

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

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

**Band:** 50 (1959)

**Heft:** 5

**Artikel:** Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz im Jahre 1957

**Autor:** Homberger, E.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1059442>

#### 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:** 22.01.2026

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

rupteur entre les condensateurs et le moteur. Selon le cas, un relais de surtension, placé aux bornes du moteur, pourrait constituer une protection efficace.

Relevons encore que la 2<sup>e</sup> limite d'entretien se situe à une vitesse très élevée du moteur. Comme le rapport

$$\frac{L_{cc}}{L_{fe}} = \frac{\omega_N L_{cc}}{\omega_N L_{fe}} = \frac{\text{réactance de court-circuit}}{\text{réactance d'excitation}} \approx \frac{1}{3}$$

la 2<sup>e</sup> pulsation-limite se situe vers  $\omega_N \sqrt{3}$ , si la 1<sup>re</sup> est à  $\omega_N$ .

Le glissement correspondant  $g_2 = -\frac{R_r}{R_s} \approx -2$ .

La vitesse du moteur à la 2<sup>e</sup> limite est de l'ordre de

$$pn_{r2} = (1 + 2) \sqrt{3} \frac{\omega_N}{2\pi} \approx 5 \frac{\omega_N}{2\pi}$$

alors que la vitesse synchrone est

$$pn_{r0} = \frac{\omega_N}{2\pi}$$

La 2<sup>e</sup> vitesse-limite, au-dessus de laquelle l'oscillation de courant s'évanouit de nouveau, et de l'ordre de 5 fois la vitesse nominale synchrone, c'est-à-dire, une vitesse pratiquement inaccessible. — La fig. 5 résume ces conditions pour un moteur à 4 pôles.

En résumé, un moteur asynchrone, muni des condensateurs nécessaires pour améliorer son facteur de puissance, est susceptible de s'exciter automatiquement, dès qu'il est séparé du réseau et reste entraîné. Il fonctionne alors en générateur, et fournit à ses bornes une tension qui peut dépasser notablement sa tension nominale. La vitesse d'entraînement nécessaire à cette autoexcitation dépend de l'importance des capacités, mais se situe en général dans le voisinage de sa vitesse de régime nominal. Il y a donc lieu, cas échéant, de prendre des précautions particulières dans ce genre d'installation (séparation des condensateurs *d'avec le moteur*).

#### Adresse de l'auteur:

E. Juillard, Dr ès sc. techn., Dr ès sc. techn. h. c., ancien professeur d'électrotechnique à l'Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne, 51, avenue Béthusy, Lausanne.

## Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz im Jahre 1957

Mitgeteilt vom Starkstrominspektorat (E. Homberger)

614.825(494)

*Die dem Starkstrominspektorat im Jahre 1957 gemeldeten Unfälle an elektrischen Anlagen werden wie alljährlich in Tabellen zusammengestellt und mit den Zahlen der Vorjahre verglichen. Im zweiten Teil folgen Beschreibungen bezeichnender Vorfälle mit Hinweisen auf Unfallverhütungsmassnahmen.*

*Chaque année l'inspecteurat des installations à courant fort publie les résultats de sa statistique sur les accidents dus au courant fort pendant l'année précédente, en les comparant avec ceux des périodes antérieures. La seconde partie du rapport relate les accidents dont l'étude est particulièrement intéressante, ainsi que leurs causes.*

### I. Statistik

Bei den 291 Unfällen an elektrischen Einrichtungen der allgemeinen Energieversorgung, die dem Starkstrominspektorat im Jahre 1957 gemeldet wurden, kamen insgesamt 296 Personen zu Schaden. Davon fanden 23 den Tod und 273 wurden verletzt oder litten unter Herz- und Nervenstörungen. Verschiedene weitere Vorfälle blieben ohne ernste Folgen, weshalb sie in den vorstehenden Zahlen nicht enthalten sind.

Anzahl der Starkstromunfälle beim Bahnbetrieb  
Tabelle I

	verletzt		tot		total		1956	1957	1956	1957	1956	1957
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot						
Bahnbedienstete . . .	9	8	—	2	9	10						
Reisende und Dritt- personen . . . . .	11	5	3	3	14	8						
Total	20	13	3	5	23	18						
Mittel 1948–57	9	1	100	9	138	17	247	27	274			

Wie Tabelle I zu entnehmen ist, verunfallten zusätzlich 18 Personen, davon 5 tödlich, an den elektrischen Einrichtungen der öffentlichen Transportanstalten. Die Elektrizität forderte somit wieder eine ganz beträchtliche Zahl von Opfern. Im Vergleich zu früheren Jahren veränderte sich die Unfallhäufigkeit allerdings nur unbedeutend. Aus der Zusammenstellung in Tabelle II, die die Bahn-

Anzahl der verunfallten Personen, geordnet nach ihrer Zugehörigkeit zu den Elektrizitäts-Unternehmungen

Tabelle II

Jahr	Betriebs- personal der Werke		Monteur- personal		Dritt- personen		Total		
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	Total
1957	3	—	99	5	171	18	273	23	296
1956	8	2	106	11	132	21	246	34	280
1955	10	1	105	10	129	11	244	22	266
1954	7	2	105	9	132	9	244	20	264
1953	7	1	100	7	117	14	224	22	246
1952	10	2	102	7	145	14	257	23	280
1951	14	1	78	6	127	17	219	24	243
1950	9	1	108	17	117	25	234	43	277
1949	11	2	96	10	139	20	246	32	278
1948	13	1	102	10	163	19	278	30	308
Mittel 1948–57	9	1	100	9	138	17	247	27	274

unfälle nicht mehr enthält, geht immerhin hervor, dass die Zahl der Unfälle eher im Steigen begriffen ist. Diese Entwicklung wird noch deutlicher beim Vergleich der Zehnjahresmittel. Währenddem sich in der Zehnjahresperiode 1936–1945 durchschnittlich 146 Unfälle ereigneten, stieg der Mittelwert im Zeitraum von 1941–1950 auf 233, von 1946–1955 auf 269, um schliesslich von 1948–1957 bei 274 Unfällen pro Jahr anzulangen. Glücklicherweise zeigen die Mittelwerte der Todesfallzahlen gegenteilige Tendenz auf. Bei Unfällen an elektrischen Anlagen verlieren aber durchschnittlich noch immer jedes

Jahr 27 Personen ihr Leben. Es sind somit auch weiterhin grosse Anstrengungen nötig, um die Gefahren der Elektrizität zu mindern.

Betrachtet man Tabelle III, so fällt die grosse Zahl von Unfällen durch Niederspannung (bis

Anzahl der durch Nieder- und Hochspannung verunfallten Personen

Tabelle III

Jahr	Nieder- spannung		Hoch- spannung		Total		
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	total
1957	237	15	36	8	273	23	296
1956	202	20	44	14	246	34	280
1955	204	13	40	9	244	22	266
1954	210	11	34	9	244	20	264
1953	195	18	29	4	224	22	246
1952	219	16	38	7	257	23	280
1951	180	17	39	7	219	24	243
1950	195	36	39	7	234	43	277
1949	213	24	33	8	246	32	278
1948	232	26	46	4	278	30	308
Mittel 1948-57	209	19	38	8	247	27	274

1000 V) auf. Wie aus Tabelle IV hervorgeht, röhrt diese Zunahme vor allem von einem neuen starken Anstieg der Unfälle an transportablen Motoren her. Gegenüber dem letzten Jahr haben sich aber auch die Niederspannungs-Unfälle in Industriebetrieben, an Krananlagen und an Schweissapparaten vermehrt. In fast allen übrigen Anlagekategorien nahmen sie indessen gesamthaft ab.

Anzahl der verunfallten Personen, unterteilt nach der Art der Anlageteile und nach der Höhe der Spannungen

Tabelle IV

Anlageteil <sup>1)</sup>	Zur Wirkung gekommene Spannung										Total		
	bis 250 V		251...1000 V		1001...5000 V		5001...10 000 V		über 10 000 V				
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	Total
1. Kraftwerke und Unterwerke . . . . .	—	—	1	—	3	—	1	1	1	—	6	1	7
2. Hochspannungsleitungen . . . . .	1	—	—	—	1	1	5	2	5	3	12	6	18
3. Transformatorenstationen . . . . .	2	—	5	—	1	—	9	—	2	1	19	1	20
4. Niederspannungsleitungen . . . . .	8	—	7	—	—	—	—	—	—	—	15	—	15
5. Versuchslokale und Prüfanlagen . . . . .	2	—	4	—	1	—	—	—	2	—	9	—	9
6. Provisorische Anlagen und Bauinstallationen . . . . .	2	—	13	—	—	—	—	—	—	—	15	—	15
7. Industrie- und Gewerbebetriebe . . . . .	36	1	24	1	2	—	—	—	—	—	62	2	64
8. Kran- und Aufzugsanlagen . . . . .	6	1	4	2	—	—	—	—	—	—	10	3	13
9. Schweissapparate mit Spannungen unter 130 V . . . . .	7	1	—	—	—	—	—	—	—	—	7	1	8
10. Hochfrequenzanlagen . . . . .	1	—	—	—	2	—	1	—	—	—	4	—	4
11. Transportable Motoren . . . . .	65	2	—	—	—	—	—	—	—	—	65	2	67
12. Tragbare Lampen . . . . .	12	2	—	—	—	—	—	—	—	—	12	2	14
13. Transportable Wärmeapparate . . . . .	13	3	—	—	—	—	—	—	—	—	13	3	16
14. Übrige Hausinstallationen . . . . .	17	2	6	—	—	—	—	—	—	—	23	2	25
15. Besondere Unfallumstände . . . . .	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
Total	173	12	64	3	10	1	16	3	10	4	273	23	296

<sup>1)</sup> Die Numerierung stimmt mit der im Abschnitt II verwendeten Unterteilung überein.

Unter diesen Umständen dürfte es nicht verwundern, dass die Fabrikarbeiter diesmal das Hauptkontingent der Verunfallten stellen. Auf sie entfallen fast ausschliesslich die vermehrten Unfälle

durch Niederspannung. Tabelle V, in der die Verunfallten nach ihren Berufen unterteilt sind, vermittelt diesbezüglich ein deutliches Bild.

Wenn auch im allgemeinen Zahlen allein keinen guten Überblick vermitteln, so ermöglicht doch Tabelle VI, sich ein Bild von der Schwere der Unfälle zu machen. Vorab sei auf die betrübliche Tatsache hingewiesen, dass die Gesamtzahl der verloren gegangenen Arbeitstage noch selten so hoch war. Allerdings liegt der mittlere Arbeitsausfall mit 39 Tagen pro verletzte Person (ohne die Toten und Ganzinvaliden) im Rahmen der letzten Jahre.

Unter den Verunfallten mit mehr als 3 Monaten Heilungszeit sind vor allem jene Unglücklichen zu finden, die durch Einwirkung hochgespannter Ströme schwere und schwerste Verbrennungen erlitten. Aber auch der Niederspannungs-Unfall hat bisweilen lange Heilungszeiten, ja sogar Invalidität zur Folge. Es sei nur daran erinnert, dass ab und zu Verunfallte infolge von Schreckwirkungen und bei Befreiungsversuchen stürzten oder in laufende Maschinen gerieten.

45 Verunfallte waren keinem Stromfluss durch ihren Körper, sondern der Hitzewirkung von Flammbögen ausgesetzt. Sie erlitten Oberflächenverbrennungen und Augenblendungen. Der in den letzten Jahren stark geförderte Ausbau der elektrischen Anlagen führte sowohl in den Hochspannungsnetzen als auch in den Niederspannungsanla-

gen, vor allem in den Fabrikbetrieben, zum Anwachsen der Kurzschluss-Leistungen. Demzufolge nahm auch die Heftigkeit und damit die Gefährlichkeit von Kurzschlussflammbögen zu.

Anzahl der Verunfallten, unterteilt nach ihren Berufen  
Tabelle V

Berufsarten	Nieder-spannung		Hoch-spannung		Total		
	ver-letzt	tot	ver-letzt	tot	ver-letzt	tot	total
Ingenieure und Techniker	3	—	3	—	6	—	6
Maschinisten und Schaltwärter (Kraftwerkpersonal) . . . .	—	—	3	—	3	—	3
Monteure und Hilfs-monteure in elek-trischen Betrieben und Installationsgeschäften	81	3	12	2	93	5	98
Andere Arbeiter von elektrischen Unter-nehmungen . . . .	2	—	4	—	6	—	6
Fabrikarbeiter . . . .	99	5	1	—	100	5	105
Bauarbeiter . . . .	31	1	5	1	36	2	38
Landwirte und land-wirtschaftliches Per-sonal . . . . .	2	1	2	1	4	2	6
Hausfrauen und Hausangestellte . . .	8	3	—	—	8	3	11
Kinder . . . . .	5	2	2	—	7	2	9
Andere Drittpersonen . .	6	—	4	4	10	4	14
	237	15	36	8	273	23	
		252		44		296	296

Zusammenstellung der Unfälle nach den Berufsarten der Verunfallten und nach der Dauer der Arbeitsunfähigkeit

Tabelle VI

Berufsarten	Ver-letzte Per-sonen	Arbeitsunfähigkeit					Total der Unfall-tage
		1...15 Tage	16...30 Tage	1...3 Mo-nate	über 3 Mo-nate	In-valid	
Ingenieure und Techniker . . . .	6	2	1	2	1	—	200
Maschinisten und Schaltwärter (Kraftwerk-personal) . . . .	3	2	—	—	1	—	150
Monteure und Hilfs-monteure in elek-trischen Betrieben und Installations-geschäften. . . .	93	44	21	19	8	1	3440
Andere Arbeiter von elektrischen Unternehmungen.	6	4	1	—	1	—	290
Fabrikarbeiter . . . .	100	54	20	20	5	1	3280
Bauarbeiter . . . .	36	14	7	12	2	1	1310
Landwirte und land-wirtschaftliches Personal . . . .	4	2	2	—	—	—	60
Hausfrauen und Hausangestellte <sup>1)</sup>	8	3	2	—	3	—	700
Kinder <sup>1)</sup> . . . . .	7	—	2	3	2	—	730
Andere Dritt-personen . . . .	10	1	5	3	1	—	400
Total	273	126	61	59	24	3	10560

<sup>1)</sup> Für Hausfrauen und Kinder wurde an Stelle des Arbeitsausfalls die Behandlungsdauer eingesetzt.

## II. Bemerkenswerte Unfälle und ihre besonderen Umstände

Die Untersuchungen des Starkstrominspektors im Anschluss an Unfälle verfolgen vor allem den Zweck, Mittel und Wege zur Vermeidung weiteren

Unheils zu finden. Wenn auch oft besondere örtliche Verhältnisse oder aussergewöhnliche Umstände den Ausgang eines Vorfallen bestimmten, so ergeben sich doch immer wieder Erkenntnisse, die allgemeine Gültigkeit besitzen. Es scheint uns deshalb wieder angebracht, einige Unfallereignisse zu veröffentlichen und zu kommentieren, um so Fachleute und Laien auf die Gefahren und möglichen Schutzmassnahmen aufmerksam zu machen. Die Gruppierung der einzelnen Beispiele entspricht jener der Tabelle IV.

### 1. Kraft- und Unterwerke

In den Erzeugungs- und Hauptverteil anlagen der Elektrizitätswerke ereigneten sich im Berichtsjahr 7 Unfälle. In Anbetracht der vielen Neu- und Umbauten, die in letzter Zeit zur Ausführung kamen, darf dieses Resultat als sehr günstig bezeichnet werden. Es bedurfte zweifellos besonderer Aufmerksamkeit und Umsicht der verantwortlichen Organe, damit sich die durch die Bauarbeiten nötig gewordenen Umdispositionen nicht verhängnisvoll auswirken konnten. Immerhin sollen die beiden folgenden Vorfälle Betriebsleitern und Chefmonteuren eine ernste Mahnung sein.

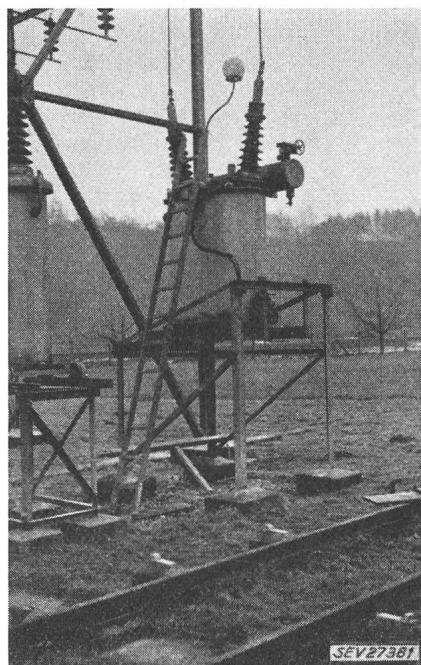


Fig. 1  
Unfall bei Arbeiten in einer Freiluftstation

Ein Schlosser stieg im Arbeitseifer auf einen unter 33 kV stehenden Spannungswandler

Beim Umbau eines Unterwerkes half ein Hilfsarbeiter einer Bauunternehmung mit. Die Anlage blieb teilweise unter Spannung, weshalb man ihn eingehend auf die Gefahren der Elektrizität aufmerksam machte. Ein halbes Jahr verging ohne irgendwelchen Zwischenfall. Eines Morgens hatte der Arbeiter keinen bestimmten Arbeitsauftrag. Um nicht müssig herumstehen zu müssen, stellte er eine Bockleiter auf, offenbar in der Absicht, einzelne Anlageteile gegen Verschmutzung abzudecken. Beim Aufsteigen verlor er vermutlich das Gleich-

gewicht, worauf er, um Halt zu finden, nach der nahen 6-kV-Sammelschiene griff. Dabei leitete er über seinen Körper einen Erdschluss ein, stürzte ab und blieb tot liegen. Einmal mehr hat es sich erwiesen, dass Bauarbeiter in Hochspannungsanlagen nicht unbeaufsichtigt belassen werden dürfen.

In der Freiluftstation eines grösseren Kraftwerkes hatte eine aus 3 Mann bestehende Arbeitsgruppe, der ein erfahrener Betriebsleiter vorstand, während der Nachtstunden einen Widerstand auf einen Transformator aufzubauen. Da die Arbeit rascher vor sich ging als vorgesehen war, nahm der Betriebsleiter unter Mithilfe eines Schlossers noch eine Revision an einem gleichzeitig ausgeschalteten Spannungswandler vor. Während dieser Arbeit hatte sich der Leiter aus dienstlichen Gründen kurzzeitig wegzuzeigen. Er war etwa 100 m weit gegangen, als er in Richtung der Arbeitsstelle einen Lichtbogen aufflammen sah. Eilends zurückgekehrt, fand er den Schlosser mit Verbrennungen und klaffenden Sturzverletzungen am Boden liegend vor. An einem zweiten Spannungswandler, den man bewusst unter Spannung liess (33 kV), war eine Leiter angestellt. Es zeigte sich später, dass der Schlosser die Abwesenheit seines Vorgesetzten dazu benützen wollte, noch rasch den zweiten Wandler zu überholen. Leider unterliess er es jedoch, den Schaltzustand zu überprüfen, so dass er bei der Annäherung an den Apparat vom Unglück ereilt wurde.

Beim Verunglückten handelt es sich um einen jüngeren Arbeiter, der nach dreimonatiger Einführungszeit in den Kraftwerkbetrieb zum ersten Mal in einer Hochspannungsanlage zum Einsatz kam. Er soll die Arbeit mit Begeisterung begonnen haben. Wohl im Übereifer stieg er zum eingeschalteten Anlageteil empor. Die Lehre aus diesem Vorfall: Lasst Eure neuen Arbeitskollegen nicht aus dem Auge!

## 2. Hochspannungsleitungen

Wie schon im letzten Jahr forderten die Hochspannungsleitungen wiederum eine besonders hohe Zahl von Todesopfern. Bei einem Vorfall fanden gleich drei Männer den Tod.

In unserem südlichen Landesteil wollten drei Bahnarbeiter in ihrer Freizeit Brennholz aus einem unwegsamen Bergwald nach Hause bringen. Zu diesem Zweck spannten sie ein Stahlseil vom Berg ins Tal. Die unweit des unteren Abspannpunktes über das Seil verlaufende Hochspannungsleitung konnte den drei Arbeitern kaum entgangen sein. Sie überschätzten jedoch die Höhe der Leitungsdrähte. Das Seil berührte den untersten Draht der 50-kV-Leitung, offenbar schon, als sie es spannten. Dabei setzten sich die am Seil stehenden Männer kurzzeitig einem kräftigen Stromfluss durch ihren Körper aus. Einigen Knaben, die durch den Wald streiften, bot sich ein schreckliches Bild, denn sie stiessen ungeahnt auf die Leichen der drei Verunfallten.

An einem andern Ort kam das Seil einer landwirtschaftlichen Transporteinrichtung mit einer 16-kV-Leitung in Berührung, wobei ein Landwirt getötet wurde. Im weiteren fand ein Student den Tod, als die Stahlitze seines selbstgebastelten Motor-Modellflugzeuges bei einem Flugversuch an eine Hochspannungsleitung geriet. Ein Knabe, der sein

Modellflugzeug ebenfalls in der Nähe einer Hochspannungsleitung (50 kV) ausprobieren, hatte, da offenbar die Zuglitze sofort einen Kurzschluss zwischen zwei Drähten einleitete, etwas mehr Glück. Immerhin erlitt auch er Brandwunden an Händen und Füßen.

Ein nicht alltäglicher Unfall ereignete sich an der Hauptstrasse Luzern—Emmental, wo bei einem Vorfahrmanöver ein Personenauto eine Telephonstange anfuhr und sie knickte. Die Bronze-Leitungsdrähte lagen wirr durcheinander auf der Strasse. Währenddem die Polizei die Beteiligten einvernahm und sich ein Arzt um die Verunfallten bemühte, pulsierte der Verkehr weiter. Inzwischen hatten sich auch verschiedene Schaulustige einge-



Fig. 2

Tödlicher Unfall an einer Hochspannungsleitung  
Überreste eines Motor-Modellflugzeuges mit metallener Zuglitze, die mit einer 8-kV-Freileitung in Berührung kam

funden. Plötzlich wurden die Anwesenden durch einen Feuerstrahl, der von einem kanonenschlagartigen Knall begleitet war, aufgeschreckt. Zwei junge Burschen fielen betäubt zu Boden; sie wiesen Brandwunden an beiden Beinen auf. Es zeigte sich, dass ein Auto die herumliegenden Drähte mitgeschleift und so gespannt hatte, dass sie zerrissen und gegen die Leiter der an dieser Stelle vorbeiführenden 150-kV-Leitung geschleudert wurden. Die beiden Burschen befanden sich im Bereich der wegfliedenden Drähte!

Infolge einer Unzulänglichkeit verunfallte ein 7jähriger Knabe in einem Kabel-Verteilschrank. Der Schrank, der unter 16 kV stehende Kabelendverschlüsse und Trenner enthielt, befand sich an einer oft von schweren Lastwagen befahrenen Strasse. Eines Tages, als der Knabe dort vorbeikam, stand die Schranktür offen. Neugierig reckte er sich nach den metallenen Anlageteilen, worauf ein Überschlag auf seinen Körper entstand. Mit schweren Verbrennungen wurde der Ärmste weggetragen. Die Schranktür besass ein mangelhaftes Schloss, das sich erst nach zwei Schlüsseldrehungen abschliessen liess. Irgend ein Angehöriger des zuständigen Elektrizitätswerkes, der die Tücken des Schlosses nicht kannte, drehte den Schlüssel nach einem Kontrollgang oder Schaltmanöver nur einmal, so dass die Türe lediglich angelehnt war. Die von den Lastwagen verursachten Erschütterungen führten vermutlich dazu, dass sich die Türe öffnete. Wie oft doch brauchen wir Jahre, kleine Mängel in Ordnung

zu bringen, oft so lange, bis wir sie nicht mehr zu sehen vermögen!

Bei Durchsicht der Tabelle IV fällt auf, dass sich an einer Hochspannungsleitung ein Unfall unter Einwirkung einer Spannung von weniger als 250 V zutrug. Die Ursache bildete ein Isolationsfehler auf der Niederspannungsseite einer Mast-Transformatorenstation. Infolgedessen floss Strom über die Schutz- und die Sondererdung (Nullpunktterdung) zur Niederspannungs-Wicklung des Transformators. Um die Elektroden der beiden Erdungssysteme bildeten sich sog. Spannungstrichter. Ungeschickterweise diente die Stationsschutzerde gleichzeitig zur Erdung des in die Stationszuleitung eingebauten Mastschalters, so dass zwischen dem Schalterantrieb und dem Bedienungsstandort Spannungen von etwa 75 V auftraten. Als der Stationswärter, der nur mit leichten Sandalen bekleidet war, den metallenen Schaltergriff erfasste, um den Schalter auszuschalten, wurde er elektrisiert. Trotz der relativ kleinen Spannung erlitt er einen heftigen Schock.

Wir haben schon in einem früheren Bericht (vgl. Bulletin SEV 1955, Nr. 24) auf einen ähnlichen Vorfall hingewiesen. Einmal mehr fordern wir deshalb die Elektrizitätswerke auf, keine Verbindungen zwischen den Stations- und zugehörigen Schaltererdungen herzustellen.

Es würde zu weit führen, noch die drei schweren Arbeitsunfälle von Freileitungsmontoure zu beschreiben. Immerhin sei erwähnt, dass ein junger Monteur im Übereifer und ein zweiter aus Unachtsamkeit an Leiter von Hochspannungsleitungen gerieten. Beide Verunfallte erlitten schwere Verbrennungen, denen der eine erlag. Ein weiterer Monteur stürzte von einem Mast, da die Leitung, die er erdete, noch unter Spannung stand. Infolge mangelnder Verständigung zwischen zwei Werken und vielleicht auch wegen unvollständiger Instruktion wurde ein Kleinkraftwerk auf die Leitung geschaltet, ohne dass der dienstuende Schaltwärter davon wusste.

### 3. Transformatorenstationen

Allen Warnungen zum Trotz wird leider immer wieder in Transformatorenstationen gearbeitet, ohne dass die unter Spannung gebliebenen Anlage-teile zuverlässig abgedeckt oder zumindest in augenfälliger Weise gekennzeichnet worden wären. Es darf deshalb nicht erstaunen, wenn jedes Jahr eine Anzahl Elektrofachleute infolge ungeschickter, unbedachter Bewegungen, Überlegungsfehler oder gar nur wegen einer kleinen Ablenkung schwere und schwerste Unfälle erleiden. Wiederum fehlt es nicht an typischen Beispielen. In der Annahme, dieser Hinweis möge alle Betriebsleute zu vermehrter Vorsicht mahnen, verzichten wir auf die Wiedergabe von Vorfällen, die wir in ähnlicher Art schon verschiedentlich in früheren Berichten beschrieben haben. Hingegen liegt es uns daran, auf einige weniger bekannte Gefahren hinzuweisen:

In einer Giesserei reinigte und ölte ein Schmelter regelmässig den Motorantrieb eines Hochspannungsschalters. Diesen Dienst versah er jahrelang ohne Zwischenfall, obschon er jeweils genötigt war, die Schalterzelle zu öffnen. Niemand kümmerte sich um ihn, weshalb auch niemand die Gefährlichkeit

seiner Arbeit erkannte. Einmal näherte er sich unbedacht mit dem linken Arm dem unter 16 kV stehenden Schalterpol und leitete einen Überschlag auf seinen Körper ein. Obgleich er rasch zurückweichen konnte, erlitt er tiefe Verbrennungen, die ihn während Monaten vom Arbeitsplatz fernhielten.

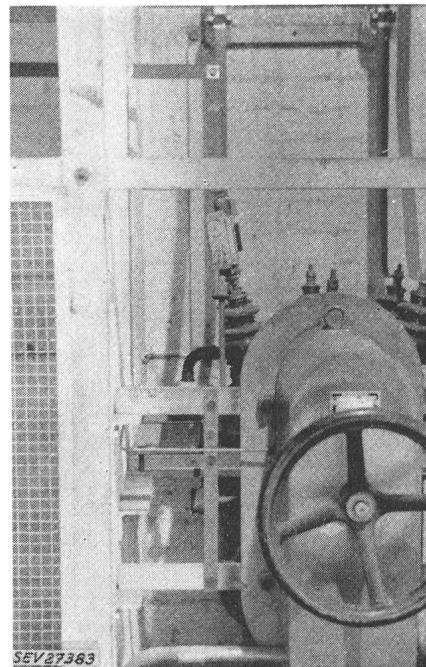


Fig. 3  
Ölschalter-Antrieb

Zum Ölen eines Schalter-Antriebes öffnete ein Giessereiarbeiter die Gittertür. Bei seiner Tätigkeit geriet er an einen unter Hochspannung stehenden Schalterpol

Dieser Vorfall sollte jedem Betriebsleiter ein Fingerzeig sein, die Verhältnisse in seinem Betrieb oder Netzgebiet zu überprüfen. Wenn es nicht zu umgehen ist, dass Nichtfachleute Transformatorenstationen zu warten haben, so sind sie vorgängig sorgfältig zu instruieren und auf die Gefahren der Elektrizität aufmerksam zu machen. Es hat sich schon verschiedentlich als nötig erwiesen, ihre Tätigkeit zu überwachen, ferner mit ihnen die Handhabungen der Werkzeuge, Geräte und Apparate, deren sie sich zu bedienen haben, zu üben. Niemals darf instruierten Personen erlaubt werden, bei ihrer Tätigkeit Schutzverschalungen und Gitter wegzu nehmen. Schlüssel zu Stationen sollen sorgfältig verwahrt und jedenfalls nicht Ungeübten zugänglich sein.

Zwei Unfälle waren darauf zurückzuführen, dass in Transformatorenstationen nicht vollständig isolierte Zangen-Ampèremeter verwendet wurden. In beiden Fällen leiteten Monteure über metallene Zangenteile Kurzschlüsse zwischen Polleiterschienen ein. Da es sich um Stationen mit grossen Transformatoren handelte, bildeten sich äusserst heftige Flammbögen, die zu Augenblendungen und schweren Oberflächenverbrennungen führten.

Man stösst hin und wieder in Transformatorenstationen auf Voltmeter, die ohne Vorschaltung von Sicherungen mit der Sammelschiene verbunden werden. Ein Elektriker, der den Umschalter eines direkt angeschlossenen Voltmeters betätigen wollte,

machte die unangenehme Erfahrung, dass an solchen Einrichtungen nicht unbedeutende Kurzschluss-Flammbogen auftreten und über die Anlage wandern können. Abgesehen vom Schreck, den er in einigen bangen Sekunden erlebte, zog er sich Brandwunden zu, die eine Behandlungszeit von einigen Wochen erforderten.

In diesem Zusammenhang sei auch gewarnt vor Prüflampen ohne Schutzwiderstände, die leider noch da und dort anzutreffen sind.

#### 4. Niederspannungsleitungen

Von jeher verunfallten an Niederspannungsleitungen mehrheitlich Monteure. Auch das Berichtsjahr machte keine Ausnahme, kamen doch nur 2 Nichtfachleute, zwei Bauarbeiter, zu Schaden. Der eine begann an einer Hausfassade zu arbeiten, bevor das energieliefernde Elektrizitätswerk die Hausanschlussdrähte isoliert hatte; der andere bohrte mit einem Presslufthammer in eine Kabelleitung.

Die Ursachen der Monteur-Unfälle waren recht verschieden: Arbeit an unter Spannung stehenden Freileitungen ohne Schutzmassnahmen, vorzeitiges Besteigen von Leitungsmasten, Überlegungsfehler, Rückspannung über Gebäudeinstallationen, weil Hauptsicherungen nicht entfernt usw. Zwei Vorfälle an Kabelleitungen verdienen, besonders erwähnt zu werden.



Fig. 4  
Niederspannungs-Kabelverteilkasten

Beim Durchziehen von Kabeln hinter den Sicherungselementen wurde der Gummihandschuh durchschnitten, wobei ein Kurzschluss-Flammbogen entstand

Bei der Montage einer Verbindungsmuffe im Kabelgraben wurde ein Monteur heftig elektrisiert. Obschon ihn ein Kollege rasch wegriess, blieb er bewusstlos. Zum Glück waren die unverzüglich vorgenommenen Wiederbelebungsversuche erfolgreich. Im Kabel, an dem der Verunfallte gearbeitet hatte, befanden sich Adern der öffentlichen Beleuchtung. Diese waren zwar durch die Schaltuhr vom Netz abgetrennt, doch wurden die vorgeschalteten Sicherungen nicht entfernt und auch keine Warnungstafel aufgehängt. Ein Monteur, dem nicht bekannt war, dass sich Kollegen mit Kabelarbeiten beschäftigten, überbrückte die Schaltuhr, um eine Lampenkontrolle vorzunehmen. Dabei setzte er die Arbeitsstelle unter Spannung.

Von wirklichem Pech verfolgt wurde jener Monteur, der hinter den unter Spannung stehenden Sicherungen eines Kabelverteilkastens Kabel durchzustossen hatte. Obschon er gute Gummihandschuhe trug, die auch seine Unterarme zuverlässig überdeckten, wurde er elektrisiert. Dadurch schrak er zusammen. Im gleichen Augenblick trat im einen Handschuh ein Flammbogen auf. Bei seiner Arbeit hatte er das linke Handgelenk gegen den Anschlusslappen eines Sicherungselementes gedrückt. Da er

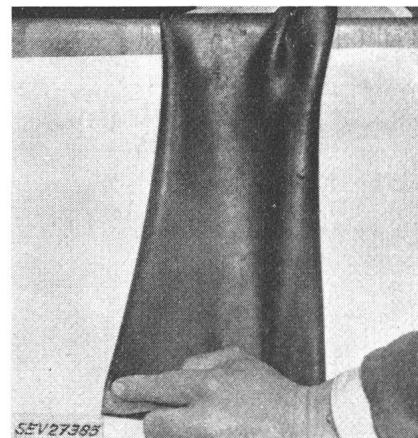


Fig. 5  
Detailaufnahme des durchschnittenen Gummihandschuhs  
in Fig. 4  
Die Schnittstellen sind kaum sichtbar

ein metallenes Uhrband trug, entstand eine Scherwirkung, die den Handschuh zu durchschneiden vermochte und das Uhrband unter 290 V gegen Erde setzte. Als der Monteur zusammenfuhr, drückte er das gleiche Handgelenk noch an das benachbarte Sicherungselement. Der Handschuh wurde ein zweites Mal durchschnitten und über das Uhrband unter der Spannung von 500 V ein Kurzschluss eingeleitet. Folge: Tiefe Brandwunde bis auf die Knochen.

Seit diesem Vorfall werden im Elektrizitätswerk, dem der Verunfallte angehört, weder Uhrbänder noch Fingerringe getragen und — auf Grund früherer Erfahrungen — die metallenen Knöpfe an den Überkleidern entfernt.

#### 5. Versuchslokale

Wiederum wurden drei Versuchsmonteuren sog. Krokodilklemmen zum Verhängnis. Obschon vielfach beteuert wird, man müsse sich auf Prüfständen und in Versuchslabors dieser gefährlichen Klemmen bedienen, haben verschiedene Betriebe Möglichkeiten gefunden, sie zu umgehen.

Im übrigen sehen wir uns veranlasst, Ingenieure und Versuchsmonteure vor der vielverbreiteten Ansicht zu warnen, die in den Artikeln 7 und 8 der eidgenössischen Starkstromverordnung aufgeführten Vorkehren für das Arbeiten an elektrischen Anlagen seien auf Versuchsständen nicht oder zumindest nicht so genau zu beachten. Indessen erfordert gerade der Versuchsstand besondere Vorsicht, Aufmerksamkeit und vor allem Disziplin.

#### 6. Provisorische Anlagen und Bauinstallations

Die Unfälle an provisorischen Einrichtungen sind ausschliesslich auf kleinere und grössere Liederlich-

keiten von Arbeitern, vorab Bauarbeitern, aber auch von Elektromontoureuren zurückzuführen. Frei umherhängende, mit Leuchterklemmen oder Würgverbindungen zusammengesetzte Leiter, ferner in Pfützen liegende, beschädigte Leitungsschnüre müssen früher oder später Opfer fordern.

Reichlich gedankenlos gingen jene beiden Montoure vor, die beim Abbruch einer über eine 220 / 380-V-Baustromleitung geführten Telephon-Freileitung die blanken Bronzeleiter kurzerhand abschnitten. Als sie sodann die über die isolierten Installationsleiter hängenden Drähte nachzogen, um sie auf einen Haspel aufzuwickeln, wurde der eine, in feuchtem Grase stehende Monteur elektrisiert. Glücklicherweise konnte ihn sein Kollege noch rechtzeitig wegreißen. Immerhin erlitt er einen heftigen Schock. Die Isolation des einen Installationsleiters wurde durch die darübergeschleiften Drähte verletzt; die blanken Drähte gerieten unter die Spannung von 220 V gegen Erde.

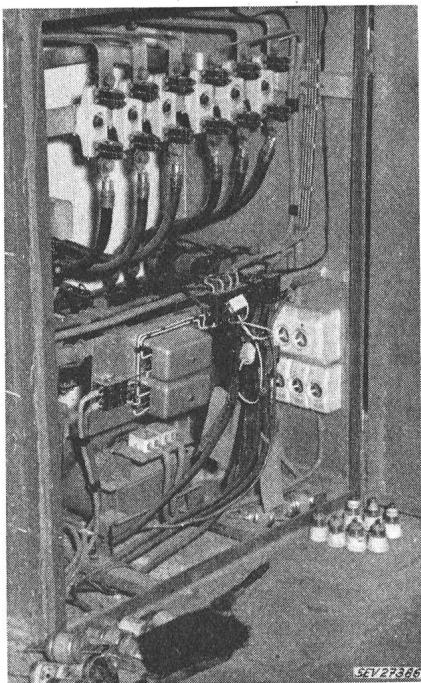


Fig. 6

#### Schaltschrank einer Ofenanlage

Ein Hilfsmonteur berührte mit der Stirn die unter Spannung stehenden Eingangskontakte von Sicherungselementen

Geradezu leichtsinnig handelte ein Elektromonteur, der zum provisorischen Anschluss einer Beleuchtungs-Einrichtung eine zweipolige, mit zwei-poligem Stecker versehene Leitungsschnur verwendete und zu Schutzzwecken die eine Schnurader mit der Beleuchtungsausrüstung verband. Solange die Schnur an eine bestimmte Steckdose angeschlossen war, erfüllte sie ihren Zweck einwandfrei. Als aber irgend jemand eine Verlängerung zwischen Anschluss-Schnur und Steckdose schaltete, wechselte die Leiterfolge. Die mit der Ausrüstung verbundene Ader wurde dadurch zum Polleiter; die Ausrüstung stand nun unter 220 V gegen Erde. Ein Arbeiter, der auf eine geerdete Maschine stieg und die Ausrüstung berührte, setzte sich dieser Spannung aus. Er stürzte in der Folge zu Boden. Wahrlich eine zweifelhafte Schutzwirkung!

#### 7. Industrielle und gewerbliche Betriebe

Die Elektrizität findet in den Industrie- und Gewerbebetrieben so vielfältige Anwendung, dass auch die verschiedenartigsten Unfälle möglich sind. Tatsächlich kann jeder der zahlreichen Verunfallten über einen anderen Unfallhergang berichten. Mehr als ein Drittel unter ihnen — vorab Elektromontoure — leiteten Kurzschlussflammbogen ein, durch deren Hitzewirkung sie sich Oberflächenverbrennungen zuzogen. Wie oft kleine Nachlässigkeiten für solche Vorkommnisse verantwortlich sind, zeigen die folgenden Beispiele.

Ein Elektromonteur hatte eine Verteiltafel mit versenkten Sicherungselementen zu erweitern. Zum Aufzeichnen von Lochzentren hielt er ein metallenes Lineal auf die Abdeckplatte. Ganz unerwartet trat dabei ein heftiger Flammboogen auf, der offensichtlich dadurch entstand, dass das Lineal zwei über die Abdeckplatte hinausstehende Fassungsgewinde unbenützter Sicherungselemente berührte. Die eigentliche Ursache des Flammbogens war jedoch im fehlerhaften Anschluss der Sicherungselemente zu suchen, deren Fassungsgewinde entgegen den Bestimmungen von § 54 der Hausinstallationsvorschriften bei herausgenommenen Schmelzeinsätzen unter Spannung standen.

Als ein Monteur den Blechdeckel einer grossen Abzweigdose aufsetzen wollte, wurde er durch einen Lichtbogen, der augenblicklich ein Loch durch den Deckel brannte, verletzt. Der Deckel gehörte zu einer Dose kleinerer Nennstromstärke. Er war deshalb zu wenig hoch, so dass er nicht auf die Grundplatte, sondern auf die blanken, unter 500 V stehenden Klemmen aufzuliegen kam. Einem Zwischenhändler, der vom Fabrikanten nur Einzelteile bezog, war beim Zusammenstellen eine Verwechslung unterlaufen!

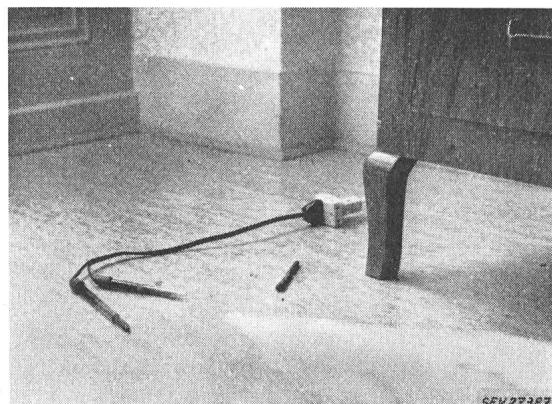


Fig. 7

#### Aquarium-Heizeinrichtung

Ein Kleinkind wurde durch Erfassen der auf den Stubenboden gezogenen Heizkörper getötet

Obschon den Fachleuten aller Stufen bekannt sein dürfte, dass der Sekundärkreis von Stromwandlern unter keinen Umständen unterbrochen werden darf, löste doch ein Elektromonteur die eine Anschlussklemme eines von einem Stromwandler gespeisten Zählers. Er versuchte, einen zusätzlichen Verbindungsleiter an die Klemme anzuschliessen.

Um den Stromkreis nicht zu unterbrechen, nahm er eine Flachzange zur Hand, mit der er den vom Stromwandler herkommenden Draht an die Klemme presste. Mit der andern Hand schob er den Zusatzleiter in die Anschlußstelle. Noch bevor er die Klemmenschraube wieder festziehen konnte, trat ein Flammboogen auf, der dem Monteur beide Hände versengte. Offenbar hatte er bei seinem Handieren doch kurzzeitig den Stromkreis unterbrochen. Dem in diesem Augenblick aufgetretenen Spannungsanstieg vermochte die Zähler-Isolation nicht standzuhalten. Hätte es sich nicht gelohnt, zum Anschluss des Leiters die ganze Anlage für einige Minuten auszuschalten?

Nebst solchen Beispielen indirekter Stromeinwirkung seien noch zwei Vorfälle erwähnt, bei denen sich die Verunfallten einem gefährlichen Stromfluss durch ihren Körper aussetzten.

Ein Fabrikbetrieb, dem es trotz allen Anstrengungen nicht gelang, genügend Betriebselektriker zu finden, entschloss sich, Mechaniker zu Hilfselektrikern umzuschulen. Nachdem ein solcher Arbeiter nach mehrmonatiger Ausbildungszeit bewiesen hatte, dass er ausreichende Fachkenntnisse besass, hatte er selbständig Schaltschränke von Ofenanlagen zu überholen. Entgegen den erhaltenen Instruktionen entfernte er vor Arbeitsbeginn nicht die Schmelzeinsätze der in die Zuleitung eingebauten Hauptsicherungen, sondern nur jene der Gruppensicherungen. Die Eingangsseite der Gruppensicherungen — es handelte sich um Hochleistungssicherungen — blieb deshalb unter Spannung (500 V). Als der Monteur sodann vor einem Schrank niederkniete, um einen Schalter zu demontieren, berührte er mit der Stirn zwei der unter Spannung stehenden Fingerkontakte. Es gelang ihm nicht mehr zu entweichen. Bis der neben ihm tätige Arbeitskollege die gefährliche Lage des Verunfallten erkannte und ihm Hilfe bringen konnte, verstrichen mehrere Sekunden. In dieser Zeit hatte sich der Unglückliche bereits tiefe Verbrennungen zugezogen, die ihm ein Auge kosteten.

In einer Papierfabrik wurde ein Arbeiter beim Ergreifen eines Handrades der Papiermaschine elektrisiert. Als sein Arbeitskollege, der den Vorfall bemerkte, die Anlage ausschaltete, fiel der Verunfallte in bewusstlosem Zustand vornüber in eine mit Papiermasse gefüllte Grube und ertrank. Ein auf der Maschine montiertes Elektroventil, das nicht geerdet und nicht mehr einwandfrei mit der Maschinemaschine verbunden war, wies einen Isolationsdefekt auf. Da das von der Maschine getrennt montierte Handrad über einen Seilzug mit dem Ventil verbunden war, floss über den Körper des auf nassem Betonboden stehenden Verunfallten Strom nach Erde ab. Nachträglich durchgeföhrte Messungen ergaben, dass die Stärke dieses Stromes nur etwa 20...30 mA betragen haben konnte.

Solche Vorfälle lassen sich vermeiden, wenn an Maschinen mit verschiedenen elektrischen Einrichtungen nicht nur das Maschinengestell, sondern auch jeder einzelne Apparat für sich geerdet wird.

#### 8. Kran- und Aufzuganlagen

Es verstreicht kaum ein Jahr ohne schwere Unfälle an Kran- und Aufzuganlagen. Die blanken

Krankkontakteleitungen und die offenen Schaltkontakte in Aufzugmaschinenräumen stellen besondere, leider immer wieder verkannte Gefahrenquellen dar.

Einem Kranführer wurde ein Brückenkran noch nach 25jähriger unfallfreier Tätigkeit zum Verhängnis. Als er an einem Samstag vor Arbeitsschluss die Kranbrücke zum Ölen der Lager bestieg, vergaß er, den in die Zuleitung eingebauten Schalter auszuschalten. Es war sein letzter Gang. Mit Brandmarken an einer Hand und am Kinn fand man ihn tot neben den Drähten der unter 500 V stehenden Kontaktleitung.

Am Brückenkran einer Giesserei liess sich plötzlich das Hubwerk nicht mehr bewegen. Um den Ursachen dieser Störung nachzugehen, stieg der Kranführer auf die Brücke, nicht ohne vorgängig den Hauptschalter auf dem Führerstand ausgeschaltet zu haben. Bei seinem Kontrollgang glitt er offenbar aus und fiel in der Folge rückwärts auf die Brücke. Dabei berührte er mit den Händen die nicht vollständig geschützten und durch den Führerstand-Schalter nicht ausgeschalteten Drähte der Längsfahr-Kontaktleitung. Unglücklicherweise war er beim Fall zwischen zwei nahe nebeneinander montierte Profileisen geraten, so dass er sich nicht innert nützlicher Zeit befreien und deshalb nur als Leiche geborgen werden konnte.

Dieser Vorfall zeigt die Nützlichkeit, über Kranbrücken geführte Längsfahrdrähte gegen Berührung abzudecken. Eine Abdeckung sollte vor allem dort vorgesehen werden, wo zwei oder mehrere Krane auf der gleichen Bahn verkehren. Es wird in solchen Fällen immer vorkommen, dass am einen Kran Reparaturen oder Revisionen ausgeführt werden, während die anderen im Betrieb und deshalb die Längsfahrdrähte unter Spannung bleiben. Bei neuen Kränen lassen sich die Fahrdrähte unter Umständen auch unter der Brücke durchführen.

Ein dritter tödlicher Unfall betraf einen Elektromonteur, der in einer Fabrikhalle von einer Kranbrücke aus Leuchten montierte. Die Krananlage war vollständig spannungslos. Während dieser Arbeit wurde der Kran jedoch kurzzeitig benötigt. Der Elektromonteur stieg von der Brücke und schaltete selbst den Hauptschalter ein. Als er nach etwa einer halben Stunde den Kran wieder bestieg, vergaß er, den Schalter auszuschalten. Unbeabsichtigt berührte er die unter 500 V stehenden Kontaktdrähte und wurde elektrisiert. Er fiel nun so unglücklich auf die Drähte, dass er sich nicht mehr befreien konnte.

Verschiedene Revisoren von Aufzugfirmen berührten bei Aufzugkontrollen unter Spannung stehende Teile von Steuereinrichtungen oder Schaltschützen, wobei sie sich Verbrennungen und in einzelnen Fällen auch Schlagwunden durch Stürze zogen.

#### 9. Schweissapparate

Es kann immer wieder festgestellt werden, wie sorglos sich die meisten Metallarbeiter beim elektrischen Schweißen verhalten. Den wenigsten ist bekannt, dass Schweißtransformatoren oft Zündspannungen von mehr als 100 V erzeugen, die, wie der

folgende Vorfall zeigt, lebensgefährliche Ströme durch den menschlichen Körper zu erzeugen vermögen.

Bei Schweissarbeiten im Kondensbehälter eines Kesselhauses kam ein Schweißtransformator üblicher Konstruktion zum Einsatz. Das eine Schweißkabel wurde vorgängig sorgfältig am Behälter festgeklemmt. Der Schweißer trug Handschuhe und bediente sich im übrigen einer bis zum Kopf isolierten Elektrodenzange. Während der Arbeiten im engen, aber nach oben offenen Behälter herrschte eine Temperatur von mehr als 30 °C, weshalb der Schweißer stark schwitzte. Als sein Gehilfe nach kurzer Abwesenheit von wenigen Minuten an die Arbeitsstelle zurückkehrte, fand er seinen Kollegen in sich zusammengekauert im Behälter vor. Die Elektrodenzange lag ohne Elektrode neben ihm. Trotz sofortiger Hilfe konnte der Leblose nur noch als Leiche aus dem Behälter gehoben werden. Verschiedene Anzeichen deuteten darauf hin, dass der Schweißer im Begriffe gewesen war, eine Elektrode zu wechseln. Da sein rechter Handschuh ein Loch aufwies, hatte er vermutlich mit dem Zeigfinger die gegenüber dem Behälter unter der Spannung von 103 V stehende Elektrode berührt und sich so über seinen Körper einem tödlich wirkenden Stromfluss ausgesetzt.

Es ist nur zu hoffen, dass daraus die nötigen Lehren gezogen werden. Vorab ist es wichtig, zuverlässig isolierte Schweißkabel und Elektrodenzangen zu verwenden, starke Handschuhe zu tragen und sich, wenn immer möglich, vom Schweiß-Stück sowie von leitenden Böden zu isolieren.

### 10. Hochfrequenzanlagen

Ein Elektromonteur entlud bei der Reparatur eines Ultraschallgenerators über seinen Körper einen grösseren Kondensator; ein weiterer schaltete, währenddem er sich an den aktiven Teilen eines HF-Generators zu schaffen machte, unbemerkt einen Fußschalter ein und setzte dadurch die Anlage in Betrieb. Bei Versuchen in einem Prüflokal berührte ein Techniker kurzzeitig einen unter hochfrequenter Spannung stehenden Anlageteil. Schliesslich hielt in einem Presswerk ein Arbeiter die eine Hand in einen HF-Vorwärmegerät, der, weil das Schaltschütz «klebte», noch eingeschaltet war. Alle vier Verunfallten erlitten Brandwunden, die Arbeitsunterbrüche zwischen einigen Tagen und einigen Wochen notwendig machten.

### 11. Transportable Motoren

Die noch nie erreichte Zahl von 67 Unfällen an transportablen Motoren — fast ausschliesslich Elektrohandwerkzeugen — mahnt zum Aufsehen. Es ist im übrigen nicht ganz einfach, Gründe für diese bedenkliche Entwicklung anzugeben. Die verschiedenen, oft in unseren alljährlichen Berichten erwähnten Unfallsachen treten durchwegs immer häufiger in Erscheinung. Man hat oft den Eindruck, dass alle unsere Mahnungen in den Wind geschlagen werden.

Es muss vor allem nachdenklich stimmen, wie viele Unfälle an Elektrohandwerkzeugen und auch

anderen transportablen Verbrauchern auf unter Spannung stehende Schutzkontakte von Steckdosen zurückzuführen sind. Selbstverständlich können Verbindungsfehler, die zu diesem Zustand führen, jedem Elektromonteur passieren. Unverzeihlich ist es jedoch, wenn Monteure ihren Arbeitsplatz verlassen, ohne die Steckdosen-Schutzkontakte mit einem Spannungs-Prüfstift kontrolliert zu haben. Solche Nachlässigkeiten sind mit aller Strenge zu ahnden.

Wiederum ereigneten sich auch Unfälle, einer sogar mit tödlichem Ausgang, weil Elektrohandwerkzeuge ungeerdet oder ohne Schutztransformator verwendet wurden. Meist durch unsorgfältige Behandlung unterbrachen Schutzadern von Leitungsschnüren oder rissen aus den Anschlußstellen in den Steckern aus. Relativ geringfügige Kohlestaubablagerungen genügen in solchen Fällen, um die Maschinengehäuse auf ein gefährliches Potential zu bringen.

Im Stecker einer schweren Ketten-Stammfräse berührte ein ausgerissener Schutzleiter einen benachbarten Polleiterkontakt, wodurch die Fräse unter 220 V geriet. Der die Maschine bedienende Sägereiarbeiter liess die Maschine infolge der eingetretenen Elektrisierung fahren. Dabei kam er so unglücklich an den laufenden Kettenfräser, dass ihm ein Finger abgesägt und ein Bein aufgerissen wurde.

Ein Hilfsarbeiter, der eine elektrische Handbohrmaschine benützte, wurde elektrisiert, weil in einem provisorisch verlegten Zuleitungskabel vom Typ Tdc der starre Nulleiter brach. Da der Schutzkontakt der am Ende des Kabels angebrachten Kupplungssteckdose «genullt» war, geriet die Maschine über ihre Wicklung unter Spannung gegen Erde. In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, dass Kabel mit starren Leitern nicht als transportable oder bewegliche Leitungen verwendet werden dürfen. Es ist demnach nicht statthaft, an solchen Kabeln Steckkontakte anzubringen.

Ein tödlicher Unfall ereignete sich infolge Missachtung der Bestimmungen von § 21 der Hausinstallationsvorschriften des SEV. Auf einem Bauplatz wurde eine einpolige 220-V-Handschleifmaschine über eine vierdrige Verlängerung an eine 380-V-Steckdose mit Erdkontakt angeschlossen. Der Schutzleiter der Verlängerung diente demnach gleichzeitig als Nulleiter. Im Stecker der Maschinen-Anschluss-Schnur war der Schutz- und der Nullleiter entgegen den Vorschriften an den Schutzkontakt geführt. Aus nicht mehr feststellbaren Gründen brach die kombinierte Null-Schutzleiterader der Verlängerung, worauf die Maschine wiederum über ihre Wicklung unter Spannung kam.

### 12. Tragbare Lampen

Bei der Benützung von tragbaren Lampen verunfallten zwei Personen, eine Haushälterin und ein Bauernknecht, tödlich. In beiden Fällen bestanden die Beleuchtungskörper aus einfachen, von Laien an Leitungsschnüren angeschlossenen Messing-Fassungen ohne Berührungsschutz. Die Haushälterin verunfallte in einem Schopf mit Naturboden, der

Knecht im nassen Stall. Es ist betrüblich, dass nach jahrelanger, in alle Volksschichten getragenen Aufklärung noch immer über solche Unfälle berichtet werden muss. Solange es allerdings noch Elektromontoure gibt, die sich vorschriftswidriger Lampen bedienen, wird sich auch der Nichtfachmann nicht veranlasst sehen, Handlampen mit Handgriff aus feuchtigkeitsbeständigem Isoliermaterial und tief in den Lampenkörper versenkter Fassung anzuschaffen.

Leider haben auch moderne Lampen infolge von Fabrikationsfehlern zu Unfällen Anlass gegeben. Der folgende Vorfall verlief besonders tragisch:

Ein 14 Monate altes Kleinkind, das sich in einem Wohnzimmer mit Holzboden aufhielt, versuchte von einem Heizkörper aus zu einer in der Nähe stehenden Metall-Ständerlampe zu gelangen. Als es die Lampe erfasste, wurde es jedoch elektrisiert und brach bewusstlos in sich zusammen. Nach mehrstündigen Bemühungen des rasch herbeigekommenen Arztes kam die Kleine wieder zu sich. Sie hatte aber am rechten Daumen eine tiefe, bis auf den Knochen gehende Verbrennung erlitten, so dass die Amputation des Fingers unvermeidlich war. In einem Gelenk wies die Lampe eine scharfe Kante auf, die die Isolation des einen durch das Gelenk gezogenen Leiters durchschnitten hatte. Die Lampe stand deshalb unter 220 V gegen Erde.

Wenn schon Messinglampen zum unerlässlichen Bestandteil jeder modernen Wohnung gehören, so darf wohl von den Fabrikanten erwartet werden, dass sie ihr Augenmerk nicht nur auf äußerlichen Glanz, sondern auch auf sorgfältige, unfallsichere Ausarbeitung im Lampeninnern legen!

### 13. Tragbare Wärmeapparate

Unbeachtet gebliebene Beschädigungen an Apparaten und Leitungsschnüren bildeten die Hauptursache der in diesen Abschnitt eingereihten Unfälle. Beispielsweise geriet eine Waschmaschine unter die Spannung von 220 V, weil an einer Kupplungssteckdose der Schutzkragen abgeschlagen war. Als nämlich ein Kind auf die Schnurverlängerung der Waschmaschinen-Zuleitung trat, wurde der an die Kupplungssteckdose angeschlossene Stecker etwas herausgezogen und, da der Schutzkragen fehlte, auf die Seite gedrückt. Die Verbindung des Schutzkontakte unterbrach; die Polleiterkontakte blieben jedoch zusammengeschlossen. Allerdings hätte dieser kleine Zwischenfall allein noch nicht zum Unfall führen können. Da indessen die Schnurzuleitung zu der mit 380-V-Heizung und 220-V-Steuerung ausgerüsteten Maschine einen gemeinsamen Null- und Schutzleiter enthielt, wurde die Spannung von 220 V über eine Steuerspule auf das Maschinengehäuse übertragen. Die an der Waschmaschine beschäftigte Hausfrau erlitt einen heftigen Schock.

Eine andere Hausfrau wurde an einer Waschmaschine getötet, weil die bei einem Fachmann in Revision gewesene Maschine unsachgemäß zusammengesetzt worden war. Beim Festschrauben des Maschinenschalters verletzte eine Befestigungsschraube die Isolation der Schalterzuleitung. Da nur

der Motor, nicht aber das vom Motor isolierte Maschinengehäuse geerdet war, stand die Maschine unter 220 V gegen Erde.

Beim Spiel zog ein 20 Monate alter Knabe einen an eine 220-V-Steckdose angeschlossenen Aquarium-Heizkörper auf den Stubenboden. Es gelang ihm auch, die in einem Gefäß steckenden Elektroden freizulegen. Als der Kleine bereits die eine Elektrode in der Hand hielt, ergriff er auch noch die andere. Dabei setzte er sich der Spannung von 220 V aus und fand so den Tod. Es handelte sich um eine äußerst mangelhaft gebaute Wärmeerzeugungs-Einrichtung!

### 14. Übrige Hausinstallationen

Unter den an elektrischen Hausinstallationen verunfallten Personen befinden sich ungefähr zu gleichen Teilen Elektromontoure und Nichtfachleute. Von den verschiedenen Vorfällen verdienen besonders die beiden folgenden erwähnt zu werden:

Ein Monteur sank tot zusammen, als er in einem Hotel-Neubau die in einer Steckdosen-Nische aufgerollten Enden von Installationsdrähten herauszog. Er hatte beabsichtigt, die in die Nische gehörende Steckdose zu montieren und mit den Drähten zu verbinden. Da die Beleuchtung eingeschaltet war, musste er vermuten, dass auch der Anlageteil, an dem er sich zu schaffen machte, unter Spannung stand. Tatsächlich fand man in seiner rechten Hand einen sog. Spannungsprüfstift, woraus geschlossen werden darf, er habe den Schaltzustand überprüfen wollen. Beim Ergreifen des an und für sich gut isolierten Drahtbündels berührte er jedoch das Ende des Polleiterdrahtes, das etwa um einen Millimeter aus dem Isolierschlauch hervortrat. Ausgerechnet dieses einzige zugängliche unter 220 V stehende Teilchen wurde ihm zum Verhängnis! Da er in genagelten Schuhen auf einem neuerrichteten Holz-Zementboden stand, konnte ein beträchtlicher Strom über seinen Körper nach Erde fliessen.

Zur Steuerung der Schaufensterbeleuchtung eines Schuhladens war eine Schaltuhr montiert worden. Hin und wieder öffnete eine Verkäuferin die Uhr, um die Zeitscheibe zu verstetzen. Einmal berührte sie dabei mit der linken Handfläche die blanken, unmittelbar neben der Zeitscheibe befindlichen Anschlussbolzen. Sie setzte sich dadurch einem starken Stromfluss durch die Hand aus, der ihr rasch tiefe Verbrennungen verursachte. Folge: Mehrere Wochen dauernde ärztliche Behandlung.

Man kann immer wieder in Verkaufsläden Schaltuhren finden, die für die Bedienung durch Nichtfachleute ungeeignet sind. In allgemein zugänglichen Räumen kommen nur Uhren in Frage, die ohne Zuhilfenahme von Werkzeugen nicht geöffnet werden können.

### 15. Unfälle unter besonderen Umständen

In einer Rasierapparate-Fabrik kam ein Arbeiter unter ganz besonderen Umständen zu Schaden. Etwa 1,2 m hoch über dem Arbeitstisch einer Fräsmaschine hing an der Wand eine Klingel. Diese wurde jeweils selbstdäig in Betrieb gesetzt, kurz bevor ein Arbeitsvorgang beendet war. Als das Läut-

werk wieder einmal klingelte, kam ein Arbeiter herzu und fuhr mit einem benzingetränkten Pinsel über das Arbeitsstück, um die feinen Späne zu entfernen. Bei diesen Bewegungen fing nun Benzin, das sich in einer kleinen, auf dem Arbeitstisch stehenden Konservenbüchse befand, Feuer. Die Flammen griffen rasch auf die Kleider des Arbeiters über, der sich dadurch ziemlich schwere Oberflächenverbrennungen zuzog. Es konnte mit Sicherheit festgestellt werden, dass der Unterbrecherfunke der mit 10-V-Wechselstrom betriebenen Klingel der Ur-

heber des Brandes war. Offenbar entzündete sich zuerst eine unter der Klingel aufgestaute Benzinwolke.

Dieser Bericht verfolgt vor allem den Zweck, auf jene Gefahren aufmerksam zu machen, die bis heute durch technische Mittel nicht oder nur unvollständig beherrscht werden. Mögen die verschiedenen aufgeführten Beispiele und Hinweise dazu beitragen, jedermann, Fachleuten und Laien, zu erhöhter Sicherheit zu verhelfen.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Les 4<sup>es</sup> journées d'information de l'Association Suisse pour l'Automatique (SGA)

Du 2 au 5 décembre 1958 se sont tenues à Zurich les 4<sup>es</sup> journées d'information de la SGA, auxquelles participèrent plus de 800 personnes réparties sur les quatre jours. Elles avaient pour objet de décrire certaines applications industrielles de l'automatique et de montrer qu'avec les mêmes diagrammes fonctionnels et les mêmes symboles graphiques, il est possible d'analyser le comportement dynamique des circuits de réglage les plus variés.

La première journée était placée sous la présidence du prof. P. Profos. La matinée fut consacrée au «réglage automatique des chaudières». M. L. Acklin, ingénieur chez Sulzer frères S. A., montra le parti que l'on pouvait tirer de calculateurs analogiques pour l'étude des problèmes de réglage que pose l'utilisation des échangeurs de chaleur. MM. M. Schunk, assistant à l'Ecole Polytechnique de Stuttgart, H. R. Gerber, de Sulzer frères S. A., et A. Oberle, de Brown, Boveri & Cie, exposèrent quel était le comportement dynamique des différents types de chaudières.

L'après-midi avait pour objet le «réglage automatique des turbines à vapeur et à gaz». MM. K. Wirz, de la Société Escher Wyss S. A., E. Müller, de Sulzer frères S. A., et R. Boninseggi, des Ateliers de Construction Oerlikon, donnèrent des indications sur la dynamique du réglage de différents types de turbines et de compresseurs.

La deuxième journée, placée sous la présidence de M. G. Weber, directeur de Landis & Gyr S. A., avait pour objet le «réglage automatique dans la technique du chauffage et de la ventilation». MM. K. Sauter, directeur de LUWA S. A., W. Wirz, de Sulzer frères S. A., K. Wuhrmann et R. Spühler, de Landis & Gyr S. A., B. Junker, de Sauter S. A., exposèrent les problèmes de réglage que posent les installations de chauffage et de ventilation, ainsi que les moyens, tant électrique que pneumatique, à disposition pour résoudre ces problèmes.

La troisième journée était consacrée à la «commande digitale des machines-outils». Elle fut présidée et introduite par M. le prof. E. Gerecke, qui montra les perspectives ouvertes par la commande numérique des machines-outils et donna le principe de la transformation sous une forme numérique des données de constructions de la pièce à fabriquer, de l'enregistrement de ces données sur bande ou ruban perforés, et de la transmission des commandes aux servomoteurs de la machine. M. A. Mottu, directeur technique de la Société Genevoise Instruments de physique à Genève, montra quelques-uns des problèmes économiques et électroniques relatifs à l'automatisation des machines à pointer. Par une analyse du prix de revient d'une fabrication déterminée, il montra en vertu de quels critères il est possible de juger de l'opportunité de l'automatisation d'un procédé de fabrication et exposa certains des problèmes que soulève en particulier l'automatisation des machines à pointer. M. W. Troost, chef de la section de recherche des appareils de mesure et de réglage de la société Philips à Eindhoven, rendit compte de certains développements en cours dans cette société pour la mise au point de «transformateurs» de données analogiques en données numériques. MM. M. Vollenweider, ingénieur chez Cerberus S. A., A. Stosberg, assistant à l'EPF à Zurich, J. Buser, de Sprecher & Schuh, Bolliger, de Schindler & Co., et Th. Erisman, de Amsler & Co., donnèrent des exemples d'application de la

commande numérique à différents types de machines-outils. Ces exemples furent illustrés par la projection d'un film de la société Ferranti.

La quatrième journée, présidée également par le prof. E. Gerecke, était consacrée à la «commande électronique des dispositifs d'entraînement dans l'industrie». M. Gerecke exposa tout d'abord quel était le schéma fonctionnel de ces dispositifs. MM. R. Bill, de Brown, Boveri & Cie, H. Bühlér et I. Földi, des Ateliers de Construction Oerlikon, R. Schraivogel, de Schindler & Co., B. Broniewsky, de l'Institut Battelle, H. Schwartz, de Peyer & Co., R. Germanier, de la S. A. des Ateliers de Sécheron, et F. Hänni, de Contraves S. A., décrivirent un certain nombre d'applications industrielles de la commande électronique des dispositifs d'entraînement.

A l'occasion de ces journées s'est tenue l'Assemblée générale annuelle de l'Association Suisse pour l'Automatique. Cette assemblée renouvela le mandat de M. le prof. Gerecke et de M. Cuénod, comme président et secrétaire de l'Association, et élut les autres membres du Comité. Ce fut l'occasion pour elle de faire le bilan de son activité qui s'est manifestée par l'organisation de 4 journées d'information et la publication d'un Bulletin d'information. Le développement de l'activité de la section de Genève de SGA a été relevé. Le succès de cette association est prouvé par l'augmentation de son effectif qui compte plus de 800 membres individuels et près de 100 membres collectifs. Cette assemblée fut également l'occasion de préciser le programme prévu pour l'année prochaine. Il comprendra une journée d'information organisée à Lausanne dans le courant du printemps, consacrée à certains aspects mathématiques de l'étude de problèmes de réglage, et une journée d'information organisée au début de l'automne à Zurich et consacrée à certaines applications industrielles de l'automatique.

La SGA participe à l'activité de la Fédération Internationale d'Automatique (IFAC). Cette fédération organise son premier Congrès à Moscou en juillet 1960. Toutes informations concernant l'activité de la SGA et de l'IFAC peuvent être obtenues en s'adressant au siège de la SGA, 7, Sternwartstrasse, Zurich 7/6.

### Die Batterie-Armbanduhr

681.114.8 : 621.356 -181.4 + 621.314.7  
[Nach: Die Batterie-Armbanduhr. Elektronik Bd. 8(1959), Nr. 1, S. 17...18]

Der Wunsch nach einer Armbanduhr, die von einer elektrischen Batterie angetrieben wird, ist nicht neu. Bisher konnten aber solche Uhren in Ermangelung geeigneter Batterien und Schaltelemente nicht gut realisiert werden.

Um eine befriedigende Lösung zu finden, müssen folgende Anforderungen eingehalten werden:

- a) Kleine Batterien, welche in das Uhrengehäuse eingebaut werden können;
- b) Die Gangreserve der Uhr muss mindestens 1 Jahr betragen;
- c) Die Batterie muss relativ billig sein;
- d) Eine galvanische Zelle muss im Gehäuse der Uhr hermetisch abgekapselt sein, damit die durch die chemischen Reaktionen entstehenden Gase nicht in das Uhrwerk gelangen und es zerstören.