

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

**Band:** 23 (1932)

**Heft:** 6

**Artikel:** Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz in den Jahren 1930 und 1931

**Autor:** [s.n.]

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059317>

#### **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:** 17.02.2026

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

# SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

# BULLETIN

## REDAKTION:

Generalsekretariat des Schweiz. Elektrotechn. Vereins und des Verbandes Schweiz. Elektrizitätswerke, Zürich 8, Seefeldstr. 301

## VERLAG UND ADMINISTRATION:

Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei A.-G., Zürich 4  
Stauffacherquai 36/38

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

XXIII. Jahrgang

Nº 6

Mittwoch, 16. März 1932

## Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz in den Jahren 1930 und 1931.

(Mitgeteilt vom Starkstrominspektorat.)

614.S (494)

Die in den Jahren 1930 und 1931 an Starkstromanlagen (exklusive elektrische Bahnen) vorgekommenen Unfälle werden tabellarisch nach dem Berufe der betroffenen Personen, nach der Höhe der Spannung und nach den Anlageteilen geordnet und daraus Vergleiche mit früheren Jahren gezogen. Ueberdies wird eine Zusammenstellung über die Dauer der Arbeitsunfähigkeit der Verunfallten wiedergegeben.

Sodann werden einige typische Unfälle beschrieben und auf die Umstände, welche sie verursacht haben, hingewiesen.

Les accidents survenus pendant les années 1930 et 1931 dans les installations à fort courant (non compris les installations de traction) sont énumérés et classés suivant la profession des victimes, suivant la partie de l'installation où les accidents ont eu lieu et suivant les tensions. Un tableau fait ressortir les durées d'incapacité de travail causées par ces accidents.

On compare ensuite les accidents survenus en 1930 et 1931 avec ceux des années précédentes et l'on donne des détails sur quelques accidents particulièrement instructifs.

Die vom Starkstrominspektorat durchgeföhrte Statistik der in der Schweiz durch die Einwirkung von Starkstrom vorgekommenen Unfälle weist für die Jahre 1930 und 1931 mit Bezug auf ihre Anzahl gegenüber den früheren Jahren ein beträchtliches Anschwellen auf. Zur Kenntnis des Starkstrominspektorates gelangten im Jahre 1930 107 Unfälle, von denen 111 Personen betroffen wurden, und im Jahre 1931 100 Unfälle mit 102 betroffenen Personen. Im Jahre 1931 wurde insbesondere eine erhebliche Zunahme der Todesfälle, auf insgesamt 39, verzeichnet. Es ist dies ein besonders ungünstiges Resultat, beträgt doch das Jahresmittel der tödlichen Unfälle der 10 vorhergehenden Jahre nur 26. Mitgezählt sind im Jahre 1931 drei Todesfälle, die aller Wahrscheinlichkeit nach darauf zurückzuführen sind, dass sich Unglückliche an elektrischen Anlagen das Leben nehmen wollten.

Die genannten Zahlen erfassen, wie bei früheren ähnlichen Publikationen, nur die Unfälle, die in den der allgemeinen Energieversorgung dienenden Anlagen und in Hausinstallationen vorgekommen sind, d. h., die Unfälle bei elektrischen Bahnen sind nicht mitgerechnet. Wir entnehmen dem Bericht des Bundesrates betreffend die Geschäftsführung des Eidgenössischen Eisenbahndepartementes über die Starkstromunfälle beim Bahnbetrieb in den Jahren 1930 und 1931 folgende Zahlen:

	Verletzt		Tot		Total		
	1930	1931	1930	1931	1930	1931	
Bahnbedienstete .	13	12	8	9	21	21	
Reisende und							
Drittpersonen .	6	13	3	6	9	19	
Total	19	25	11	15	30	40	

Diese Bahnunfälle bleiben auch in den folgenden Zusammenstellungen und weiteren Erörterungen unberücksichtigt, da die Erhebungen des Starkstrominspektorates sich nicht auf sie erstrecken.

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

Tabelle I.

Jahr	Eigentliches Betriebspersonal der Werke		Anderes Personal der Werke und Monteure von Installationsfirmen		Drittpersonen		Total		
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	total
1931	9	3	30	15	25	21	63	39	102
1930	2	5	46	11	36	11	84	27	111
1929	9	2	26	9	34	17	69	28	97
1928	14	3	31	10	28	17	73	30	103
1927	10	8	19	7	22	14	51	29	80
1926	15	5	14	4	24	15	53	24	77
1925	16	2	17	5	15	11	48	18	66
1924	3	5	16	6	16	15	35	26	61
1923	10	3	15	6	17	14	42	23	65
1922	20	9	10	8	9	12	39	29	68
Mittel	11	4	22	8	23	15	56	27	83
1922-31									

Tabelle I gibt eine Aufstellung über die in den letzten zehn Jahren vorgekommenen Starkstromunfälle, geordnet nach ihrer Zugehörigkeit zu den elektrischen Unternehmungen. Während die Unfälle beim eigentlichen Betriebspersonal der Werke sich im Laufe der Jahre verringert haben, sind die Unfälle beim Monteurpersonal und bei den Personen, die nicht im Dienste von Elektrizitätswerken oder Installationsfirmen stehen, stark angestiegen. Die Zahl der verunfallten Personen ist grösser als diejenige der Unfälle, weil bei einigen Vorkommnissen mehrere Personen zugleich betroffen wurden.

Im Jahre 1930 haben sich 22 und im Jahre 1931 17 Unfälle ereignet, welche nicht durch direkte Einwirkung des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper, sondern ausschliesslich durch die Hitzeeinwirkung des elektrischen Flammenbogens bei Kurzschlüssen, Ueberlastungsabschaltungen und dergleichen verursacht wurden. Diese Unfälle hatten lediglich Verbrennungen zur Folge und sind in den vorstehenden Zahlen für die vorgekommenen Verletzungen inbegriffen.

Anzahl der durch Nieder- und Hochspannung verunfallten Personen.

Tabelle II.

Jahr	Nieder- spannung		Hoch- spannung		Total		
	ver- letzt	tot	ver- letzt	tot	ver- letzt	tot	total
1931	49	25	14	14	63	39	102
1930	67	14	17	13	84	27	111
1929	49	22	20	6	69	28	97
1928	49	20	24	10	73	30	103
1927	37	16	14	13	51	29	80
1926	38	15	15	9	53	24	77
1925	32	10	16	8	48	18	66
1924	24	19	11	7	35	26	61
1923	22	10	20	13	42	23	65
1922	19	13	20	16	39	29	68
Mittel 1922-31	39	16	17	11	56	27	83

Aus Tabelle II ist ersichtlich, wie sich die Unfälle auf die Einwirkung von Nieder- und Hochspannung verteilen. Es ergibt sich daraus, dass die

Anzahl der Todesfälle im Jahre 1930 sowohl an Niederspannungs- als auch an Hochspannungsanlagen sich ungefähr im Mittel der letzten zehn Jahre gehalten hat, dass aber im Jahre 1931, wie schon 1929 und 1928, eine beträchtliche Zunahme der tödlichen Niederspannungsunfälle eingetreten ist.

Eine etwas weitergehende Unterteilung der Unfälle der beiden letzten Jahre nach Spannungsgruppen und nach der Art der Anlagen gibt Tabelle III. Dabei ist jedoch zu beachten, dass als Unfallspannung nicht die Spannung des Stromsystems der Anlage, sondern die beim Unfall wirkende Spannung in Betracht gezogen wurde. Ein Unfall an einer Drehstromanlage von 220/380 V Spannung mit geerdetem Nulleiter wurde in die Kolonne «bis 250 V» eingereiht, wenn der Stromübergang von einem Phasenleiter durch den Verunfallten zur Erde stattfand, dagegen in die Kolonne «251—1000 V», wenn die Einwirkung zwischen zwei Phasenleitern erfolgte. Aus der Tabelle ist zu ersehen, dass das Ansteigen der Anzahl der tödlichen Unfälle im Jahre 1931 hauptsächlich auf den Spannungsbereich «bis 250 V» entfällt. Während im Jahre 1930 bei einer geringen Totalzahl der tödlichen Unfälle ein Drittel derselben sich an Anlagen bis zu 250 V Spannung ereignete, stieg dieses Verhältnis im Jahre 1931 auf die Hälfte an und, absolut genommen, ereigneten sich in diesem niedrigsten Spannungsbereich der Tabelle mehr als

Anzahl der im Jahre 1930 vorgekommenen Unfälle, unterteilt nach der Art der Anlageteile und der Höhe der Spannungen.

Tabelle III.

Anlageteil	Zur Wirkung gekommene Spannung										Total		
	bis 250 V		251—1000 V		1001—5000 V		5001—10000 V		über 10000 V				
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	total
1930													
Generatorenstationen und grosse Unterwerke . . .	1	—	1	—	2	—	2	1	1	3	7	4	11
Leitungen . . . . .	10	3	3	2	—	—	3	1	3	4	19	10	29
Transformatorenstationen .	3	—	3	—	—	—	2	3	—	1	8	4	12
Versuchsräume . . . .	4	—	4	—	1	—	—	—	3	—	12	—	12
Industrielle und gewerbliche Betriebe . . . . .	4	—	12	—	—	—	—	—	—	—	16	—	16
Transportable Motoren .	5	1	2	1	—	—	—	—	—	—	7	2	9
Transportable Lampen . .	3	2	—	1	—	—	—	—	—	—	3	3	6
Medizinische Apparate . .	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Uebrige Hausinstallationen	8	3	3	1	—	—	—	—	—	—	11	4	15
Total	39	9	28	5	3	—	7	5	7	8	84	27	111
	48		33		3		12		15		111		
1931													
Generatorenstationen und grosse Unterwerke . . .	—	—	—	—	1	—	4	1	3	2	8	3	11
Leitungen . . . . .	6	6	3	1	—	—	2	2	—	3	11	12	23
Transformatorenstationen .	—	—	4	—	1	2	2	2	1	1	8	5	13
Versuchsräume . . . .	—	1	4	—	—	1	—	—	—	—	4	2	6
Industrielle und gewerbliche Betriebe . . . . .	6	—	8	3	—	—	—	—	—	—	14	3	17
Transportable Motoren .	7	2	2	1	—	—	—	—	—	—	9	3	12
Transportable Lampen . .	—	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	3	3
Uebrige Hausinstallationen	6	8	3	—	—	—	—	—	—	—	9	8	17
Total	25	19	24	6	2	3	8	5	4	6	63	39	102
	44		30		5		13		10		102		—

doppelt so viele tödliche Unfälle wie 1930. Die Ursache dieses Ansteigens liegt hauptsächlich bei den Freileitungen und den Hausinstallationen.

Anzahl der Unfälle, unterteilt nach den Berufsarten der Verunfallten.

Tabelle IV.

Berufsarten	1930			1931		
	ver- letzt	tot	total	ver- letzt	tot	total
Ingenieure und Techniker .	4	—	4	3	3	6
Maschinisten und Anlage- wärter . . . . .	2	5	7	8	3	11
Monteure u. Hilfsmonteure in elektrischen Betrieben u. Installationsgeschäften	32	11	43	19	12	31
Andere Arbeiter von elektri- schen Unternehmungen .	10	—	10	2	2	4
Fabrikpersonal . . . . .	23	1	24	19	4	23
Bauarbeiter . . . . .	6	3	9	6	6	12
Landwirte und Gärtner . .	2	5	7	1	1	2
Feuerwehrleute und Militär- personen . . . . .	—	—	—	—	—	—
Dienstboten . . . . .	—	1	1	—	1	1
Kinder . . . . .	1	—	1	—	2	2
Sonstige Drittpersonen . .	4	1	5	5	5	10
Total	84	27	111	63	39	102

Tabelle IV orientiert über die Zugehörigkeit der Verunfallten zu den verschiedenen Berufsarten. Absolut genommen weist der Beruf der Monteure und Hilfsmonteure die grösste Zahl sowohl an leichten, als auch an schweren Unfällen auf. Dies ist erklärlich, weil es ihr Beruf mit sich bringt, dass oft Arbeiten unter Verhältnissen durchgeführt wer-

den müssen, die grosse Vorsicht erfordern, wenn nicht Berührungen mit unter Spannung stehenden Anlageteilen vorkommen sollen. Leider zeigen die Unfälle, dass das Monteurpersonal die Gefahren des Niederspannungsstromes vielfach noch unterschätzt.

Um endlich noch ein Bild darüber zu gewinnen, wie sich die Verletzungen durch elektrischen Strom ausgewirkt haben, fügen wir noch eine Tabelle V über die Dauer der Arbeitsunfähigkeit, welche die Unfälle zur Folge hatten, bei. Es ist bekannt, dass die elektrischen Verbrennungen im allgemeinen, d. h. von den rein äussern Versengungen bei Flammenbogenwirkungen abgesehen, schlecht heilen und oft weitergehende Zerstörungen nach sich ziehen, als dies der erste Zustand der Verletzungen vermuten lässt. Dies findet seine Erklärung darin, dass der Strom nicht nur aussen an der Hautoberfläche eine Hitzewirkung ausübt, sondern mehr oder weniger tief auch auf die innern Gewebe zerstörend einwirkt und sie lebensunfähig macht. Im Jahre 1930 hatten 7 Unfälle eine teilweise, wenn auch nicht besonders schwere Invalidität zur Folge, indem einzelne Finger oder Fingerteile amputiert werden mussten oder in den vom Stromdurchgang betroffenen Extremitäten Versteifungen oder Bewegungsstörungen zurückblieben. Ungünstiger waren 3 Unfälle im Jahre 1931, welche bei den Betroffenen infolge der Notwendigkeit der Amputierung von Gliedmassen Ganzinvalidität verur-

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

Tabelle V.

Dauer der Arbeitsunfähigkeit	Eigentliches Betriebspersonal				Anderes Werkspersonal 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
<b>1930</b>																
0 Tage . . . . .	—	—	—	—	6	2	0	0	4	4	0	0	10	6	0	0
1 bis 15 Tage . .	1	—	7	—	12	1	113	14	12	—	92	—	25	1	212	14
16 bis 31 Tage . .	—	1	—	28	6	4	147	96	6	—	142	—	12	5	289	124
1 bis 3 Monate . .	—	—	—	—	7	2	384	148	4	—	222	—	11	2	606	148
mehr als 3 Monate	—	—	—	—	4	2	529	294	5	1	577	120	9	3	1106	414
Total	1	1	7	28	35	11	1173	552	31	5	1033	120	67	17	2213	700
	2		35		46		1725		36		1153		84		2913	
<b>1931</b>																
0 Tage . . . . .	—	—	—	—	2	—	0	—	5	—	0	—	7	—	0	—
1 bis 15 Tage . .	—	—	—	—	9	3	97	23	13	1	118	3	22	4	215	26
16 bis 31 Tage . .	—	2	—	39	8	—	191	—	3	—	81	—	11	2	272	39
1 bis 3 Monate . .	—	2	—	91	4	2	195	100	2	—	120	—	6	4	315	191
mehr als 3 Monate	—	2	—	490	1	—	180	—	1	—	190	—	2	2	370	490
Ganzinvaliditäts- fälle . . . . .	—	2	—	290 <sup>1)</sup>	1	—	170 <sup>1)</sup>	—	—	—	—	—	1	2	170 <sup>1)</sup>	290 <sup>1)</sup>
Total	—	8	—	910	25	5	833	123	24	1	509	3	49	14	1342	1036
	8		910		30		956		25		512		63		2378	

<sup>1)</sup> Anzahl der für die Spitalpflege erforderlich gewesenen Tage.

N = Niederspannungsunfälle.

H = Hochspannungsunfälle.

sachten. Die dem Starkstrominspektorat zur Kenntnis gelangten Unfälle hatten eine gesamte Arbeitsunfähigkeit von etwas mehr als 2900 Tagen im Jahre 1930 und nahezu 2400 Tagen im Jahre 1931 zur Folge. Die mittlere Heilungsdauer pro Unfall belief sich für den einzelnen Verletzten auf ca. 36 Tage. Werden die 23 Unfälle in den beiden Jahren 1930 und 1931, welche zwar ärztliche Behandlung aber keine eigentliche Arbeitsunfähigkeit bewirkten, nicht mitgezählt, so erhöht sich die mittlere Arbeitsunfähigkeit auf ca. 43 Tage. Dabei ist zu beachten, dass in manchen Fällen nach erfolgter Wiederaufnahme der Arbeit durch die Verunfallten die ärztliche Behandlung noch eine Zeit lang (in einem Falle nach einer zweimonatigen Arbeitsunfähigkeit noch weitere drei Monate) weitergeführt werden musste.

Im nachfolgenden möchten wir im einzelnen auf einige Unfälle der beiden letzten Jahre eingehen, die uns bemerkenswert erscheinen.

In Schaltstationen von *Kraft- und Unterwerken* sind sechs tödliche Unfälle vorgekommen, die alle mehr oder weniger auf eigene Unachtsamkeit der Betroffenen zurückgeführt werden müssen und sich bei der Vornahme von Reinigungs- und sonstigen Arbeiten ereigneten. In einem dieser Fälle, in welchem auch ein unglücklicher Zufall mitgewirkt hat, sollte der Schaltwärter in einer 5000V-Anlage einen vollständig spannungslosen Raum vom Bauschutt reinigen. Um den Schutt in einer Versenkung nach unten zu wischen, hob er den dort liegenden und gegen darunter befindliche spannungsführende Teile provisorisch als Schutz angebrachten Holzdeckel hoch. Der Deckel fiel zufolge dieser Bewegung nach unten, wobei der Mann ebenfalls nach unten stürzte, auf Hochspannungsanlageteile zu liegen kam und dort einige Zeit dem Stromübertritt auf seinen Körper ausgesetzt blieb. Erst nach Stilllegung des Kraftwerkes konnte der bereits Leblose mit äusserst schweren Verbrennungen aus seiner Lage befreit werden. — In einem weiteren Falle wurde sehr nahe an einer 50 000V-Leitung gearbeitet. Während dieser Arbeit trat im Freileitungsnetz ein Erdschluss auf, der eine starke Ueberspannung zur Folge hatte und im Kraftwerk zu einem Ueberschlag auf das Eisengerüst führte, an welchem der Verunfallte gerade arbeitete. — Bei vier weiteren tödlichen Unfällen scheinen sich die Verunfallten über die Ausdehnung der spannungsführenden Anlageteile zu wenig Rechenschaft abgelegt zu haben und sind so mit der Hochspannung in Berührung gekommen. Der eine dieser Fälle ist um so bedauerlicher, als sich kaum ein halbes Jahr vorher im nämlichen Unterwerk aus ähnlicher Ursache ebenfalls beim Reinigen ein Todesfall ereignet hatte. Leider zeigt es sich immer wieder, dass namentlich in Kraft- und Unterwerken, wo die Anlagewärter jahraus jahrein sich in einem engen Bezirk mit ständiger Gefahrenumgebung bewegen, das Personal mit der Zeit gegen diese Gefahren abgestumpft und unvorsichtiger wird oder sich gelegentlich zu

selbständig zur Vornahme von Arbeiten verleiten lässt, die über die normale Kontroll- und Wartetätigkeit hinausgehen. In Hochspannungsanlagen sollten auch kurzzeitige Arbeiten in der Nähe spannungsführender Teile nicht vorgenommen werden, wenn vorher nicht einwandfreie Schutzmassnahmen, wie Absperrungen, Verschalungen usw. getroffen worden sind. — Es hat sich ferner wiederum gezeigt, dass Drittpersonen, besonders Bauarbeiter und dergleichen, selbst wenn sie mit dem Betriebe einigermassen vertraut erscheinen, in Hochspannungsanlagen nicht allzu sehr sich selbst überlassen bleiben dürfen. Zwei Unfälle sind hierauf zurückzuführen, von welchen wir den einen besonders erwähnen wollen. In einer Hilfszentrale begab sich ein Malermeister, nachdem er dort schon mehrere Tage tätig gewesen war, gegen Schluss der Arbeit trotz der bei Arbeitsbeginn erhaltenen Warnungen und Instruktionen in den Bereich der einzigen in Betrieb gebliebenen, gegen Zutritt jedoch nicht besonders abgesperrten Hochspannungsleitung und erlitt durch Stromübertritt sehr schwere Verletzungen, die ihn mehr als drei Monate arbeitsunfähig machten.

Was die Unfälle an *Hochspannungsfreileitungen* anbelangt, so sind drei vorgekommen, welche darauf zurückzuführen sind, dass gearbeitet wurde, während sich die Drähte unter Spannung befanden. Der eine tödlich verlaufene Unfall ereignete sich bei Vorbereitungsarbeiten für das Auswechseln von faulen Stangen einer 45 000V-Leitung. Vorgängig der Abschaltung wurden die auszuwechselnden Stangen über dem Boden abgesägt und mitsamt den Leitungsdrähten seitlich verschoben. Nach Entfernung des Stangenstumpfes aus dem Boden umfasste der Gruppenchef die neue Stange, um sie im Standloch besser zu führen, während sie noch von vier weiteren Mann mittels Stichern aufgerichtet und gleichzeitig von den Drähten weggehalten werden sollte. Dabei kam die neue Stange unversehens gegen die Drähte zu ins Schwanken und mit diesen in Berührung. Der den Fuss der Stange umfasst haltende Gruppenchef wurde vom elektrischen Strom getötet, ohne dass an seinem Körper äussere Verletzungen wahrgenommen werden konnten. Die zu setzende Stange war frisch imprägniert und auch äusserlich feucht. Die betreffende Unternehmung hat daraufhin die Vorsichtsmassnahmen für solche Arbeiten verschärft und u. a. das Festhalten des Stangenfusses mit den Händen, sobald eine Stange höher als um 45° gehoben ist, verboten, sowie überdies angeordnet, dass Stangen während des Aufrichtens gegenüber den Leitungsdrähten zu verankern sind. Solche Vorsichtsmassnahmen sind unbedingt notwendig, wenn in Betracht gezogen wird, dass frisch imprägnierte Stangen in der ersten Zeit eine verhältnismässig gute Leitfähigkeit aufweisen. — Ein leichter Unfall ereignete sich dadurch, dass ein Monteur an einer Hochspannungsfreileitung, die versehentlich nicht abgeschaltet war, eine Kurzschluss- und Erdungsvorrichtung anbrachte. Der Monteur bemerkte dabei zwar das Vorhandensein

dieses Betriebszustandes der Leitung und konnte sich auch von der Stange und der Erdungsstelle entfernen. Als er aber einen ca. 10 m entfernten Drahtzaun überspringen wollte, wurde er bei Berührung desselben heftig elektrisiert, weil sich infolge der Anbringung der Kurzschlussvorrichtung an dieser Stelle zwischen Drahtzaun und Boden eine Spannungsdifferenz gebildet hatte. — Leider kommen immer noch Unfälle vor, weil sich Leute beim Unterkreuzen von Hochspannungsleitungen mit andern Leitungen oder mit irgendwelchen Drähten nicht genügend darüber Rechenschaft geben, ob sich der unterkreuzende Draht beim Anziehen nicht bis in unmittelbare Nähe der Hochspannungsdrähte hochhebt. Auf diese Ursache ist ein tödlicher Unfall eines Leitungsmonteurs beim Drahtnachzug in einem Niederspannungsnetz zurückzuführen. Dabei wäre die Ausserbetriebsetzung des gefährdenden Hochspannungsleitungsstückes ohne besondere Schwierigkeiten möglich gewesen. In gleicher Weise wurde ein Monteur einer Privatunternehmung getötet, der auf ansteigendem Gelände unter einer 8000V-Leitung hindurch einen Telephondraht spannen wollte, bevor der vorgesehene Schutzdraht gezogen war. — Besser erging es zwei Landwirten, die unter einer Hochspannungsleitung hindurch einen Eisendraht zu einer Glocke auf einem Kirschbaum spannten, um mit dieser Vorrichtung die Vögel zu verjagen. Auch hier trat eine kurzzeitige Berührung zwischen dem Glockenzug und einer 10 000V-Leitung ein. Die beiden Männer wurden aber, trotzdem sie auf nassem Erdboden standen, nur geringfügig verletzt. — Ein weiterer ähnlicher Unfall ereignete sich auf einem Brückenbauplatz an einem fahrbaren Kranen, dessen Fahrgeleise eine 15 000V-Leitung unterkreuzten. Ohne die vorgesehene Höherverlegung der Hochspannungsleitung abzuwarten, wollten die Kranmonteure die fertig erstellte Verschiebevorrichtung des Kranens ausprobieren und fuhren dabei achtlos mit dem Querträger des Kranens gegen die Leitung. Zwei Männer wurden getötet. Ein dritter wurde weggeschleudert und konnte dann den vom Stromdurchfluss am Kranen festgehaltenen Gruppenchef wegreißen, bevor auch dieser das Bewusstsein verloren hatte. — In diesem Zusammenhange sind noch zwei tödliche Unfälle von Bauarbeitern zu erwähnen, die sich bei der Erstellung eines neuen Kraftwerkes in kurzem Zeitabstand an zwei Sonntagen an verschiedenen Arbeitsstellen, aber unter gleichartigen Umständen ereigneten, indem Bauarbeiten in der Nähe von provisorischen Hochspannungsleitungen bis in die Gefahrenzone weitergeführt wurden, ohne dass vorher die notwendige Leitungsverlegung abgewartet worden wäre. — Ein tödlicher Unfall ist auf das aus Prahlsucht erfolgte Besteigen eines 38 000V-Gittermasten durch einen 18 Jahre alten Jüngling und ein weiterer eines 17jährigen Burschen auf das Erklettern einer 50 000V-Leitung in selbstmörderischer Absicht zurückzuführen. Ein bemerkenswerter, wenn auch glimpflich abgelaufener Unfall stiess einer Frau beim Baumspritzen zu.

Die Spritzvorrichtung bestand aus einem ca. 4 m langen Bambusrohr mit einer 1 m langen Verlängerung aus Messing am oberen Ende. Beim senkrechten Herumtragen der Spritze von einem Baum zum andern kam die Frau mit dem Spritzrohr direkt oder durch die ausgespritzte Flüssigkeit mit einem 6 m über dem Boden befindlichen Draht einer Hochspannungsleitung in Berührung, wobei sowohl die Frau als auch ein den Schlauch haltendes Mädchen heftig elektrisiert und zu Boden geworfen wurden.

Die Unfälle in *Transformatorenstationen* waren verhältnismässig nicht sehr zahlreich und wenn man in Betracht zieht, dass in denselben auch zwei Selbstmordunfälle einbezogen sind, verhältnismässig nicht besonders schwer. Die Ursachen von zwei Todesfällen konnten nicht vollständig abgeklärt werden. Im einen Fall begab sich ein Chefmonteur an einem Sonntagnachmittag in unbekannter Absicht in den Hochspannungsraum einer grösseren Transformatorenstation und ergriff dort versehentlich zwei 8000V-Leiter. Dies führte zu einem Kurzschluss, worauf es dem Verunfallten gelang, sich frei zu machen. Er trat auf die Strasse hinaus, bat dort um Hilfe und kehrte dann in den Hochspannungsraum zurück, wo er, ohne wieder mit elektrischen Leitungen in Berührung zu kommen, in einer Gebäudecke leblos zusammensank. Der andere dieser nicht ganz abgeklärten Todesfälle ereignete sich auf einem eisernen Stationsturm, wo ein Monteur an der abgeschalteten Hochspannungsleitung Verbindungen anbringen wollte. Nach den Umständen lässt sich nicht wohl etwas anderes annehmen, als dass der Tod des Monteurs infolge Einwirkung von atmosphärischer Elektrizität auf die Hochspannungsleitung eingetreten ist, obschon der Körper des Verunfallten die sonst bei Blitzschlag charakteristischen Hautveränderungen nicht aufwies. — Ein Techniker und zwei Monteure büssten in Transformatorenstationen ihr Leben ein, weil sie an Hochspannungsanlageteilen Arbeiten vornehmen wollten, ohne sich vorher darüber zu vergewissern, ob wirklich ausgeschaltet sei. Der verunfallte Techniker vergass offenbar die Abschaltung vorzunehmen. Von den beiden Monteuren glaubte der eine, dass der Schalter von der unvollendet gebliebenen Arbeit des Vortages her noch geöffnet sei, denn die Station wurde zu jener Zeit nicht benützt, während der andere, der bei einer Gewitterstörung zu mehrmaligem Aus- und Einschalten der Hochspannungszuleitung zu einer Stangentransformatorenstation veranlasst worden war, schliesslich die Hochspannungsseite dieser Stangentransformatorenstation bestieg, ohne vorher die Stellung des in diesem Moment eingeschaltet gewesenen Freileitungsschalters zu kontrollieren. Dieses Uebersehen hing wohl auch damit zusammen, dass die Sache zur Eile drängte, weil inzwischen bereits die Nacht hereingebrochen war. — Ein weiterer Unfall in einer grösseren Transformatorenstation ist auf vielleicht doch nicht genügende Instruktion der Arbeitenden zurückzuführen. Zur

Vornahme von Reparatur- und Reinigungsarbeiten wurden die drei untersten Stockwerke ausgeschaltet, während der darüber befindliche Blitzschutzraum unter Spannung blieb. In Abwesenheit des Betriebsleiters, der sich vorübergehend entfernt hatte, begab sich einer der Arbeitenden, von seinen Kollegen unbemerkt, in den Blitzschutzraum und kam dort mit einer 8000V-Leitung in Berührung. Er erlitt am ganzen Körper sehr schwere Verbrennungen und erlag diesen nach drei Tagen. Abgesehen von einer eingehenderen Orientierung der Leute wäre es vorsichtig gewesen, den Treppenaufgang zum obersten Stockwerk durch eine Querstange mit Warnungsaufschrift abzusperren. — Die in der Tabelle III aufgezählten Niederspannungsunfälle in Transformatorenstationen wurden fast durchwegs durch Kurzschlussflammenbogen verursacht, indem Monteure Nacharbeiten an unter Spannung stehenden Anlageteilen — in zwei Fällen geschah dies ohne Kenntnis des Schaltzustandes — vornahmen und durch ungeschickte Bewegungen Kurzschlüsse verursachten. Die erlittenen Verletzungen waren, wie dies bei Flammenbogenwirkungen meistens der Fall ist, nur geringfügiger Natur.

Von den 18 Unfällen im Jahre 1930 und den 16 im Jahre 1931, die sich in *Niederspannungsnetzen* ereigneten, entfallen drei leichtere auf Kabelleitungen; zwei dieser Unfälle entstanden dadurch, dass Arbeiten unter Spannung vorgenommen wurden, wobei ein Stromübertritt auf die Arbeitenden erfolgte. Beim dritten Vorkommnis wurde von Bauarbeitern ein Eisenpfahl ins Strassenbett und damit in ein 90 cm tief verlegtes 500V-Kabel eingetrieben. Der den Pfahl führende Mann wurde elektrisiert und festgehalten, bis ihn ein Dritter wegriss. Es war unterlassen worden, vorgängig der Bauarbeiten sich über die Lage der unterirdischen Starkstromleitungen zu orientieren. — Schwerer waren in ihren Folgen die meisten Freileitungsunfälle. Leider sind dieselben teilweise auch auf das Verschulden und die Nachlässigkeit Dritter zurückzuführen, wie z. B. in einem Fall, wo anlässlich von Arbeiten in einem Niederspannungsnetz durch den wenig ortskundigen Gruppenchef ohne vorherige Nachschau ein unrichtiger Freileitungsschalter geöffnet wurde. Ein Monteur, der dann im Vertrauen auf die Zusicherung der vollzogenen Abschaltung einen Masten bestieg, wurde getötet, als er ahnungslos mit zwei 380V-Drähten in Berührung kam. Wenn es auch in erster Linie Sache des Gruppenchefs gewesen wäre, seine mangelnde Netzkenntnis durch sorgfältige Nachschau zu ergänzen, so wäre der Unfall wahrscheinlich auch nicht eingetreten, wenn der auf der Stange bei den Drähten angelegte Monteur sich vor Arbeitsbeginn, z. B. durch Ueberwerfen eines Binddrahtes oder dergleichen, über den Betriebszustand des Netzstranges vergewissert hätte. — Besser erging es einem Lehrling, der noch an einer Freileitung arbeitete, während bereits an einer andern Netzstelle durch einen Monteur versehentlich ihre Wiederunterspannungsetzung erfolgte. Der Verunfallte erlitt bei einer wirksamen

Spannung von 380 V lediglich Verbrennungen an beiden Händen, ohne aber das Bewusstsein verloren zu haben. — Ein Bauarbeiter erlitt den Tod, als er auf dem frisch betonierten Dache einer Garage mit einem Armierungseisen hantierte und eine 2 m hohe, darüber hinweg geführte 220V-Hausanschlussleitung berührte. Die schon vor dem Unfall vorgesehene Verlegung dieses Hausanschlusses war leider nicht rechtzeitig ausgeführt worden. — Vier Monteure verloren ihr Leben bei Arbeiten an Niederspannungsleitungen. Der eine verunfallte, als er auf einer Stange die Drähte einer spannungslosen 125V-Leitung löste und auf nicht genau feststellbare Weise mit der darüber montierten 500V-Leitung in Berührung kam, ein anderer, als er das Leitungsrohr einer Strassenlampe zu streichen hatte und dabei einen Freileitungsdraht berührte, ohne sich bewusst zu sein, dass sein Fuss mit dem Steig-eisen eine der Stange entlang zu Boden geführte Nullpunktterdeleitung berührte. Ein Gruppenführer wurde getötet, als er auf einer Stange ein Freileitungsstück unter Spannung abtrennen wollte. Beim Lösen des Verbindungsbohrges des letzten Phasenleiters schaltete er sich mit den beiden Händen zwischen diesen Phasenleiter und das abgetrennte, aber geerdete Netz und wurde so vom Strom durchflossen. Die wirksame Spannung betrug 220 V. Erwähnenswert ist auch noch folgender Vorfall: Unterhalb einer 250V-Drehstrom-Freileitung sollten zwei weitere Drähte einer Einphasenleitung für Licht an denselben Stangen angebracht werden. Diese Drähte waren auf zwei Stangen bereits in die Isolatorenstützen gelegt, als ein Monteur das auf dem Boden liegende Ende eines dieser Drähte zu einer Winkelstange hinziehen wollte. Der gezogene Draht geriet in Schwingungen und verwickelte sich mit der über ihm befindlichen unter Spannung stehenden Drehstromleitung. Dieser Mann wurde vom Strom getötet, während zwei weitere Monteure, die sich am gleichen Draht hielten, weggeschleudert wurden, ohne Schaden zu nehmen. — Beachtenswert ist, dass Berührungen von Niederspannungsfreileitungen sehr oft starke Verbrennungen zur Folge haben; so erlitt ein Chefmonteur bei einer wirksamen Spannung von 380 V Brandwunden an beiden Händen, zu deren Heilung nahezu ein halbes Jahr erforderlich war, und eine ca. zwei Minuten dauernde Berührung einer 800V-Gleichstromleitung auf einem Gittermasten hatte Brandverletzungen zur Folge, die eine Amputation des rechten Unterarmes notwendig machten und eine Versteifung der linken Hand herbeiführten.

Verhältnismässig zahlreich waren wiederum die Unfälle an *Hausanschlussleitungen*. Sieben Monteure und sechs Bauarbeiter verunglückten in den beiden Berichtsjahren an solchen Leitungen. In der Mehrzahl dieser Unfälle erfolgte ein Sturz von einer Leiter oder vom Hausdach und Berührungen von Anschlussdrähten, die an sich ohne Schaden geblieben wären, führten auf diese Weise mehrfach zum Tode. — Ein Maler, ein Dachdecker und zwei Maurer kamen bei ihren Arbeiten mit Hausan-

schlussdrähten in Berührung, weil es an der notwendigen Instruktion mangelte und die Leute den Leitungsdrähten gegenüber zu sorglos waren. Zwei davon büssten ihre Unvorsichtigkeit mit dem Verlust des Lebens. — Ein junger Mann verunfallte beim Beladen eines Heuwagens unter einer zwischen zwei Häusern in etwas geringer Höhe durchgespannten Niederspannungsleitung tödlich, weil er sich an den beiden Drähten, die er ausgeschaltet glaubte, hielt. Der Besitzer des Hofes hatte versehentlich die unrichtigen Sicherungseinsätze herausgenommen; es fehlte aber auch an der Bezeichnung dieser Sicherungen.

In *elektrischen Versuchslokalen* ereigneten sich 18 Unfälle, die mit Ausnahme eines Falles mit den Versuchsarbeiten in Zusammenhang standen und im wesentlichen mangelnder Vorsicht zur Last gelegt werden müssen. Unter diesen Unfällen sind zwei mit tölichem Ausgang zu verzeichnen, die sich beide im Jahre 1931 zugetragen haben. Verursacht wurden sie durch die direkte Berührung unter Spannung stehender Einrichtungen von 290 V im einen und ca. 1500 V im andern Fall. Drei weitere Berührungen verliefen glimpflich, trotzdem die wirksamen Spannungen 12 000 und 22 000 V Gleichstrom und 52 000 V Wechselstrom betrugen. — Bei sechs Versuchslaboranten sind die erlittenen Verletzungen durch Kurzschluss- und Unterbrechungsflammenbogen entstanden.

In *gewerblichen und industriellen Betrieben* ereignete sich im Jahre 1930 kein schwerer Unfall mit tölichem Ausgang, dagegen deren drei im Jahre 1931. In 12 Fällen traten bei unrichtiger und unvorsichtiger Hantierung mit Motorschaltern, Sicherungen und Prüflampen Flammenbogen auf, die Verbrennungen an den Händen und im Gesicht sowie vorübergehende Beeinträchtigungen des Augenlichtes zur Folge hatten. — Zu zahlreichen, namentlich aber auch schweren Unfällen haben die Krananlagen geführt. Bei einem neu aufgestellten Baukranen (500V Drehstrom) waren die zu erdenen Eisenteile infolge ungleicher Kennzeichnung der Adern an den beiden Enden des Zuleitungskabels irrtümlicherweise mit einem Phasenleiter anstatt mit dem Erdleiter verbunden worden. Da die einzelnen Adern vor Inbetriebsetzung des Krans nicht mehr nachgeprüft wurden, kam der ganze Kranturm und dessen Befestigungsseile unter Spannung. Ein Monteur, der ein Befestigungsseil ergriff, wurde festgehalten, und als ihn ein Maurer wegreißen wollte, gelangte dieser dabei selbst unter Stromeinwirkung und wurde getötet, während der zuerst festgehaltene Monteur sich ohne Schaden frei machen konnte. Auf einem andern Bauplatz wurde ein Hilfsarbeiter an dem an einem Kranen hängenden Betonkübel festgehalten und unter der Stromeinwirkung getötet, weil sich das Zuleitungskabel durchgescheuert hatte und mit dem Kranen gestell in Berührung gekommen war. Die vorhandene Erdung erwies sich dabei als ungenügend. Ein Unfall, der bei ahnungsloser Berührung von Steckerstiften in einer Fabrikanlage eintrat, ist darauf

zurückzuführen, dass bei einem beweglichen Anschluss der Stecker an der Zuleitung und die Steckdose am Stromverbraucher angeschlossen war, anstatt umgekehrt. — In einer Buchdruckerei hatte ein Monteur in der Absicht, bei einer Buchdruckereimaschine mit elektrischer Einrichtung die Nullung vorzunehmen, die zu erdenden Metallteile mit dem Phasenleiter statt mit dem geerdeten Nulleiter verbunden, was des isolierenden Bodens wegen längere Zeit unbemerkt blieb, bis ein Arbeiter zufällig gleichzeitig die Maschine und einen Zentralheizungskörper berührte und dabei verunfallte. Dieses Vorkommnis zeigt, wie wichtig es ist, die Nullung mit grösster Sorgfalt vorzunehmen und nach jedem Anschluss die Verbindungen noch besonders nachzuprüfen.

An *transportablen Motoren* sind in den beiden Berichtsjahren 21 Unfälle vorgekommen. Fünf, darunter vier in landwirtschaftlichen Betrieben, verliefen tödlich. In dreien dieser Fälle war die Erdung der Motorgestelle ungenügend; es handelte sich dabei um 500V-Drehstrommotoren. Ein tödlicher Unfall ereignete sich an einer ungeerdeten Bohrmaschine mit metallenen Griffen, an welcher ein Spannungsübertritt auf das Motorgehäuse eintrat. — Ferner wurde ein Knabe bei der Berührung der Metallarmierung eines Motorkabels getötet, weil sich infolge eines Defektes im Motorstecker der Erdleiter von seiner Klemme gelöst hatte und mit einem Stiften der Stromzuleitung in Berührung gekommen war, wodurch das ganze Motorengestell und die Drahtumwicklung des Kabels auf eine Spannung von 220 V gegen Erde gelangte. — In zwei weiteren Fällen, in denen Kabelarmierungen ebenfalls unter Spannung standen und berührt wurden, waren die Folgen weniger schwer. Dass Unfälle an Kabelarmierungen heute weniger häufig vorkommen als in früheren Jahren, dürfte darauf zurückzuführen sein, dass Kabel mit Eisenarmierungen weniger mehr verwendet werden, nachdem wir bei jeder Gelegenheit auf ihre Gefahr aufmerksam machen. Zwei Unfälle, die glücklicherweise ohne schwere Folgen blieben, sind auf fehlerhafte Steckkontaktekonstruktionen zurückzuführen, bei welchen es möglich war, den Stecker von Motorkabeln um 180° verdreht in die Steckdose einzufügen, wobei dann der Erdungsstift des Steckers und die durch ihn zu erdenden Teile mit einer spannungsführenden Hülse der Steckdose in Verbindung gerieten.

Zu den leider immer noch häufig vorkommenden schweren Unfällen gehören diejenigen an *ungeeigneten tragbaren Lampen*. Sowohl im Jahre 1930 als auch im Jahre 1931 haben sich an solchen Objekten je drei Todesfälle ereignet. Alle sechs Todesfälle sind auf die Verwendung von gewöhnlichen Metallfassungen als tragbare Beleuchtungskörper zurückzuführen, und zwar in drei Fällen in Kellerräumen und in je einem Fall in einem Stall, in einer Käserei und in einem nassen Hof. Diese Unfälle sind um so bedauerlicher, als sich

bei Verwendung geeigneter Lampen wohl alle hätten vermeiden lassen.

Der in der Tabelle III für das Jahr 1930 aufgeführte Unfall an einem *medizinischen Apparat* stiess einem Arzt an einer Röntgeneinrichtung zu. Der zugehörige 220V-Birnschalter besass ein zweiteiliges geerdetes Metallgehäuse. Als der Arzt den Birnschalter betätigte, fiel das Metallgehäuse in seiner Hand in zwei Teile auseinander. Die eine Hälfte blieb geerdet und die andere gelangte unter Spannung, so dass ein Stromdurchgang durch die Hand des Arztes eintrat, was leichtere Brandwunden zur Folge hatte.

Unter den Unfällen, welche in den *übrigen Hausinstallungen* vorkamen, befinden sich einige, die zufolge der Verumständungen, unter denen sie eintraten, bemerkenswert sind. An einem Hause wurden die Drähte eines Schutzgeflechtes über einem Pfirsichspalier mit der 145V-Lichtleitung verbunden, um die Leute vom Pflücken des Obstes abzuhalten. Ein taubstummer Knecht, der bei Zugensein der Hausbewohner das Drahtgeflecht berührte, ohne dass er gewarnt worden wäre, erlitt dadurch den Tod. — Ein ähnlicher, wenn auch nicht absichtlich herbeigeführter Unfall ereignete sich an einer provisorischen Gartenbeleuchtungsanlage. An den Bäumen waren blanke Drähte in 2,30 bis 2,50 m Höhe über Boden gespannt, an welchen man jeweilen einmal jährlich bei einem Gartenfest Lampenfassungen aufhing und dann die ganze Einrichtung unter Spannung setzte. Als bei einem solchen Fest plötzlich ein Gewitter eintrat, wollte ein Gast behilflich sein, Bänke und Tische ins Hausinnere zu bringen. Dabei verfing er sich mit einer 3 m langen Bank in den blanken Beleuchtungsdrähten, riss diese herunter, und zwar unglücklicherweise so, dass sie seinen Körper direkt umschlossen und er elektrisiert wurde und zu Boden fiel. Eine zu Hilfe eilende Frau erfasste ohne weitere Ueberlegung die um den Körper des Opfers geschlungenen Drähte, um sie wegzureißen, wurde dabei aber ebenfalls elektrisiert und blieb liegen. Erst jetzt dachte man daran, die Anlage durch Entfernen der Sicherungen spannungslos zu machen. Inzwischen war aber bei beiden Personen der Tod eingetreten. Der Schalter der Gartenbeleuchtung war nur einpolig und in den Nulleiter eingefügt, so dass die ganze Beleuchtungsinstallation, trotzdem die Lampen nicht brannten, unter Spannung gegen Erde stand. — Ein Bauhandlanger verunfallte in einem Keller an einer Feuchtfassung, von der der Fassungsring entfernt worden war, tödlich, als er die Lampe eindrehen wollte und dabei das Fassungsgewinde berührte. Der Nulleiter war an einer provisorischen Verbindungsstelle unterbrochen, wodurch das Fassungsgewinde unter Spannung geriet, trotzdem der Phasenleiter des 220/380V-Netzes richtigerweise an den Grundkontakt der Lampenfassung geführt war. — Ein Zählermonteur glaubte einen Apparatenanschluss bei 250 V Spannung ohne Lösen der vorgesetzten Sicherungen gefahrlos vornehmen zu können, weil er dazu auf einem an-

scheinend trockenen Holzboden in einer Schuhmacherwerkstatt stand. Diese Werkstatt war aber früher ein Salzmagazin gewesen und die aus jener Zeit zurückgebliebene Durchtränkung des Holzbodens mit Salz hatte diesen leitend gemacht. — Ein weiterer schwerer Unfall eines Monteurs in einer Hausinstallation ist durch eine vorschriftswidrige Installationsausführung verursacht worden. Für eine Wärmestromanlage waren nur die Phasenleiter als separate Hauptleitung vom Hausanschluss zum Wärmezähler verlegt worden, während man sich für den Nulleiter mit einer Verbindung vom Licht zum Wärmezähler beholf. Daher kam es dann, dass die Lichtinstallation trotz Entfernung der Beleuchtungshauptsicherungen von der Wärmestromanlage her unter Spannung blieb. Dieses unerwartete Vorhandensein von Spannung bewirkte eine Elektrisierung des an der Beleuchtungsanlage arbeitenden Monteurs und den tödlichen Sturz von einer 4 m hohen Leiter. — Ein Elektrikerlehrling wurde bei Installationsarbeiten durch eine Spannung von nur 110 V getötet, weil am betreffenden Anlageteil nur die Phasenleitersicherungen herausgenommen waren, der Nulleiter aber, in der Annahme, er sei spannungslos, nicht unterbrochen worden war. Zufolge eines Phasenleitererdschlusses im übrigen Verteilnetz kam der Nulleiter fast auf die volle Phasenspannung gegen Erde, was dem Lehrling, der auf feuchtem Boden stand und dabei sehr stark schwitzte, zum Verhängnis wurde. Zwei Unfälle in Badezimmern an Strahleröfen, wovon der eine tödlich verlief, zeigen die Gefährlichkeit der Verwendung solcher Stromverbraucher in diesen Orten. Im Falle mit tölichem Ausgange handelte es sich allerdings um einen selbstverfertigten Apparat von ganz primitiver Konstruktion, während der andere Fall auf einen Isolationsdefekt, durch welchen der metallene Strahlerfuss unter Spannung geriet, verursacht wurde. — Dass die Schutzspiralen über den Leitungsschnüren bei den Steckkontakthülsen, wie sie hauptsächlich an kleineren Wärmeapparaten verwendet werden, bei Isolationsdefekten in den Hülsen leicht unter Spannung geraten können, haben schon frühere Unfälle wiederholt gezeigt. In der Berichtsperiode hatte sich folgender Fall ereignet, welcher den Tod eines ca. zwei Jahre alten Kindes zur Folge hatte. Die Mutter des Kindes hatte einen elektrischen Kocher benutzt und nachher, statt die Schnur mit Hilfe des Wandsteckers von der Stromzufuhr zu trennen, einfach die einpoligen Steckkontakthülsen am Apparat gelöst, so dass die Kocherschnur unter Spannung blieb und mit den freien Anschlusshülsen an der Wand herunterhing. Das Kind begann mit der Schnur zu spielen, umfasste mit der einen Hand die infolge eines Defektes unter Spannung geratene Schutzspiralen bei der einen Steckerhülse, berührte beim zweiten Kontaktstück die über das leicht beschädigte Ende hervorstehende Messingkontakthülse und wurde so von der einen Hand durch den Körper zur andern Hand vom Strom durchflossen. — Verbrennungen an Heizkissen sind früher schon wiederholt vorgekom-

men. Es ereignete sich aber in der Berichtsperiode ein Todesfall, der auf die Einwirkung des elektrischen Stromes bei einem Heizkissen zurückgeführt werden muss. Ein Patient legte sich im Bett ein Heizkissen auf die Brust, um eine Schwitzkur zu machen. Er schlief ein und knüllte während des Schlafens das Kissen zusammen, so dass in dessen Falten lokale Ueberhitzungen auftraten, die eine Zerstörung des Gewebes und ein Hervortreten der Heizdrähte zur Folge hatten. Das Kissen selbst besaß keine wasserdichte Schutzhülle und wurde durch den Schweiß des Patienten durchfeuchtet. Als nach zwei Stunden seine Frau auf das Stöhnen ihres Mannes hin die Bettdecke aufhob, entzündete sich der Stoff des Kissens. Nach den Brandwunden des Mannes zu schliessen, ist er mit dem Körper

nach dem Verkohlen des Ueberzuges mit den blanken Heizdrähten des Kissens in Berührung gekommen und so durch den elektrischen Strom getötet worden. Die Spannung betrug 220 V. Das Kissen hatte zwar Temperaturbegrenzer; sie befanden sich aber zufälligerweise gerade an Stellen, wo sie durch die bei der Zusammenknüllung des Kissens entstandenen Ueberhitzung nicht wirksam beeinflusst wurden.

Die übrigen in Hausinstallationen vorgekommenen Unfälle weisen ähnliche Verhältnisse auf wie die bereits beschriebenen. Wir möchten nur noch erwähnen, dass sechs dieser Unfälle Monteuren durch Flammenbogenwirkung infolge von Kurzschlüssen bei Installationsarbeiten in Hausinstallationen zustiessen.

## Zur Theorie des Frequenzumformers und der kompensierten Drehstromkommutatormaschine mit Läufererregung („Kompensierter Frequenzumformer“).

Von L. Dreyfus, Västerås (Schweden).

621.314.26

*Der Autor behandelt in groben Zügen die genaue Theorie des Frequenzumformers mit und ohne Kompensationswicklung, wobei er besonders Gewicht legt auf die komplizierte gegenseitige Beeinflussung der Ströme verschiedener Stärke und Frequenz auf der Schleifringseite einerseits und auf der Kommutatorseite anderseits, und der zugehörigen Ohmschen und induktiven Spannungsabfälle. In einem Anhang wird das Vektordiagramm des Frequenzumformers näher erläutert.*

*L'auteur traite à grands traits la théorie exacte du convertisseur de fréquence avec et sans enroulement de compensation. Il insiste sur l'influence réciproque compliquée des courants d'intensités et de fréquences différentes, du côté des bagues d'une part et du côté du collecteur d'autre part, ainsi que sur celle des chutes de tensions ohmiques et inducives respectives. Dans un appendice, l'auteur explique de plus près le diagramme vectoriel du convertisseur de fréquence.*

Der Frequenzumformer mit oder ohne Kompensationswicklung ist eine der wichtigsten Hilfsmaschinen in Drehstromkommutatorkaskaden. Die genaue Theorie dieser Maschine macht gewisse Schwierigkeiten, weil die Ankerwicklung ähnlich wie beim synchronen Drehstrom-Gleichstrom-Einankerumformer Ströme verschiedener Frequenz führt: Den Schleifringen wird eine Spannung  $E_3$  und ein Strom  $I_3$  von der Kreisfrequenz  $\omega_3$  zugeführt. An den Kommutatorbürsten (eventuell in Reihe mit einer Kompensationswicklung) wird eine Spannung  $E_4$  und ein Strom  $I_4$  von der Kreisfrequenz  $\omega_4$  abgenommen. Mit  $I_3$  und  $I_4$  überlagern sich in der Ankerwicklung auch die Ohmschen Spannungsabfälle und die Streuspannungen beider Ströme, so dass nun der Ohmsche Spannungsabfall und die Streuspannung der Schleifringseite auf die entsprechenden Spannungsabfälle auf der Kommutatorseite zurückwirken und umgekehrt. Die folgende Untersuchung legt das Hauptgewicht auf die Erfassung dieser gegenseitigen Beeinflussung, ohne deren Kenntnis man weder ein genaues Spannungsdigramm zeichnen, noch die Grundgleichungen des Frequenzumformers richtig ableiten kann.

### I. Der gewöhnliche Frequenzumformer (ohne Kompensationswicklung im Ständer).

*A. Vollständiges Vektordiagramm eines Frequenzumformers mit 3 Schleifringen und 3 Bürstenlagen pro Polpaar.*

Seiner Wirkungsweise nach ist der Frequenzumformer ein rotierender Halbtransformator und das

Vektordiagramm seiner Spannungen und Ströme entspricht auch im grossen und ganzen dem Transformatordiagramm. Die Grundwellen der Amperewindungsverteilung der Schleifringseite (Index 3) und der Kommutatorseite (Index 4) bilden die resultierenden Amperewindungen

$$\dot{I}_m N = (\dot{I}_3 + \dot{I}_4) N \quad (1)$$

und erregen ein Drehfeld, dessen Grundwelle relativ zum Läufer mit der synchronen Winkelgeschwindigkeit  $\omega_3$  rotiert. Ihre Absolutgeschwindigkeit dagegen ist

$$\omega_4 = \omega_3 - \omega_m \quad (2)$$

falls der Läufer in entgegengesetzter Richtung mit der mechanischen Winkelgeschwindigkeit  $\omega_m$  (in Polteilungsgraden) angetrieben wird (Fig. 1).  $\omega_4$

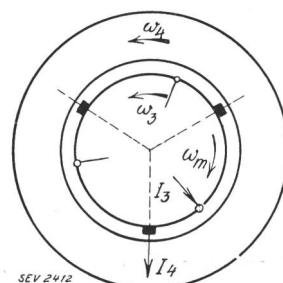


Fig. 1.  
Zusammenhang der Frequenzen der Schleifring- und Kommutatorseite für  $\omega_m < \omega_3$ .

ist daher auch die Kreisfrequenz der Ströme und Spannungen der Kommutatorseite.