Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 34 (1943)

Heft: 12

Artikel: Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz im Jahre 1942

Autor: Sibler, F.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1061741

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: 02.10.2025

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

SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

BULLETIN

REDAKTION:
Sekretariat des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Zürich 8, Seefeldstrasse 301

ADMINISTRATION:
Zürich, Stauffacherquai 36 ◆ Telephon 5 17 42
Postcheck-Konto VIII 8481

Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet

XXXIV. Jahrgang | N° 12 | Mittwoch, 16. Juni 1943

Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz im Jahre 1942

Mitgeteilt vom *Starkstrominspektorat (F. Sibler)*

614.825

Die im Jahre 1942 an Starkstromanlagen (ohne die elektrischen Bahnen) vorgekommenen Unfälle werden in einigen Tabellen mit denen der vorausgegangenen Jahre verglichen. Einige bemerkenswerte Unfälle und deren Umstände werden, wie in früheren Berichten, besonders beschrieben.

Les accidents survenus en 1942, dans les installations à courant fort (sans les chemins de fer électriques) sont comparés en quelques tableaux avec ceux des années précédentes. Comme dans les rapports précédents, quelques accidents, dont l'étude est particulièrement instructive, sont décrits ainsi que les circonstances dans lesquelles ils se sont produits.

I. Statistik

Das Starkstrominspektorat hat darüber zu wachen, dass die Starkstromanlagen vorschriftsgemäss erstellt und unterhalten werden, um Gefahren und Schädigungen, die aus solchen Anlagen entstehen können, nach Möglichkeit zu verhindern. Für die Erfüllung dieser Aufgabe dienen in weitgehendem Masse seine Untersuchungen über die vorkommenden elektrischen Unfälle. Das Starkstrominspektorat war von jeher bestrebt, die Resultate seiner Unfallstatistik in jährlichen Zusammenstellungen der Oeffentlichkeit bekanntzugeben und dadurch seine Erfahrungen einem möglichst weiten Kreise nutzbar zu machen.

Wenn wir die Ergebnisse des Jahres 1942 betrachten, stellen wir fest, dass es die gleiche Zahl von Starkstromunfällen aufweist, wie das vorhergegangene. Von insgesamt 150 Vorkommnissen, die das Starkstrominspektorat erfahren hat, sind 154 Personen betroffen worden, davon 28 tödlich. Bei den Todesfällen, die sich im Vorjahre auf 32 belaufen hatten, ist also eine geringe Verminderung eingetreten; trotzdem wurde das Mittel der letzten 10 Jahre, das nur 25 beträgt, immer noch überschritten. In diesen Zahlen sind die Unfälle beim Bahnbetrieb nicht inbegriffen. Nach den Angaben des Eidg. Amtes für Verkehr haben die elektrischen Bahnbetriebe, wie dies aus Tabelle I hervorgeht, eine Verminderung der Unfälle zu verzeichnen.

Zahl der Starkstromunfälle beim Bahnbetrieb

Tabelle I.

	Verletzt		Tot		Total	
	1941	1942	1941	1942	1941	1942
Bahnbedienstete	13	9	2	2	15	11
Reisende und Drittpersonen	13	6	7	2	20	8
Total	26	15	9	4	35	19

Die folgenden Zusammenstellungen und Schilderungen berücksichtigen die Unfälle an Bahnanlagen weiter nicht, da die Statistik des Starkstrominspektorates diese Unfälle nicht erfasst.

Zahl der verunfallten Personen, geordnet nach ihrer Zugehörigkeit zu den elektrischen Unternehmungen

Tabelle II.

Jahr	Eigentliches Betriebspersonal der Werke		Anderes Personal der Werke und Monteure von Installationsfirmen		Drittpersonen		Total		
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	Total
1942	**6**	**1**	**56**	**7**	**64**	**20**	**126**	**28**	**154**
1941	12	3	52	9	58	20	122	32	154
1940	5	—	31	8	25	14	61	22	83
1939	7	1	29	7	48	21	84	29	113
1938	8	1	48	6	51	16	107	23	130
1937	8	2	46	8	38	13	92	23	115
1936	5	—	25	8	27	6	57	14	71
1935	6	1	24	3	33	17	63	21	84
1934	6	2	54	7	31	18	91	27	118
1933	8	6	44	4	42	19	94	29	123
Mittel 1933–42	7	2	41	7	42	16	90	25	115

Tabelle II gibt eine Uebersicht über die Starkstromunfälle in den letzten 10 Jahren, und zwar geordnet nach der Zugehörigkeit der Verunfallten zu den elektrischen Unternehmungen. Die Zusammenstellung zeigt, dass sich beim Betriebspersonal der Kraftwerke und beim Monteurpersonal die tödlichen Unfälle vermindert haben, während, wie im Jahre 1941, 20 Drittpersonen durch die Einwirkung des elektrischen Stromes ihr Leben einbüssten. 29 Unfälle ohne tödlichen Ausgang wurden nicht durch direkten Stromdurchgang bewirkt, sondern durch Flammbogen bei Kurzschlüssen und dergl. Diese 29 Personen sind in der Gesamtzahl der Unfälle mit eingerechnet.

In den beiden letzten Jahren haben die tödlichen Unfälle an Hochspannungsanlagen, wie aus Tabelle III hervorgeht, fast den gleichen Umfang erreicht, wie jene an Niederspannungsanlagen, während sie früher im allgemeinen weniger zahlreich

waren. Hiefür eine bestimmte Ursache zu nennen, wäre wohl kaum möglich. Im Gegensatz dazu haben sich die schweren Niederspannungsunfälle wieder etwas vermindert.

Zahl der durch Nieder- und Hochspannung verunfallten Personen. Tabelle III.

Jahr	Niederspannung		Hochspannung		Total		
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	Total
1942	**96**	**15**	**30**	**13**	**126**	**28**	**154**
1941	95	18	27	14	122	32	154
1940	45	14	16	8	61	22	83
1939	65	20	19	9	84	29	113
1938	77	14	30	9	107	23	130
1937	68	18	24	5	92	23	115
1936	46	7	11	7	57	14	71
1935	49	17	14	4	63	21	84
1934	65	20	26	7	91	27	118
1933	73	11	21	18	94	29	123
Mittel 1933–42	68	16	22	9	90	25	115

Bei den Niederspannungsunfällen ist es von Interesse zu erfahren, in welchem Masse die einzelnen Vorkommnisse durch betriebsmässig unter Spannung stehende Anlageteile, sodann durch ungeeignete Energieverbraucher und vorschriftswidrige Anlageteile, sowie schliesslich in welchem Ausmass sie durch Isolationsdefekte und ungenügende Wirkung der Schutzmassnahmen bedingt wurden. Hierüber orientiert Tabelle IV; in Klammern sind die Zahlen des Vorjahres beigefügt. Die Tabelle zeigt, dass bei den Ursachen der Niederspannungsunfälle keine wesentlichen Verschiebungen eingetreten sind; betriebsmässig unter Spannung stehende Anlageteile wurden wiederum in erster Linie für das berufstätige Personal gefährlich. In der zweiten Zeile sind, wie in unseren früheren Berichten, jene Unfälle zusammengefasst, die an nicht vorschriftsgemässen Installationen, an ungeeigneten Geräten (z. B. Schnurlampen mit offenen Metallfassungen) oder an Anlagen eingetreten sind, die infolge von Schalt-, bzw. Installationsfehlern im Moment der Berührung unter Spannung standen. In der dritten Zeile sind jene Unfälle verzeichnet, die auf Isolationsfehler zurückzuführen sind, z. B. auf Handbohrmaschinen mit ungenügender Erdung oder auf mangelhafte Leitungen.

Zahl der im Jahre 1942 vorgekommenen Niederspannungsunfälle, unterteilt nach der Unfallursache
(Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf das Jahr 1941) Tabelle IV.

Unfallursachen	Berufspersonal d. Elektr. Werke		Drittpersonen		Total		
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	Total
Betriebsmässig unter Spannung stehende Anlagen- und Apparatenteile	**31** (31)	**1** (2)	**15** (21)	**1** (5)	**46** (52)	**2** (7)	**48** (59)
Vorschriftswidrige Anlageteile und Apparate; Schaltfehler Dritter	**8** (5)	**1** (—)	**15** (15)	**7** (7)	**23** (20)	**8** (7)	**31** (27)
Isolationsdefekte und ungenügend geschützte, unter Spannung stehende Anlageteile	**2** (5)	— (—)	**25** (18)	**5** (4)	**27** (23)	**5** (4)	**32** (27)
Total	**41** (41)	**2** (2)	**55** (54)	**13** (16)	**96** (95)	**15** (18)	**111** (113)

Wie aus Tabelle V, wo die Unfälle nach der Art der Anlageteile und der Höhe der wirksamen Spannung unterteilt sind, hervorgeht, sind von den tödlichen Niederspannungsunfällen 14 durch Spannungen bis zu 250 V verursacht worden, nur einer durch eine höhere Niederspannung, nämlich durch Berührung von zwei Polleitern eines 220/380-V-Freileitungsnetzes bei Leitungsarbeiten. In einem Falle führte die Spannung von 125 V zum Tode; insgesamt 11 Todesfälle sind durch eine wirksame Spannung von 220 V in 220/380-V-Normalspannungsnetzen verursacht worden. Dieser grosse Anteil der Normalspannungsnetze an den Unfällen ist

Zahl der Unfälle, unterteilt nach der Art der Anlageteile und der Höhe der Spannungen. Tabelle V.

Anlageteil	Zur Wirkung gekommene Spannung										Total		
	bis 250 V		251 bis 1000 V		1001 bis 5000 V		5001 bis 10000 V		über 10000 V				
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	Total
Generatorenstationen und grosse Unterwerke	—	—	3	—	2	—	3	1	3	2	11	3	14
Leitungen	4	1	3	1	2	—	3	3	2	3	14	8	22
Transformatorenstationen	1	—	2	—	1	—	2	2	5	1	11	3	14
Versuchsräume	1	—	1	—	1	—	—	1	4	—	7	1	8
Provisorische Anlagen	14	3	3	—	—	—	—	—	—	—	17	3	20
Industrielle und gewerbliche Betriebe	10	2	23	—	—	—	2	—	—	—	35	2	37
Transportable Motoren	7	—	2	—	—	—	—	—	—	—	9	—	9
Tragbare Lampen	3	6	—	—	—	—	—	—	—	—	3	6	9
Uebr. Beleuchtungskörper	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	4	1	5
Medizinische Apparate	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Uebrige Hausinstallationen	8	1	7	—	—	—	—	—	—	—	15	1	16
Total	52	14	44	1	6	—	10	7	14	6	126	28	154
	66		45		6		17		20		154		

verständlich, wenn man in Betracht zieht, dass die Verteilanlagen zum grössten Teil auf dieses System umgebaut sind. In Tabelle V wurden erstmals die Unfälle an provisorischen Anlagen (Bauinstallationen und dergl.) für sich ausgeschieden, da sie ein beachtenswertes Ausmass erreicht haben.

Tabelle VI gibt eine Uebersicht über die Berufe der im Jahre 1942 von Starkstromunfällen betroffenen. Der Anteil der einzelnen Berufsarten hat sich gegenüber dem Vorjahr kaum verändert. Zu erwähnen bleibt die aussergewöhnliche Erscheinung, dass drei Männer sowie ein junges Mädchen durch Erklettern von Gittermasten und Berühren der Hochspannungsdrähte den Tod gesucht und gefunden haben.

Zahl der Unfälle, unterteilt nach den Berufsarten der Verunfallten. Tabelle VI.

Berufsarten	verletzt	tot	total
Ingenieure und Techniker	8	—	8
Maschinisten und Anlagewärter	6	1	7
Monteure u. Hilfsmonteure in elektrischen Betrieben u. Installationsgeschäften	44	5	49
Andere Arbeiter von elektrischen Unternehmungen	10	3	13
Fabrikpersonal	31	2	33
Bauarbeiter	13	4	17
Landwirte, landwirtschaftl. Arbeiter und Gärtner	2	5	7
Feuerwehrleute und Militärpersonen	2	2	4
Hausfrauen	1	1	2
Hausangestellte	2	2	4
Kinder	3	1	4
Sonstige Drittpersonen	4	2	6
Total	126	28	154

Die letzte Tabelle VII gibt schliesslich Auskunft über die durch die Unfälle ohne tödlichen Ausgang verursachte Dauer der Arbeitsunfähigkeit. Trotzdem die Gesamtzahl dieser Unfälle grösser ist als im Jahre 1941, ist doch der gesamte Ausfall an Arbeitstagen etwas geringer geblieben. Es ist allerdings zu bemerken, dass beim Abschluss des Berichtes die Heilung von drei Verunfallten, die schon mehrere Monate gedauert hatte, noch nicht vollständig abgeschlossen war. Die Berührung mit 6000-V-Anlageteilen bewirkte bei einem Monteur eine so starke Schädigung des linken Armes, dass dieser amputiert werden musste. Die mittlere Heildauer sämtlicher Unfälle betrug wiederum 45 Tage wie im Vorjahr, wenn wir von den 20 Unfällen absehen, die keine eigentliche Schädigung und damit auch keine Arbeitsunfähigkeit bewirkt haben.

II. Einige bemerkenswerte Unfälle

Beim Durchgehen der Akten über die einzelnen Unfälle ergibt sich, dass im allgemeinen die gleichen Ursachen sich wiederholen. Es dürfte aber trotzdem von Interesse sein, wenn wir im folgenden einen Teil der Vorkommnisse näher beschreiben und auf die besondern Umstände hinweisen. Hierbei diene wiederum die in Tabelle V benützte Unterteilung der Unfälle nach Anlageteilen als Grundlage.

Unfälle in Kraft- und grossen Unterwerken

Von den drei Todesfällen dieser Gruppe ereigneten sich zwei in Unterwerken und einer in der Hochspannungsschaltanlage eines Kraftwerkes. Ein Maschinist erlitt schwere Verbrennungen, als er einen Besucher in der umgebauten 50 000-V-Schaltanlage herumführte und bei der Erklärung eines neuen Druckluftschalters seine Hand gegen die Hochspannungsleitung ausstreckte. Die Verbrennungen führten nach 5 Tagen zum Tode.

In einer Freiluftstation kletterte ein Monteur auf dem falschen Wege zu seinem Arbeitsplatz empor und kam dabei in die Nähe eines offenen 150 000-V-Trenners. Es erfolgte ein Spannungsüberschlag auf den Körper dieses Mannes, was den sofortigen Tod herbeiführte.

Im dritten Fall schliesslich wurde ein Anlagewärter beim Wischen des Bodens einer 10 000-V-Schaltanlage vom Strom getroffen, weil er sich einer im Betrieb stehenden Drosselspule zu stark genähert hatte. Dieser Verunfallte erlag am folgenden Tag seinen Verletzungen. — Bei Reinigungsarbeiten sind noch zwei weitere Unfälle zu verzeichnen. Ihre Folgen waren aber glücklicherweise unbedeutend, obwohl im einen Fall eine Berührung

Zahl der bei Unfällen ohne tödlichen Ausgang verletzten Personen, geordnet nach der Dauer der Arbeitsunfähigkeit und der Zugehörigkeit zu den elektrischen Unternehmungen. Tabelle VII.

Dauer der Arbeitsunfähigkeit	Eigentliches Betriebspersonal				Anderes Werkpersonal u. Installationsmonteure				Drittpersonen				Total			
	Anzahl Verletzter		Total der Unfalltage		Anzahl Verletzter		Total der Unfalltage		Anzahl Verletzter		Total der Unfalltage		Anzahl Verletzter		Total der Unfalltage	
	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H
0 Tage	—	1	—	—	4	—	—	—	14	1	—	—	18	2	—	—
1 bis 15 Tage	—	—	—	—	21	2	195	15	18	1	200	8	39	3	395	23
16 bis 31 Tage	—	2	—	45	5	2	165	48	11	2	255	56	16	6	420	149
1 bis 3 Monate	1	2	35	125	9	9	500	527	8	1	360	60	18	12	895	712
mehr als 3 Monate	—	—	—	—	1	3	250	440	4	4	570	866	5	7	820	1306
Total	1	5	35	170	40	16	1110	1030	55	9	1385	990	96	30	2530	2190
	6		205		56		2140		64		2375		126		4720	

N = Niederspannungsunfälle. H = Hochspannungsunfälle.

mit 2000-V-Anlageteilen stattfand, während im zweiten Fall nur ein Kurzschluss mit Flammbogenverletzungen verursacht wurde. Die an der Vergitterung der Schaltzelle aufgehängte besondere Warnungsaufschrift hatte den Maschinisten nicht gehindert, diese Zelle zu öffnen und zu betreten.

Was die Unfälle an

Hochspannungsleitungen

anbelangt, wurde bereits erwähnt, dass unter den sechs Todesfällen vier Selbstmordfälle mitgezählt sind. Diese Leute wählten für ihre Tat Gittermasten von 10 000-V-, bzw. 50 000-V-Leitungen, wobei aber trotz der hohen Spannung die beabsichtigte Wirkung mit einer Ausnahme nicht sofort eintrat, sondern erst nachträglich als Folge umfangreicher Brand- und Sturzverletzungen.

Ein schwerer Unfall ereignete sich bei einer militärischen Uebung. Eine Gruppe Luftschutzsoldaten hatte an einem Abhang eine Telephonleitung zu verlegen. Dabei wurde eine 8000-V Hochspannungsleitung unterkreuzt. Beim Anziehen des Telephongefechtsdrahtes kam dieser mit einem Hochspannungsdraht in Berührung. Die Spannung übertrug sich auf die beiden Soldaten, die das Abwickeln des Telephondrahtes besorgten. Der eine Luftschutzsoldat wurde sofort getötet, der andere erlitt erhebliche Verletzungen.

Auf eine ähnliche Ursache ist ein weiterer Unfall auf einer militärischen Baustelle zurückzuführen. Bei der Errichtung einer Tanksperre zog ein Maurer an einem eisernen, 65 m langen Profildraht, der eine 60 000-V-Hochspannungsleitung in etwa 3 m Abstand unterkreuzte, und bewirkte, dass dieser Draht an die Hochspannungsleitung hinaufschnellte. Der den Draht ziehende Maurer erlitt an beiden Händen und Füssen erhebliche Verbrennungen; die Heildauer betrug mehr als vier Monate. Da das Elektrizitätswerk, dem die Hochspannungsleitung gehört, über das Bauvorhaben nicht orientiert worden war, hatte es keine Gelegenheit gehabt, die erforderlichen Schutzmassnahmen zu treffen.

Ein Monteur zog sich schwere Verbrennungen am Nacken und an einem Bein zu, als er an einer neuen spannunglosen Freileitung arbeitete und dabei mit dem Kopf gegen eine in 70 cm Abstand befindliche 12 000-V-Leitung stiess. Der Verunfallte war vorher noch besonders auf die gefährliche Nähe der spannungführenden Leitung aufmerksam gemacht worden, schenkte ihr dann aber im Verlauf der Arbeit trotzdem zu wenig Aufmerksamkeit.

Zwei Arbeiter führten einen schweren Unfall herbei, indem sie den Motor einer fahrbaren Motorsäge aus mangelhafter Kenntnis an eine 8000-V-Hochspannungsleitung anschliessen wollten, trotzdem die Tragwerke dieser Leitung deutlich mit roten Ringen versehen und so als Hochspannungsmasten gekennzeichnet waren. Dieser Unfall wurde bereits im Bulletin SEV 1943, Nr. 9, S. 266, ausführlicher beschrieben.

Ein Fabrikarbeiter kam von einem provisorischen Aufzugsgerüst aus, das nur 1,5 m Abstand von einer 8000-V-Hochspannungsleitung hatte, mit dieser Leitung in Berührung und stürzte infolge der Elektrisierung aus 7 m Höhe zu Boden. Er erlitt verschiedene Brandwunden und eine Fussfraktur.

In Transformatorenstationen

ereigneten sich 3 Todesfälle durch Hochspannung und 11 Unfälle mit Verletzungen, die durch Hochspannung oder durch Niederspannung verursacht wurden. Von den Niederspannungsunfällen sind zwei auf Flammbogenwirkungen zurückzuführen. Im einen Fall war beim Anschliessen eines Messinstrumentes ein Kurzschluss entstanden, im andern Fall beim Ersatz einer Niederspannungssicherung auf einem Leitungsstrang mit unbekanntem Defekt.

Ein Monteur verlor sein Leben, als er in einer im Betrieb stehenden Transformatorenstation Reinigungsarbeiten vornahm und hiefür eine offenbar feuchte Bürste mit hölzernem Handstiel benützte. Bei der Annäherung an 8000-V-Anlageteile erfolgte über die feuchte Bürste ein Stromübertritt auf seinen Körper.

In der provisorischen Transformatorenstation einer Baustelle wurde ein Elektriker getötet, als er sich dort betätigen wollte und mit 16 000-V-Anlageteilen in Berührung kam.

Die übrigen Unfälle ereigneten sich bei Betriebsarbeiten in Transformatorenstationen, weil die Abschaltung einzelner Anlageteile irrtümlich unterlassen worden war oder weil bei Reinigungen und Kontrollen zu wenig Vorsicht angewandt wurde.

Die Zahl der Unfälle an

Niederspannungsfreileitungen

hat gegenüber dem Jahr 1941 eine wesentliche Verminderung erfahren, indem nur ein Dachdecker, sowie ein Hilfsmonteur getötet und 7 weitere Monteure verletzt wurden. Der Tod des Dachdeckers wurde an einem Hausanschluss für 250 V Drehstrom verursacht. Dieser Arbeiter hatte eine Hauswand mit Schindeln zu verkleiden und war gewarnt worden, die Freileitungsdrähte zu berühren. Dagegen hatte man es unterlassen, das energieliefernde Werk zu benachrichtigen und für eine Schutzverschalung der Anschlussleitung besorgt zu sein. Im Verlauf der Arbeit schob sich der Dachdecker direkt zwischen den Drähten der Anschlussleitung hindurch und erfasste zwei Polleiter. Nach einiger Zeit fiel er vom Gerüstbrett zu Boden und blieb mit Verbrennungen an beiden Händen sowie einem Schädelbruch tot liegen.

Ein Hilfsarbeiter verlor sein Leben, weil er für Leitungsarbeiten eine 220/380-V-Freileitungsstange bestieg, bevor diese durch seinen Mitarbeiter ausgeschaltet worden war. Der Unfall trat ein, als er auf der Stange zwei Polleiter erfasste.

In einem andern Fall, wo auf einer Freileitungsstange die Streckentrenner von 3×220-V- und 3×500-V-Ringleitungen ausgebaut werden sollten, wurde der 500-V-Strang versehentlich nur einseitig ausgeschaltet; ein Monteur, der die Trenner auf der Freileitungsstange zu lösen hatte, erhielt beim Berühren der spannungführenden 500-V-Leitung einen heftigen Schlag. Da er sofort weggeschleudert

wurde, hatte die Elektrisierung lediglich Rückenschmerzen zur Folge.

Auf ähnliche Weise verletzte sich ein Elektrikerlehrling, der die Sicherungen einer 220/380-V-Freileitung bloss gelockert hatte, anstatt sie vollständig herauszuschrauben. Als er vom Boden aus einen herabhängenden Polleiterdraht erfasste, setzte er sich einer Spannung von 220 V aus, da in einer Sicherung die Kontakte nicht unterbrochen waren. Der Betroffene erlitt Brandwunden an beiden Händen.

Drei Monteure wurden verletzt, als sie bewusst an Niederspannungsleitungen arbeiteten, ohne diese auszuschalten und sich dabei einem Stromdurchgang durch ihren Körper aussetzten. Es darf hier erwähnt werden, dass der Schweizerische Elektrotechnische Verein im Jahre 1939 besondere Richtlinien für das Arbeiten an Niederspannungsverteilanlagen unter Spannung aufgestellt hat; solche Arbeiten dürfen nur ausgeführt werden, wenn die Arbeitenden durch zuverlässige Sicherungsmassnahmen ausreichend geschützt sind und von den dafür verantwortlichen Dienststellen besonders für diese Arbeiten geeignetes Personal damit betraut wird. Bei den genannten Unfällen konnte durchweg eine Missachtung dieser Bestimmungen festgestellt werden.

In Versuchsräumen

sind ein Todesfall und 7 Unfälle mit weniger schweren Folgen zu verzeichnen. Ein Hilfsarbeiter, der bei Aenderungen an der Verteilanlage einer grossen Versuchsstation mitbeschäftigt war, wurde getötet, weil in einem Kabelkanal ungenügend geschützte und der Kontrolle entzogene Verbindungsklemmen einer 8000-V-Kabelleitung vorhanden waren.

Auch die übrigen Unfälle zeigen, dass in Versuchsräumen, wo fliegende Installationen und ungeschützte spannungführende Anlageteile sich nicht vermeiden lassen, besondere Vorsicht erforderlich ist. Mehrere Vorkommnisse mit weniger schweren Folgen waren darauf zurückzuführen, dass durch einen Teil des Personals Schaltungen oder Aenderungsarbeiten vorgenommen wurden, ohne sich genügend zu vergewissern, ob dadurch nicht anderes Personal der gleichen Versuchsstation gefährdet werde.

Provisorische Motoren- und Beleuchtungsinstallationen auf Baustellen und dergl.

haben drei Todesfälle verursacht und zu 17 Unfällen mit Verletzungen geführt. Die gegenwärtigen Verhältnisse bringen es mit sich, dass die provisorischen Installationen an Umfang und Bedeutung ganz erheblich zugenommen haben. Es sei hier nur an die militärischen Baustellen und ähnlichen Anlagen erinnert, wo sich vorübergehende, fliegende Installationen nicht vermeiden lassen. Jedoch dürfen auch bei diesen Anlagen die erforderlichen Sicherheitsmassnahmen nicht vernachlässigt werden. So wurde ein Mechaniker getötet, als er eine an 380-V-Drehstrom angeschlossene Pumpengruppe verschieben wollte und dabei die Isolation eines Anschlussdrahtes an der Schutzhaube der Motorenklemmen verletzte. Die Pumpe war nicht geerdet worden, da man Material sparen wollte und glaubte, davon absehen zu können, weil voraussichtlich im Betriebe an der Pumpe nie gearbeitet werden müsse.

Auf ähnliche Weise büsste ein polnischer Internierter sein Leben ein. Für Meliorationsarbeiten musste nämlich eine an das 220/380-V-Freileitungsnetz angeschlossene Pumpengruppe wiederholt versetzt werden. Wegen der allgemeinen Materialknappheit hatte man nur die drei Polleiter zur Motoranlage geführt, obwohl es sich um ein Verteilnetz handelt, bei dem die Apparatennullung als Schutzmassnahme eingeführt ist. Für die Schutzerdung begnügte man sich, einen 30 cm langen, dünnen Eisenstab in den Erdboden neben der Pumpengruppe zu stecken. Diese Erdelektrode wies aber mindestens 80 Ohm Widerstand auf und war natürlich unwirksam, als an der Klemmenhaube des Motoranschlusses ein Isolationsdefekt auftrat. Zwei Internierte, die das Auslaufrohr der Pumpe emporheben wollten, setzten sich nahezu der vollen Phasenspannung von 220 V aus und fielen nach der Abschaltung der Anlage bewusstlos um. Der eine der beiden Verunfallten konnte nach kurzer Zeit wieder zum Bewusstsein zurückgeführt werden, während beim andern die Bemühungen fruchtlos blieben.

Ein Bauarbeiter erlitt einen schweren Unfall, als er bei einem provisorischen Baukran das Zuleitungskabel wieder in eine Führungsrolle zurückzulegen hatte; er beachtete nicht, dass an dieser Stelle die Isolation des Motorenkabels durchgescheuert war und berührte eine blanke Drahtstelle. Die Elektrisierung hatte einen Sturz aus mehr als 7 m Höhe zur Folge; der Verunfallte erlitt dabei eine tödliche Schädelbasisfraktur.

Bei den Ursachen der Unfälle mit Verletzungen handelt es sich grösstenteils um fliegende Beleuchtungsinstallationen, indem acht Bauarbeiter und sonstige Personen an mangelhaften Lampenfassungen oder ungenügend isolierten Drähten in Stollen und auf Bauplätzen elektrisiert wurden. Leider werden in solchen provisorischen Anlagen allzuoft für die Leitungen alte Drähte, die keine einwandfreie Isolation mehr aufweisen, und als Lampenhalter gewöhnliche Metallfassungen anstatt Isolierfassungen benützt. Zu diesen Unfällen an Beleuchtungsanlagen gesellen sich vier weitere an Motorinstallationen, die ebenfalls durch mangelhaftes Material herbeigeführt worden sind.

In industriellen und gewerblichen Betrieben

verzeichnet die Statistik des Jahres 1942 nur zwei Todesfälle und 35 Verletzungen. Bei 40 Prozent dieser Verletzungen handelt es sich um Flammbogenunfälle infolge von Kurzschlüssen an Verteiltafeln, Motorschaltern und dergleichen. Die Verhältnisse in industriellen Betrieben verleiten das berufstätige Personal leicht dazu, gewisse Kontrollen oder Aenderungen im Betriebszustand vorzunehmen, damit keine Beeinträchtigung der Fabrikation eintrete. Eine weitere Ursache von solchen Kurzschlüssen lag darin, dass grössere Motoren in Betrieb gesetzt wurden, ohne dass sich die Anlasser

in der Anlaufstellung befanden. Wenn in solchen Fällen versucht wird, den Schalter beim Wahrnehmen des Schaltfehlers sofort wieder zu öffnen, so kann dieser Versuch infolge des grossen Anlaufstromes leicht erhebliche Flammbogen hervorrufen.

Ein Fabrikarbeiter wurde getötet, als er aus einer Wärmeplatte die defekte Apparatesteckdose herauszog und dabei blanke Kontaktteile berührte, die unter 220 V Spannung gegen Erde standen.

An einem andern Ort büsste ein Elektrikerlehrling seine Unvorsichtigkeit mit dem Leben. An einer Sicherung war der zu einem Wärmeapparat führende Draht abgebrochen und sollte wieder angeschlossen werden. Der damit beauftragte Lehrling begnügte sich damit, den Einsatz dieser einen Sicherung herauszunehmen. Als er von seinem Standort auf dem eisernen Gefäss eines Kupferbades aus das blanke Drahtende erfasste, setzte er sich einem tödlich wirkenden Stromdurchfluss zwischen der linken Hand und seinen Füssen aus. Dieses Drahtende stand nämlich durch die Heizwicklung hindurch von der zweiten Polleitersicherung her unter 125 V oder 220 V Spannung. (Da es sich um einen Zweileiteranschluss an ein 3×220-V-Drehstromnetz ohne Nulleiter handelt, kann nicht mit Bestimmtheit gesagt werden, ob im Moment des Unfalles die verkettete oder nur die Phasenspannung wirksam war.) Um die Gefahr einer Rückspannung zu vermeiden, hätte es genügt, den Stekker der Zuleitung zum Wärmeapparat aus der Wandsteckdose herauszuziehen. Der Verunfallte war von einer vorausgegangenen nächtlichen Flurwache her ermüdet und damit einem grösseren Risiko ausgesetzt.

7 Kranführer und Hilfsarbeiter zogen sich an elektrischen Krananlagen Verletzungen zu; zwei weitere Unfälle, in Maschinenräumen von Aufzügen, betreffen Mechaniker, die dort zu arbeiten hatten und mit spannungführenden Teilen in Berührung kamen, als sie die Aufzugsapparatur kontrollierten. Die Unfälle an Krananlagen sind wie in früheren Jahren mehrheitlich darauf zurückzuführen, dass die Betroffenen mit der blanken Kontaktleitung in Berührung kamen, ohne darauf zu achten, dass diese unter Spannung stand.

Am 500-V-Verladekran einer Steinfabrik verunfallte ein Hilfsarbeiter deshalb, weil sich im Stekker der flexiblen Zuleitung der Erdungsdraht vom Erdstift gelöst hatte und mit einer Polleiterklemme in Berührung gekommen war. Damit geriet die ganze Krankonstruktion unter eine Spannung von etwa 290 V gegen Erde, so dass ein Hilfsarbeiter, der die Verladeeinrichtung erfasste, sich einer heftigen Elektrisierung aussetzte.

An transportablen Motoren,

d. h. an Handbohrmaschinen, Handschleifmaschinen, fahrbaren landwirtschaftlichen Motoren und dergleichen hat sich im Gegensatz zu früheren Jahren glücklicherweise kein tödlicher Unfall ereignet. Von den 9 Unfällen, die diese Kategorie verzeichnet, ist einer auf einen Defekt der Erdungsvorrichtung und einer auf deren ungenügende Schutzwirkung zurückzuführen.

An einem mit 500 V Drehstrom gespeisten grossen Kiesbagger trat ein Erdschluss auf. Die 80-A-Schmelzeinsätze der vorgeschalteten Sicherungen hielten aber den Erdschlußstrom aus, so dass an der Baggeranlage ein gewisses Potential (Teilspannung von 280 V) auftrat und ein Arbeiter stark elektrisiert wurde, als er ein Drahtseil des Baggers erfasste, während er auf einem metallisch davon getrennten Rollbahngeleise stand. — Auf gleiche Weise wurde in einer Sägerei ein Hilfsarbeiter an einer 380-V-Kettenfräse festgehalten, als im Zuleitungskabel eine leitende Verbindung zwischen einem Polleiter und dem Erdleiter eingetreten war. Die Sicherungen der Zuleitung waren mit Schmelzeinsätzen für nur 20 A versehen, schmolzen aber nicht durch. Der Widerstand der Erdleitung betrug ungefähr 7 Ohm. Die an der Kettenfräse aufgetretene Berührungsspannung wurde zu etwa 180 V gemessen. In beiden Fällen hatte der Stromdurchgang nervöse Störungen und Beeinträchtigung der Herztätigkeit zur Folge. Die gleichen Erscheinungen zeigten sich bei einem Schreinerlehrling, der beim Erfassen einer unter 220 V Spannung gegen Erde stehenden Handfräse elektrisiert worden war; im Stecker der Zuleitung hatte sich der Erdleiter von der Befestigungsklemme gelöst und war mit einem Polleiteranschluss in Berührung gekommen.

Weitere Unfälle leichterer Natur wurden dadurch verursacht, dass sich die Betroffenen an defekten Apparatesteckdosen zu schaffen machten, ohne den Stecker der flexiblen Zuleitung aus der Wandsteckdose herauszuziehen.

Tragbare Lampen

waren von jeher eine der hauptsächlichsten Ursachen von schweren Unfällen in Hausinstallationen. Im Berichtsjahr wurden 6 Personen durch die Benützung von mangelhaften Schnurlampen getötet und drei verletzt. Alle sechs Todesfälle ereigneten sich an Metallfassungen, die an Stelle von vorschriftsgemäss isolierten Handlampen als bewegliche Schnurlampen benützt wurden; teilweise fehlten an diesen Schnurlampen die Fassungsringe, teilweise waren nur niedere Fassungsringe vorhanden oder standen die metallenen Fassungshülsen infolge eines Isolationsdefektes unter Spannung. Im einen Fall betrug die wirksame Spannung nur 125 V, bei den übrigen fünf Todesfällen 220 V gegen Erde. Die Unfälle ereigneten sich grösstenteils in Kellern, je einer in einem Baderaum und in einem nassen Fabrikationslokal (125 V). Bei Installationskontrollen ist, wie diese Unfälle erneut beweisen, dem Vorhandensein von vorschriftswidrigen beweglichen Lampen grösste Aufmerksamkeit zu schenken.

Ein Arbeiter erlitt eine Schulterfraktur, als er in einer Fabrik eine metallene Ständerlampe, die einen Isolationsdefekt aufwies, erfasste und durch die Schockwirkung der Elektrisierung zu Boden geworfen wurde.

Erwähnt sei ein weiterer Unfall, wo ein Mann, der von seinem Bett aus in der Nacht die Nachttischlampe einschalten wollte, sich dem Stromdurchgang zwischen beiden Händen bei einer Spannung von 220 V aussetzte, weil er gleichzeitig die

Fassungshülse der mit einem Isolationsdefekt behafteten Nachttischlampe und den ungeschützten Lampensockel berührte. Die Nachttischlampe wies entgegen den Vorschriften nur einen niederen Fassungsring auf.

An sonstigen Beleuchtungsinstallationen

wurde ein Unfall gemeldet, der durch den schlechten Zustand der Bleikabelinstallation in einem Schweinestall verursacht wurde. Der Bleimantel des Kabels stand unter 220 V Spannung gegen Erde, und ein Landwirt, der trotz vorhergegangener Warnung das lose herabhängende Bleikabel verschieben wollte, wurde beim Erfassen des blanken Kabelmantels getötet.

Ein leichterer Unfall entstand dadurch, dass ein Mädchen in einer Küche eine defekte Glühlampe auswechseln wollte, jedoch den Fassungsring, der sich beim Herausschrauben der alten Lampe gelöst hatte, nicht mehr anbringen konnte. Als dieses Mädchen dann die neue Lampe ohne den Fassungsring einschraubte, kam es mit dem ungeschützten Fassungsgewinde und gleichzeitig mit einer in der Nähe vorbeiführenden Gasleitung in Berührung.

Im weitern sei auf den Abschnitt «Provisorische Anlagen» verwiesen, wo bereits einige Unfälle an mangelhaften Beleuchtungsinstallationen näher erwähnt wurden.

Die letzte Kolonne von Tabelle V zählt einen tödlichen und 17 weniger schwere Unfälle auf, die sich

in den übrigen Hausinstallationen

ereignet haben. Der tödliche Unfall betrifft ein Schulkind, das in der Badewanne durch einen unglücklichen Zufall ums Leben kam. Von einem über der Badwanne befindlichen Tischchen rutschte unbeachtet die von der Mutter benützte und an die dort installierte Wandsteckdose angeschlossene Warmluftdusche in die Badwanne hinunter, direkt hinter den Rücken des Mädchens. Dieses lag noch im Badwasser und hielt sich wahrscheinlich mit der linken Hand an einem Wasserhahn; der Stromdurchgang erfolgte mit 220 V Spannung zwischen dem Rücken und der linken Hand. Es handelte sich um einen früheren Küchenraum, der erst kurz vorher in ein Badzimmer umgewandelt worden war, ohne dass man daran gedacht hatte, gleichzeitig die vom früheren Gebrauch her vorhandene zweipolige Wandsteckdose entsprechend den Bestimmungen von § 200 der Hausinstallationsvorschriften durch eine Steckdose mit Erdkontakt zu ersetzen.

Von den weitern Unfällen in Hausinstallationen sollen lediglich noch jene erwähnt werden, die darauf zurückzuführen sind, dass nicht fachkundige Drittpersonen sich an elektrischen Anlagen zu schaffen machten und glaubten, eingetretene Defekte selbst beheben zu können. So wurde eine Hausangestellte an einem elektrischen Bügeleisen elektrisiert, weil sie im Stecker die Leiteranschlüsse selbst instandgestellt, dabei aber den Erdleiterdraht und den Polleiterdraht miteinander verwechselt hatte.

In einem andern Fall wollte ein Mechaniker in der Apparatesteckdose eines Bügeleisens die Leitungsadern frisch anschliessen, ohne den Stecker der Zuleitung aus der Wandsteckdose zu entfernen. Durch den Stromdurchgang zwischen beiden Händen bei 280 V Spannung erlitt er erhebliche Brandwunden, die eine Heildauer von fast fünf Monaten erforderten.

Ein Fabrikarbeiter beabsichtigte, sich für Bastelarbeiten eine Löteinrichtung herzustellen und benützte hierzu einen Radiotransformator. Versehentlich schloss er aber die Lötelektroden an die 600-V-Klemmen des Transformators an, anstatt an die 4-V-Klemmen und zog sich Brandwunden an beiden Händen zu, als er diese Elektroden berührte.

Eine leichtsinnige Gefährdung seiner Mitmenschen bewirkte ein Schreiner, der seine Johannisbeersträucher vor Beraubung schützen wollte und hiefür einen Eisendraht, den er unter Zwischenschaltung eines Wasserwiderstandes mit einem Polleiter des 125/220-V-Lichtnetzes verbunden hatte, über die Sträucher legte. Ein Knabe, der den geladenen Eisendraht berührte, wurde elektrisiert und zu Boden geworfen; dabei zog er sich eine Sturzverletzung zu.

Diese Schilderungen dürften gezeigt haben, dass zahlreiche Starkstromunfälle sich wiederum hätten vermeiden lassen, wenn die Betroffenen die nötige Vorsicht angewandt oder sich davor gehütet hätten, an elektrischen Anlagen zu arbeiten, ohne über die einschlägigen Kenntnisse zu verfügen. Gerade die Unfälle an mangelhaften Schnurlampen zeigen, dass hier die Belehrung des Publikums noch ungenügend ist.

Die Induktivität runder Spulen

Von *Karl E. Müller*, Zürich

621.318.4.011.3

Da in den üblichen Handbüchern nur unzulängliche Auskunft über die Induktivität eisenloser Spulen zu finden ist, wird eine neue, für alle Dimensionen auf 1 % genaue Näherungsformel (18) mitgeteilt. Ferner werden für die Spezialfälle der dünnen (einlagigen), sowie der unendlichlangen, mehrlagigen Spule neue Ausdrücke abgeleitet.

(Eingang des Manuskriptes: 28. 9. 1942.)

Les manuels ne donnant que des renseignements incomplets au sujet du coefficent de self-induction des bobines sans fer, l'auteur présente une nouvelle formule approchée, qui permet d'obtenir toutes les dimensions à 1 % près. Il a également établi de nouvelles expressions pour les cas spéciaux d'une bobine mince à une seule couche et d'une bobine infiniment longue, à plusieurs couches.

1. Einleitung

Unter den eisenlosen Spulen haben infolge der üblichen Herstellungsmethoden die runden oder zylindrischen Spulen mit rechteckigem Wicklungsquerschnitt die grösste praktische Bedeutung. Eine einfache und zuverlässige Methode zur Berechnung