsprechen. Alle jene Leuchten, die auf Grund der Prüfung eine ausreichend unfallsichere Bauart aufweisen, sind mit dem Sicherheitszeichen (S) oder dem Qualitätszeichen (SE) des SEV gekennzeichnet. Jeder Laie kann sich daher bei der Anschaffung einer Leuchte vergewissern, ob die Leuchte mit einem der erwähnten Prüfzeichen versehen und damit auch bezüglich der Unfallsicherheit in Ordnung ist.

Tisch- und Ständerleuchten normaler Bauart sollen aber trotzdem nicht als Handleuchten verwendet oder in feuchten, nassen oder korrosionsgefährlichen Räumen aufgestellt werden.

Dass die Verwendung einer metallenen Ständerleuchte im feuchten Keller äusserst gefährlich werden kann, musste ein Mann, der mit seinem Sohn im Keller Maurerarbeiten ausführen wollte, am eigenen Leibe erfahren. Die beiden kamen nämlich auf die Idee, den dunklen Kellerraum mit der Ständerleuchte aus dem Wohnzimmer zu beleuchten. Die Leuchte wies aber einen Isolationsdefekt auf, der jedoch erst bemerkbar wurde, als der Vater, auf dem feuchten Erdboden stehend, die Leuchte mit der einen Hand ergriff und vom sofort einsetzenden Stromfluss durch seinen Körper getötet wurde.

Obschon auf dem Markt vorschriftsgemässe Handleuchten verhältnismässig preisgünstig erhältlich sind, gibt es immer wieder Personen, die glauben, mit dem Selbstbasteln von Handleuchten billiger zu fahren. In Verkennung der mit einer solchen mangelhaften Handleuchte verbundenen Gefahren wird wegen einer oft nicht nennenswerten Ersparnis das Leben riskiert. So büsste eine 18jährige Tochter ihr Leben ein, als sie mit einer selbstgebastelten Handleuchte eine im Badezimmer stehende Waschmaschine ausleuchten wollte (Fig. 16).

Einer Bauersfrau war die Beleuchtung im Schweinestall ungenügend. Anstatt eine zusätzliche Leuchte fest installie-

ren zu lassen oder aber wenigstens eine vorschriftsgemässe Handleuchte anzuschaffen, bastelte sie sich aus einer defekten Porzellanfassung und einem Kunststoffkabel eine Handleuchte und schloss diese an einer einige Meter entfernten 220-V-Steckdose an. Die Porzellanfassung hängte sie im Schweinestall mit einem Nagel an der Decke auf. Der Einfachheit halber schaltete sie jeweils die Leuchte ein bzw. aus, indem sie die Glühlampe ein- bzw. ausschraubte. Eines Tages als die Frau die Glühbirne wieder einschrauben wollte, erfasste sie versehentlich das offen zu Tage tretende und unter Spannung stehende Schraubgewinde der Porzellanfassung und erlitt den Tod (Fig. 17).

2.11 Transportable Wärmeapparate

Heizdecken und Heizkissen können sich bei richtiger Anwendung und einigermaßen sorgfältiger Behandlung nicht überhitzen. Trotzdem sollte man darauf achten, dass solche Wärmeerzeuger nicht stundenlang unbewacht in Betrieb bleiben, weil die Isolation der Heizleiter durch äussere Einwirkungen Schaden genommen haben kann. Heizdecken und Heizkissen sollen ferner auch nicht unüberwacht wehrlosen Personen z. B. älteren Leuten oder Kleinkindern, überlassen werden. So starb z. B. ein Kleinkind an einer Brandgasvergiftung, weil im Laufe der Nacht die Bettdecke durch das Heizkissen in Brand gesetzt worden war.

Die heute gebräuchlichen Warmluftduschen besitzen ein geschlossenes Isoliergehäuse und können daher bei intakter Anschlußsnur kaum eine Elektrisierung verursachen. Wenn jedoch Warmluftduschen versehentlich ins Wasser fallen, weil man glaubt, sich noch im Bad sitzend die Haare trocknen zu müssen, so kann selbst dieses gut isolierte Elektrogerät zur tödlichen Gefahr werden.

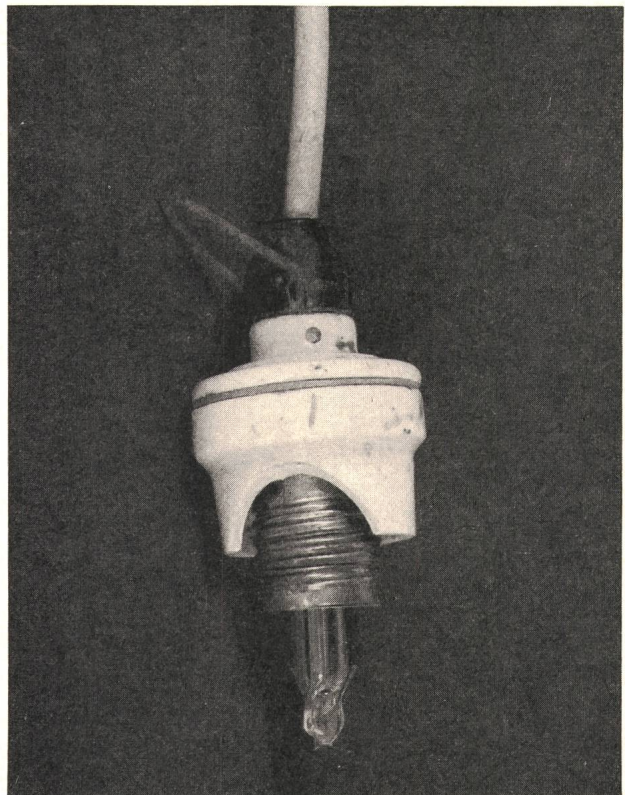


Fig. 17
Von einer Frau gebastelte vorschriftswidrige transportable Leuchte

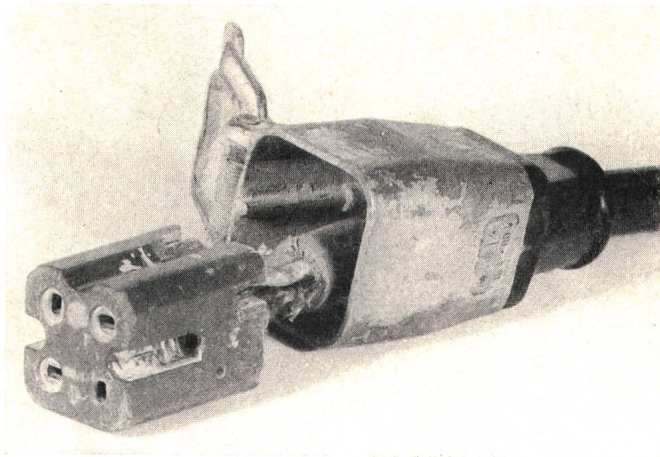


Fig. 18
Industrie-Kupplungssteckdose mit losem Steckeseinsatz
wurde falsch mit dem Stecker zusammengefügt

Diese Erfahrung machte auch eine Hausfrau, die noch im Bade sitzend sich die Haare trocknen wollte. Die Stoffhaube auf den Kopf gestülpt und die Warmluftdusche in einem Kunststoffständer auf den Badewannenrand gestellt, machte die Frau eine unbedachte Bewegung, so dass die Warmluftdusche samt dem Ständer in das Badewasser fiel. Durch die sofort einsetzende Elektrisierung erschreckt, wollte die Frau die Badewanne verlassen und erfasste mit der einen Hand die gut geerdete Hahnatterie. Der sofort durch den Körper der Frau zur Hahnatterie einsetzende Stromfluss hatte ihren Tod zur Folge.

2.12 Verlängerungs- und Anschlußschnüre

Die in der Industrie und vor allem auf Baustellen verwendeten Verlängerungs- und Anschlußschnüre geben zu verhältnismässig vielen schweren und sogar auch tödlichen Unfällen Anlass. Nicht nur, dass die oft einer rauen und unsorgfältigen Behandlung ausgesetzten Schnurleitungen selbst noch in beschädigtem Zustand unbekümmert weiter verwendet werden, sondern es werden auch ausgerissene Schnüre von für solche Arbeiten absolut ungeeigneten Personen auf eigene Faust wieder neu in die Stecker und Kupplungssteckdosen eingezogen. Dabei werden hin und wieder Polleiter und Schutzleiterklemmen verwechselt und damit in fahrlässiger

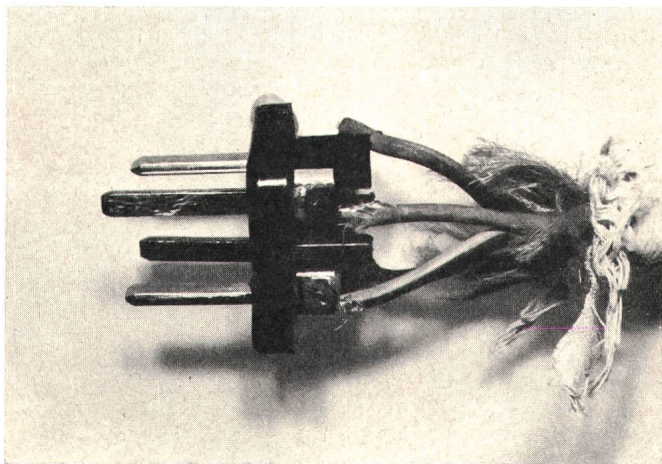


Fig. 19
Von einem Laien nicht nur mangelhaft, sondern zudem auch falsch
angeschlossener Stecker verursachte den Tod eines Arbeiters

ger Weise Maschinen und Apparategehäuse unter Spannung gesetzt. Oft werden auch die Befestigungsschrauben der Stecker bzw. Kupplungssteckdoseneinsätze verloren, so dass sich bei bestimmten Steckvorrichtungen die losen Steckereinsätze verkehrt zusammenfügen lassen. Beliebte sind anscheinend auch die Eingriffe an den Steckverbindungen zur Änderung der Drehrichtung von Maschinen.

Die durch solche Eingriffe unbefugter Personen häufig verursachten Unfälle sollten jeden Betrieb veranlassen, das unkontrollierte Herummanipulieren an elektrischen Einrichtungen strikte zu verbieten. Allerdings muss auch gleichzeitig dafür gesorgt werden, dass beschädigte oder aus den Steckverbindungen oder Apparategehäusen herausgerissene Schnurleitungen jeweils innert nützlicher Frist von einer mit solchen Reparaturen gut vertrauten Person repariert werden. Die regelmässige Kontrolle der Elektrohandwerkzeuge und der Anschluss- bzw. Verlängerungsschnüre ist ebenfalls ein wichtiger Beitrag zur Unfallverhütung.

Ein Arbeiter fand den Tod, weil die Befestigungsschrauben eines Kupplungs-Steckdoseneinsatzes fehlten und der lose zum Gehäuse herausragende Einsatz verkehrt mit dem

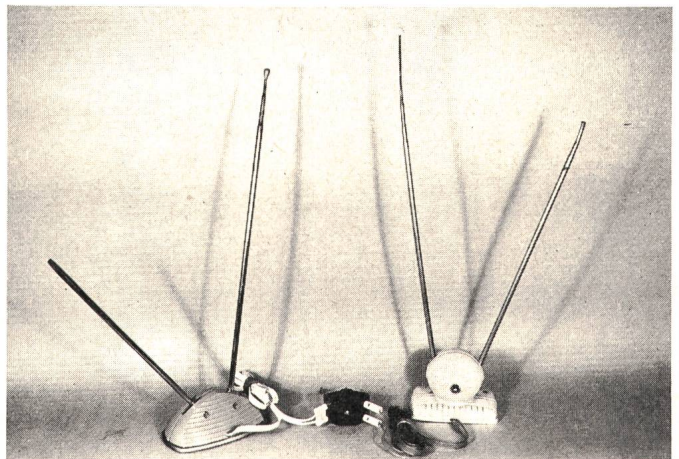


Fig. 20
Zimmer-Fernsehtanten aus Unkenntnis bzw. Versehen
an 220 V angeschlossen

Stecker eines Pumpenmotors verbunden werden konnte. Der Schutzkontaktstift des Steckers liess sich nämlich dadurch mit einer Polleiterbuchse der Kupplungssteckdose verbinden, so dass das Motorengehäuse unter Spannung geriet (Fig. 18).

Beim Versuch, eine über ein 4adriges Verlängerungskabel an einem Baustromverteiler angeschlossene kleine Seilwinde in Betrieb zu nehmen, wurde ein Arbeiter heftig elektrisiert und stürzte zu Boden, wo er regungslos liegen blieb. Der sofort herbeigerufene Arzt konnte aber dem bereits verschiedenen Verunfallten keine Hilfe mehr bringen. Die nachträgliche Abklärung des Unfalles ergab, dass im ohnehin laienhaft angeschlossenen Stecker eine Polleiterader mit dem Schutzkontakt verbunden worden war. Durch diesen von einem Laien erstellten falschen Steckeranschluss wurden dann zwangsläufig alle Metallteile der Seilwinde unter Spannung gesetzt (Fig. 19).

2.13 Fernseh- und Radiogeräte

Zimmerantennen für Fernsehgeräte werden meistens mit Bananensteckern an das Fernsehgerät angeschlossen und sind

an und für sich völlig ungefährlich. Trotzdem sind durch solche Antennen schon Todesfälle verursacht worden, und zwar dadurch, dass die Bananenstecker der Antennenschnur aus Versehen oder Unkenntnis in 220-V-Steckdosen eingeführt worden sind. So haben je zwei 3jährige Kinder unabhängig voneinander Zimmerantennen an 220-V-Steckdosen angeschlossen und dabei den Tod gefunden. Wenn die Zimmerantennen immer mit dem Fernsehgerät verbunden bleiben oder nicht mehr benötigte Antennen richtig versorgt werden, so sind nicht nur Kinder, sondern auch erwachsene Personen weniger versucht, die Antenne aus Unwissenheit oder aus Versehen an 220-V-Steckdosen anzuschliessen (Fig. 20).

2.14 Allgemeine Hausinstallationen

Jeder Haus- und Anlagebesitzer ist gesetzlich verpflichtet, die elektrischen Installationen in gutem Zustand zu erhalten und festgestellte Mängel innert nützlicher Frist den einschlägigen Vorschriften entsprechend in Ordnung bringen zu lassen. Wäre sich der Besitzer eines Wohnhauses dieser ihm

gesetzlich überbundenen Pflicht besser bewusst gewesen, so wäre das Leben eines Arbeiters erhalten geblieben.

Als nämlich der Hausbesitzer und sein Neffe am Wochenende den Rasen spritzten, wurden sie elektrisiert. Sie vermuteten nach einigem Suchen, dass das an der Hauswand montierte Bleikabel zur Aussenleuchte nicht in Ordnung sei, und orientierten am folgenden Montagmorgen den Chef der die Hausfassade verputzenden Arbeiter. Doch schien die drohende Gefahr niemanden zu beeindrucken, und es wurde auch kein Fachmann beauftragt, den Isolationsfehler zu suchen und zu beheben. Bald nach Arbeitsbeginn stiess ein auf dem Rohrgerüst stehender Arbeiter einen Schrei aus und fiel einige Meter tief auf den Erdboden hinunter, wo er tot liegen blieb. Es stellte sich alsdann heraus, dass das erwähnte Bleikabel tatsächlich einen Isolationsdefekt aufwies und unter Spannung stand. Der tödlich verunfallte Arbeiter hatte offenbar das unter Spannung stehende Bleikabel mit der einen Hand umfasst, während er sich gleichzeitig mit dem Rücken am geerdeten Rohrgerüst anlehnte.

GALILEO FERRARIS

1847–1897

Galileo Ferraris, einer der grossen Wechselstrompioniere, war ein ausnehmend klarer Kopf, der es verstand, Zusammenhänge zu erkennen und auch Kompliziertes einfach und deutlich zu beschreiben.

Er wurde am 30. Oktober 1847 in Livorno-Vercellese (zwischen Novarra und Turin, heisst jetzt Livorno-Ferraris) als Sohn eines Apothekers geboren. Mit 10 Jahren kam er zu einem Onkel nach Turin, um die dortigen Schulen besuchen zu können. Schon am Lyceum war ihm Physik das liebste Fach. Als 22jähriger bestand er an der Universität mit einer Arbeit über «die mechanische Energieübertragung von Hirn» das Ingenieur-Examen und wurde sogleich Assistent am Lehrstuhl für technische Physik. Elektrizität und Magnetismus faszinierte ihn. Mit einer Dissertation «Über die mathematische Theorie der Fortbewegung der Elektrizität in homogenen festen Körpern» (1872) versetzte¹ er seine Professoren in Erstaunen über sein profundes Wissen. Eine Arbeit über die hauptsächlichsten Eigenschaften dioptrischer Instrumente erwies sich später als besonders fruchtbar.

1878 war er zum ausserordentlichen und im darauffolgenden Jahr zum ordentlichen Professor gewählt worden. Er hielt viele Vorträge, u.a. über elektrische Beleuchtung. Man wählte ihn zum Mitglied der Akademie der Wissenschaften und als erster Nichtmilitär zum Professor an der Militärschule.

1881 und 1882 nahm er als Delegierter der italienischen Regierung an der internationalen Elektrizitätsausstellung und an der internationalen Elektrizitätskonferenz in Paris sowie im folgenden Jahr an der internationalen Ausstellung in Wien teil, wo seine Arbeiten ihrer Klarheit und seine Urteile ihrer Treffsicherheit wegen höchste Beachtung fanden.

1884 beherbergte Turin eine Elektrizitätsausstellung, an der bekanntlich *Gaulard* seine «Sekundär-Generatoren» und eine Wechselstromkraftübertragung zeigte. Ferraris hatte diese Werke als Preisrichter zu beurteilen. Er erkannte die grosse Bedeutung des Wechselstromes für die Energiefernübertragung. Bei der genaueren Prüfung der Apparate stellte er fest, dass für die Berechnung der Leistung bei Wechselstrom der Cosinus der Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom berücksichtigt werden muss. Zweitens fand er 1885 auf Grund von Versuchen mit polarisiertem Licht aus Analogieüberlegungen, dass zwei phasenverschobene Wechselströme gleicher Frequenz ein magnetisches Drehfeld erzeugen (später z.B. verwertet im Zähler und im Ferraris-Wattmeter). Diese wichtige Entdeckung konnte er aus Zeitmangel nicht sofort publizieren. 1888 griff er die Sache wieder auf. Er liess durch seinen Mechaniker das Modell des ersten Wechselstrommotors herstellen. Im Bericht Ferraris über die Pariser Weltausstellung von 1889 wurden dann schon andere Motoren erwähnt, die auch auf dem Drehfeld beruhten (*Tesla* war unabhängig von ihm ebenfalls darauf gestossen).

Den Durchbruch des Wechselstromes und im besondern des Drehstromes bewirkte dann die Frankfurter Ausstellung von 1891, bei der Ferraris ebenfalls im Preisgericht sehr aktiv mitmachte.

1893 hatte Ferraris noch das Vergnügen, an die Columbus-Weltausstellung in Chicago fahren zu können. In Italien wurde praktisch keine elektrische Anlage erstellt, ohne dass nicht Ferraris als Experte beigezogen worden wäre. Ende 1896 wurde er zum Senator ernannt. Wie alles, was er anpackte, nahm er auch diese Aufgabe ernst, aber seine Kräfte reichten nicht mehr aus. Anfang Februar brach er in einer Vorlesung zusammen, und am 7. Februar 1897 erlosch sein Leben.

Ferraris hatte sehr an seinen Eltern und Geschwistern gehalten. Eine eigene Familie zu gründen war ihm nicht vergönnt, so sehr war er eingespannt. Die wenigen Stunden der Muse widmete er der Poesie und der Musik.

H. Wüger

