

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 31 (1940)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz im Jahre 1939  
**Autor:** Sibler, F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1061365>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.04.2026

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

# SCHWEIZERISCHER ELEKTROTECHNISCHER VEREIN

# BULLETIN

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

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

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

XXXI. Jahrgang

N<sup>o</sup> 11

Mittwoch, 29. Mai 1940

## Unfälle an elektrischen Starkstromanlagen in der Schweiz im Jahre 1939.

Mitgeteilt vom Starkstrominspektorat (F. Sibrer).

614.825

*Die im Jahre 1939 an Starkstromanlagen (exklusive elektrische Bahnen) vorgekommenen Unfälle werden in einigen Tabellen mit jenen der letzten Jahre verglichen. Verschiedene typische Unfälle und deren Umstände werden besonders beschrieben.*

*Les accidents survenus en 1939 dans les installations à courant fort (non compris les installations de traction) sont comparés en quelques tableaux avec ceux des années précédentes. Plusieurs accidents particulièrement instructifs sont décrits en détail.*

### I. Statistik.

Im Jahre 1939 erhielt das Starkstrominspektorat von insgesamt 110 Unfällen Kenntnis, die direkt oder indirekt durch elektrischen Strom verursacht wurden; die Anzahl der betroffenen Personen betrug dabei 113, worunter 29 tödlich Verunfallte. Ausser diesen Unfällen, die sich in den der allgemeinen Energieversorgung dienenden Anlagen und in den angeschlossenen Hausinstallationen ereignet hatten, waren auch beim elektrischen Bahnbetrieb einige Starkstromunfälle vorgekommen, deren Anzahl das eidgenössische Post- und Eisenbahndepartement wie folgt angibt, wobei zum Vergleich auch die Zahlen des Vorjahres aufgeführt sind:

Tabelle I.

	Verletzt		Tot		Total	
	1938	1939	1938	1939	1938	1939
Bahnbedienstete . . . . .	6	7	1	3	7	10
Reisende und Drittpersonen .	3	2	1	2	4	4
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>14</b>

Die folgenden Ausführungen berücksichtigen diese Bahnunfälle nicht mehr, sondern nur noch die Unfälle an jenen Anlagen, die der Kontrolle des Starkstrominspektorates unterstellt sind.

Obschon die gesamte Anzahl der dem Starkstrominspektorat gemeldeten elektrischen Unfälle gegenüber dem Vorjahr etwas geringer ist, hat doch die Anzahl der tödlichen Unfälle eine Zunahme erfahren, die hauptsächlich Drittpersonen betrifft. Im letzten Jahrzehnt weisen nur die Jahre 1931 und 1933 eine ebenso grosse oder noch grössere Anzahl tödlicher Unfälle auf. Bei der Aufzählung der leichteren Unfälle wurden 17 Personen mitberücksichtigt, die nicht einem direkten Stromdurchgang ausgesetzt waren, sondern die durch Flammenbogenwirkungen bei Kurzschlüssen oder

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

Tabelle II.

Jahr	Eigentliches Betriebspersonal der Werke		Anderes Personal der Werke und Monteur von Installationsfirmen		Drittpersonen		Total		
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	Total
<b>1939</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>29</b>	<b>7</b>	<b>48</b>	<b>21</b>	<b>84</b>	<b>29</b>	<b>113</b>
1938	8	1	48	6	51	16	107	23	130
1937	8	2	46	8	38	13	92	23	115
1936	5	—	25	8	27	6	57	14	71
1935	6	1	24	3	33	17	63	21	84
1934	6	2	54	7	31	18	91	27	118
1933	8	6	44	4	42	19	94	29	123
1932	3	2	34	7	28	16	65	25	90
1931	8	3	30	15	25	21	63	39	102
1930	2	5	46	11	36	11	84	27	111
<b>Mittel 1930—39</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>38</b>	<b>8</b>	<b>36</b>	<b>16</b>	<b>80</b>	<b>26</b>	<b>106</b>

durch Entzündungen leicht brennbarer Gase durch elektrische Funken verletzt wurden.

Zahl der durch Nieder- und Hochspannung verunfallten Personen.

Tabelle III.

Jahr	Niederspannung		Hochspannung		Total		
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	Total
<b>1939</b>	<b>65</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>9</b>	<b>84</b>	<b>29</b>	<b>113</b>
1938	77	14	30	9	107	23	130
1937	68	18	24	5	92	23	115
1936	46	7	11	7	57	14	71
1935	49	17	14	4	63	21	84
1934	65	20	26	7	91	27	118
1933	73	11	21	18	94	29	123
1932	46	15	19	10	65	25	90
1931	46	25	14	14	63	39	102
1930	67	14	17	13	84	27	111
<b>Mittel 1930—39</b>	<b>60</b>	<b>16</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>80</b>	<b>26</b>	<b>106</b>

Aus der Tabelle III geht hervor, dass die Zunahme der Unfälle überhaupt und insbesondere

derjenigen mit tödlichem Ausgang gegenüber dem Vorjahre durch Niederspannungsanlagen verursacht wurde, was in Übereinstimmung mit der hohen Zahl von tödlich verunfallten Drittpersonen steht. In Ergänzung zu dieser Tabelle wurde für das Jahr 1939 eine neue Zusammenstellung (Nr. IV) bearbeitet, die zeigen soll, auf welche Ursachen die vorgekommenen Niederspannungsunfälle zurückzuführen sind.

Anzahl der Niederspannungsunfälle, unterteilt nach der Unfallursache.

Tabelle IV.

Unfallursachen	Berufspersonal d. Elektr. Werke		Drittpersonen		Total		
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	Total
Betriebsmässig unter Spannung stehende Anlagen- und Apparatenteile . . . . .	13	3	14	5	27	8	35
Vorschriftswidrige Anlagenteile und Apparate; Schaltfehler Dritter . . . . .	5	—	13	5	18	5	23
Isolationsdefekte und ungenügend geschützte, unter Spannung stehende Anlagenteile .	2	—	18	7	20	7	27
Total	20	3	45	17	65	20	85

In der ersten Zeile von Tabelle IV sind jene Vorkommnisse an Niederspannungsanlagen aufgezählt, die sich an betriebsmässig unter Spannung stehenden Anlagenteilen ereignet hatten; bei diesen Un-

vorschriftsgemäss ausgeführten Installationen und ungeeigneten Stromverbrauchern eingetreten waren, sowie an solchen Anlagen, die infolge von Schalt- und Installationsfehlern Dritter unter Spannung standen. Hierher gehörten also jene Vorkommnisse, die durch die Benützung von Schnurlampen mit offenen Metallfassungen oder ungenügend geschützten Lampensockeln hervorgerufen wurden, ferner jene an unverschalteten Schalttafelkontakten und an Lichtanlagen, deren einpolige Gruppensicherung im Nulleiter, anstatt im Polleiter eingebaut war und dergleichen. In der dritten Zeile sind endlich jene Unfälle zusammengefasst, die an Anlagenteilen vorkamen, die normalerweise spannungslos hätten sein sollen, wie z. B. an ungenügend gerenderten Handbohrmaschinen mit Isolationsdefekten, an mangelhaft isolierten Leitungsstücken usw.

Von den 20 tödlichen Niederspannungsunfällen wurden, wie aus der Tabelle V hervorgeht, 19 durch Spannungen (wirksame Spannung) bis zu 250 Volt verursacht und nur ein einziger durch eine höhere Niederspannung. Davon entfielen 17 Unfälle auf 380/220 Volt-Anlagen, wobei die wirksame Spannung in der Mehrzahl der Fälle 220 Volt gegen Erde, in einigen Fällen aber auch weniger, betrug. Ein Mann erlitt im Bad den Tod, obwohl er durch die Elektrisierung nur einer Spannung von ca. 70 Volt ausgesetzt war. In zwei Fällen hatte nicht die zur Auswirkung gekommene Spannung von 220 Volt den Tod verursacht, sondern der damit verbundene Sturz von einer Kranbrücke.

Aus der Tabelle VI, in welcher die Unfälle nach den Berufsarten der Betroffenen unterteilt sind, ergibt sich eine wesentliche Abnahme der leichten

Zahl der Unfälle, unterteilt nach der Art der Anlagenteile und der Höhe der Spannungen.

Tabelle V.

Anlagenteil	Zur Wirkung gekommene Spannung										Total		
	bis 250 V		251 bis 1000 V		1001 bis 5000 V		5001 bis 10000 V		über 10000 V		verletzt	tot	Total
	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot	verletzt	tot			
Generatorenstationen und grosse Unterwerke . .	—	—	1	—	—	1	3	—	3	2	7	3	10
Leitungen . . . . .	4	1	3	—	—	—	1	—	1	2	9	3	12
Transformatorstationen .	1	—	—	—	1	—	3	2	5	1	10	3	13
Versuchsräume . . . . .	—	—	1	—	—	—	—	—	2	—	3	—	3
Industrielle und gewerbliche Betriebe . . . . .	10	3	14	1	—	—	—	—	—	—	24	4	28
Transportable Motoren .	13	3	1	—	—	—	—	—	—	—	14	3	17
Tragbare Lampen . . . . .	6	6	—	—	—	—	—	—	—	—	6	6	12
Uebr. Beleuchtungskörper	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	3
Medizinische Apparate . .	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	1
Uebrigere Hausinstallationen	6	5	3	—	—	—	—	—	—	—	9	5	14
Total	42	19	23	1	1	2	7	2	11	5	84	29	113
	61		24		3		9		16		113		

fällen, bei denen es den Verunfallten bekannt war, dass sich die Anlagen unter Spannung befanden, lag meistens ein Selbstverschulden durch mangelnde Vorsicht vor. Naturgemäss umfasst diese Kategorie in erster Linie das Berufspersonal, das bei seinen Arbeiten sich solchen Gefahren in besonderem Masse ausgesetzt sieht. In der zweiten Zeile wurden jene Unfälle ausgeschieden, die an nicht

Unfälle beim eigentlichen Monteurpersonal, während in den übrigen Berufskategorien keine erheblichen Unterschiede gegenüber den früheren Jahren in Erscheinung treten.

Die durch Starkstrom verursachten Verletzungen bewirkten bei den Betroffenen, wie die Tabelle VII zeigt, eine Arbeitsunfähigkeit von insgesamt 4100 Tagen; dabei wurde bei den Hausfrauen

Zahl der Unfälle, unterteilt nach den Berufsarten der Verunfallten.

Tabelle VI.

Berufsarten	ver- letzt	tot	total
Ingenieure und Techniker	2	1	3
Maschinisten und Anlage- wärter . . . . .	7	1	8
Monteure u. Hilfsmonteure in elektrischen Betrieben u. Installationsgeschäften	22	4	26
Andere Arbeiter von elek- trischen Unternehmungen	8	2	10
Fabrikpersonal . . . . .	26	4	30
Bauarbeiter . . . . .	10	6	16
Landwirte, landwirtschaftl. Arbeiter und Gärtner . .	—	3	3
Feuerwehrlaute und Mil- itärpersonen . . . . .	—	2	2
Hausangestellte . . . . .	3	1	4
Kinder . . . . .	2	1	3
Sonstige Drittpersonen . .	4	4	8
<b>Total</b>	<b>84</b>	<b>29</b>	<b>113</b>

und Kindern anstelle der Arbeitsunfähigkeit die Heilungsdauer der Verletzungen berücksichtigt. Zwei Maler, die an einer 15 000 V-Anlage erhebliche

betrif einen Bauarbeiter, der ohne ausreichende Ueberwachung in einer 50 kV-Schaltanlage mit Malerarbeiten betraut wurde; er begab sich in eine im Betrieb stehende Schaltzelle, wo er mit Hochspannungsteilen in Berührung kam und so schwere Verletzungen erlitt, dass er bald nach seiner Ankunft im Spital starb. Alle übrigen Unfälle dieser Kategorie betrafen Betriebspersonal. Ein Chefelektriker wurde getötet, als er im Kraftwerk einer industriellen Unternehmung Messwandlerdaten ablesen wollte, ohne die Ausserbetriebsetzung der 2000 V-Anlagen abzuwarten. Auf ähnliche Weise zog sich ein Maschinist an einem 45 kV-Schalter schwere Verbrennungen zu, die eine Arbeitsunfähigkeit von mehr als zwei Monaten zur Folge hatten. — Zwei Unfälle mit sehr schweren Verletzungen und ein Todesfall gehören in die Kategorie der Unfälle bei Reinigungsarbeiten. Solche Unfälle ereignen sich leider immer wieder. In zwei Fällen war die Abschaltung von Trennern nur unvollständig erfolgt. Im dritten Fall betrat ein Hilfsmaschinist eine unrichtige 50 000 V-Zelle; die ausgedehnten Brandwunden führten nach 14 Tagen zum Tode.

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

Tabelle VII.

Dauer der Arbeitsunfähigkeit	Eigentliches Betriebspersonal				Anderes Werkpersonal u. Installationsmonteure				Drittpersonen				Total			
	Anzahl Verletzter		Total der Unfalltage		Anzahl Verletzter		Total der Unfalltage		Anzahl Verletzter		Total der Unfalltage		Anzahl Verletzter		Total der Unfalltage	
	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H
0 Tage . . . . .	—	1	—	—	2	1	—	—	5	—	—	—	7	2	—	—
1 bis 15 Tage . .	—	—	—	—	5	1	35	15	18	—	170	—	23	1	205	15
16 bis 31 Tage .	1	—	30	—	8	4	180	100	8	—	170	—	17	4	380	100
1 bis 3 Monate .	—	2	—	140	3	2	135	140	9	—	440	—	12	4	575	280
mehr als 3 Monate	—	3	—	520	1	2	115	230	5	3	720	960	6	8	835	1710
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>30</b>	<b>660</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>465</b>	<b>485</b>	<b>45</b>	<b>3</b>	<b>1500</b>	<b>960</b>	<b>65</b>	<b>19</b>	<b>1995</b>	<b>2105</b>
	<b>7</b>		<b>690</b>		<b>29</b>		<b>950</b>		<b>48</b>		<b>2460</b>		<b>84</b>		<b>4100</b>	

N = Niederspannungsunfälle.

H = Hochspannungsunfälle.

Verletzungen erlitten, mussten sich einer mehrmonatigen Spitalbehandlung unterziehen; beide Verunfallte sind nach beinahe Jahresfrist erst teilweise wieder arbeitsfähig. In einem weiteren Fall, wo der Stromübertritt zu einem Sturz aus ca. 7 m Höhe führte, waren die erlittenen Verletzungen so schwer, dass auch eine längere Spitalbehandlung keine Heilung mehr herbeiführen konnte.

**II. Einige lehrreiche Unfälle.**

Ueber die Unfälle an verschiedenen Anlageteilen, wie sie in der Tabelle V ausgeschieden sind, ist im einzelnen folgendes zu erwähnen:

*Unfälle in Kraft- und grossen Unterwerken.*

Von den drei in der Tabelle V aufgeführten Todesfällen ereigneten sich zwei in Kraftwerken und einer in einem Unterwerk. Dieser letztere Unfall

**Die Unfälle**

*an Hochspannungsleitungen*

waren im Berichtsjahr verhältnismässig wenig zahlreich. Ein Monteur verlor sein Leben, weil er sich auf einem Mast einer 64 000 V-Leitung, die einen ausgeschalteten und einen im Betrieb stehenden Strang umfasste, am ersteren zu schaffen machte, bevor er geerdet und kurzgeschlossen war. Die vorhandene Induktionsspannung bewirkte beim Berühren eines Leiters eine Elektrisierung des Monteurs, worauf er aus 12 m Höhe zu Boden stürzte und die Wirbelsäule brach. — Zwei Zimmerleute bedienten sich für die Erstellung eines Holzschuppens neben einer 50 000 V-Leitung eines 9,6 m hohen Windenbockes. Unter der Wirkung der zu hebenden Last neigte sich der Windenbock gegen die Hochspannungsleitung, worauf die beiden Zimmerleute über die Seilrollen und das Drahtseil einem Stromdurchgang ausgesetzt wurden und sich

sehr starke Verbrennungen zuzogen, die bei einem der beiden Verunfallten nach 6 Wochen zum Tode führten, während sie beim zweiten nach siebenmonatiger Arbeitsunfähigkeit eine bleibende Fussverstümmelung zur Folge hatten. Ein weiterer Unfall an einem 6000 V-Kabel war auf das Vorhandensein falscher Bezeichnungen und die dadurch hervorgerufene Abschaltung eines unrichtigen Kabels zurückzuführen.

#### *In Transformatorstationen*

wurden zwei Anlagewärter und ein Bauarbeiter getötet, sowie drei weitere Anlagewärter verletzt, weil sie sich in unvorsichtiger Weise Hochspannungsanlageteilen näherten, bzw. sich an diesen zu schaffen machten. Bei den Anlagewärtern handelte es sich durchwegs um Leute, die diesen Posten nur neben ihrem anders gearteten Hauptberuf ausübten. Zwei dieser Anlagewärter bestiegen, in der Absicht eine defekte Hochspannungssicherung auszuwechseln, Maststationen, ohne vorher die Freileitungsschalter in der Hochspannungszuleitung zu öffnen. Sie kamen beim Auswechseln der Hochspannungssicherungen mit unter Hochspannung stehenden Anlageteilen in Berührung und büssten dabei ihr Leben ein. Auf ähnliche Weise verunfallten drei weitere Anlagewärter, indem sie die erhaltenen Instruktionen nicht befolgten. Ausserdem erlitten auch ein Techniker und vier Monteure bei Arbeiten und Kontrollen in Transformatorstationen Brandwunden durch Spannungsüberschläge aus Hochspannungsanlageteilen, denen sie sich in unvorsichtiger Weise zu stark genähert hatten.

#### Die Unfälle

##### *an Niederspannungsleitungen*

waren im Berichtsjahre glücklicherweise verhältnismässig wenig zahlreich. Die Statistik verzeichnet ein einziges Vorkommnis mit tödlichem Ausgang, und zwar an einer 250/145 V-Drehstromleitung. Bei diesem Unfall sollten auf einer Stange, die sich verdreht hatte, die Isolatoren versetzt werden. Mit Rücksicht auf einen Fabrikbetrieb wurde die betreffende Leitung nicht ausgeschaltet. Der mit der Arbeit betraute Monteur kam mit den frei hängenden, unterhalb seines Standortes auf der Stange befindlichen Leitungsdrähten in Berührung; er hatte sich in diesem Moment noch nicht angegurtet, weshalb er infolge der Elektrisierung von der Stange herunter stürzte und dabei den Tod erlitt. In einem andern Falle hatte der verantwortliche Arbeitsleiter versehentlich in der Transformatorstation die unrichtigen Sicherungen entfernt und so, entgegen seiner Mitteilung an die Monteure, den 380/220 V-Leitungsstrang, an welchem gearbeitet werden sollte, unter Spannung gelassen. Ein Monteur, der mit den Arbeiten an den Leitungsdrähten begann, ohne sich zuvor, z. B. durch Kurzschliessen der Drähte zu vergewissern, ob wirklich keine Spannung mehr vorhanden sei, wurde elektrisiert und konnte sich erst nach einiger Zeit von den Drähten, an denen er festgehalten

war, befreien. Er rutschte dann mit dem um die Stange geschlungenen Leibgurt der Stange entlang aus ca. 7 m Höhe zu Boden und erlitt Verletzungen an der Wirbelsäule. Drei Unfälle betrafen Bauhandwerker, die auf Gerüsten in der Nähe ungeschützter Hausanschlussdrähte arbeiteten und mit diesen Drähten in Berührung gelangten. Nachdem durch Mitteilungen in den Tageszeitungen und an Berufsverbände schon wiederholt auf die bei solchen Arbeiten notwendige Verschalung der Freileitungsdrähte hingewiesen wurde, die zudem von den Werken, wenn sie rechtzeitig benachrichtigt werden, kostenlos erfolgt, sollten derartige Unfälle nicht immer wieder vorkommen. Ein Knabe löste an einer Hochspannungsleitung ein provisorisches Ankerseil, das um einen Baum geschlungen war und ihn bei den Feldarbeiten hinderte. Dabei berührte dieses Ankerseil einen Leitungsdraht und der Knabe erhielt dadurch einen heftigen elektrischen Schlag. Dieser Unfall zeigt, dass es notwendig ist, auch bei provisorischen Verankerungen von Hochspannungstragwerken isolierende Unterbrechungen in die Ankerseile einzufügen, wenn diese an den Tragwerken oberhalb des untersten Leiters befestigt werden.

Im Berichtsjahr wurden dem Starkstrominspektorat zwei Unfälle

##### *in Versuchsräumen,*

von denen 3 Personen betroffen wurden, gemeldet. An einem zur Prüfung aufgestellten Kurzwellen-Therapieapparat wurde ein Physiker getötet. Der Vorfall wurde erst einige Zeit nach dem Unfall wahrgenommen. Wahrscheinlich kam der Physiker, der die Apparatenrückwand für seine Untersuchung hatte entfernen müssen, aus Unachtsamkeit mit 2000 V-Anlageteilen in Berührung. Im Lokomotivversuchsstand einer Fabrik erlitten zwei Maler auf einem zur Ablieferung bereiten Doppel-Triebwagen einen schweren Unfall. Die Ablieferung des Triebwagens drängte, gewisse Apparate funktionierten aber noch nicht richtig, so dass es nötig war, diese aus dem Fabriknetz her nochmals unter Spannung zu setzen. Dabei erhielt ein Transformator auf dem Triebwagen niederspannungsseitig Strom, wodurch der Stromkreis auf der Hochspannungsseite des Transformators, an welchem u. a. auch die Stromabnehmer angeschlossen waren, unter eine Spannung von ca. 15 000 Volt geriet. Zwei Maler, die auf dem Dache des Triebwagens beschäftigt waren, waren in diesem Momente mit den Stromabnehmern in Berührung und erlitten schwere Verbrennungen. In der Eile war leider das Umstellen eines Hebelschalters, der die Verbindung mit dem Hochspannungstransformator aufgehoben hätte, unterblieben.

Mit Bezug auf ihre Anzahl standen die Unfälle

##### *in gewerblichen und industriellen Anlagen*

wiederum an erster Stelle. Dies darf aber kaum verwundern, wenn man bedenkt, in welchem grossem Umfange alle unsere industriellen Betriebe heute mit elektrischen Anlagen durchsetzt sind. Das Her-

vortreten dieser Unfälle bezog sich immerhin in der Hauptsache nur auf leichtere Vorkommnisse, waren doch in diesen Anlagen, mit Einschluss je eines Unfalles an einer ungeeigneten Schnurlampe und an einer Handbohrmaschine nur sechs Todesfälle vorgekommen, während in Wohnhäusern und landwirtschaftlichen Betrieben an transportablen Lampen und Motoren 13 Personen ihr Leben einbüssten. Von den insgesamt 28 Verletzungen in gewerblichen und industriellen Anlagen sind 10 auf Flammenbogen bei Kurzschlüssen zurückzuführen. Die meisten dieser Unfälle hätten sich bei vorsichtigerem Manipulieren vermeiden lassen. Glücklicherweise ziehen die Flammenbogenunfälle im allgemeinen keine erheblichen Folgen nach sich. Die Statistik verzeichnet sodann drei Kranunfälle. In allen drei Fällen hatten die Kranführer die Kranbahn bestiegen, ohne vorher die blanke Kontaktleitung spannungslos zu machen. Ferner verlor ein Buchdruckerei-Maschinenmeister sein Leben, weil er an einem Schützenschalter zum Zwecke einer Kontrolle die metallene Verschaltung wegnahm und dabei eine Polleiterklemme berührte, die gegen Erde eine Spannung von 500 V aufwies. Von den übrigen Unfällen dieser Kategorie sind mehrere auf unverschaltete Apparaten- und Schalttafelkontakte, sowie auf Defekte an Drahtisolationen (zwei Fälle) zurückzuführen.

#### *An transportablen Motoren*

ereigneten sich ebenfalls verhältnismässig zahlreiche Unfälle. Von den in der Tabelle Nr. V aufgeführten drei tödlichen Unfällen traten zwei an transportablen landwirtschaftlichen Motoren und einer an einer Handbohrmaschine auf einem Zimmerplatz auf. Die Untersuchung der Handbohrmaschine, die zu diesem letzteren Unfall führte, ergab, dass in einer Kupplungssteckdose in der Zuleitung die Leiter unrichtig angeschlossen waren, indem der Polleiter mit dem Erdkontakt in Berührung stand. Als ein Zimmermann die Handbohrmaschine erfasste, wurde er durch die Krampfwirkung des Stromes festgehalten und konnte sie nicht mehr loslassen. Hierauf eilte ihm ein Mitarbeiter zu Hilfe und ergriff ebenfalls die Handbohrmaschine. Dieser Letztere wurde dabei vom elektrischen Strom getötet, während der erste Zimmermann keinen weiteren Schaden erlitt und sich sofort erholte, als die Zuleitung spannungslos gemacht wurde. Zwei Todesfälle an transportablen Motoren entfielen auf Bauernsöhne im Alter von 15 und 17 Jahren. In einem dieser Fälle lag eine nur ungenügend mit Isolierband umwickelte Kabeldefektstelle der Motorzuleitung in einer Wasserlache, so dass die nasse Kabelumhüllung unter Spannung geriet. Als der Sohn des Motorbesitzers das Kabel aufhob und es gerade an dieser Stelle erfasste, wurde er vom elektrischen Strom getötet. Im zweiten Fall hatte sich im Stecker an der Kabeltrommel eine Klemmschraube gelöst und stellte eine Verbindung zwischen Polleiterklemme und Erdleiterklemme her. Der zur Erde fliessende Strom vermochte die vorgeschaltete 25 A-Sicherung

nicht durchzuschmelzen, da die Erdung des Stromverbrauchers einen Widerstand von 11 Ohm, jene des Niederspannungs-Nullpunktes einen Widerstand von ca. 1 Ohm aufwies. Trotz der Erdung trat daher am Motorgehäuse eine Berührungsspannung von ca. 190 V (380/220 Volt Drehstromnetz) auf und führte zum Unfall, als der Jüngling sich am Kastenschalter festhalten wollte. Von den übrigen Unfällen dieser Kategorie wurden vier durch das Fehlen einer Erdung an Handbohr- und Handשמירgelmaschinen verursacht. In ebenfalls vier weiteren Fällen waren in den Zuleitungskabeln die Erdungsadern abgebrochen oder aus den Befestigungsklemmen herausgerutscht, wobei sie alsdann einen Polleiter berührten und auf diese Weise Anlass zu Unfällen gaben. Endlich verunglückte ein Mann bei der Benützung eines metallarmierten Kabels, dessen Armierung unter Spannung kam.

Die Verwendung von ungeeigneten und mangelhaften

#### *tragbaren Lampen*

erwies sich im Berichtsjahr wiederum als sehr verhängnisvoll, indem dadurch sechs Personen ihr Leben verloren. In einem dieser Fälle war die Ursache des tödlichen Unfalles die, dass eine Tochter eine metallene Nachttischlampe, die einen Isolationsdefekt aufwies, im Bade benützte. Ein Mann erlitt den Tod beim Erfassen einer ebenfalls mit einem Isolationsdefekt behafteten metallenen Ständerlampe auf einer Veranda mit feuchtem Steinboden. Bei den übrigen vier tödlichen Unfällen wurden gewöhnliche Metallfassungen als Schnurlampen in Kellerlokalen und Werkstätten benützt. — Auch die sechs in der Tabelle V unter dieser Rubrik aufgeführten Verletzungen sind auf ähnliche Ursachen zurückzuführen.

#### *An ändern Beleuchtungskörpern*

ereigneten sich ein Todesfall und zwei Verletzungen. Ein Maurerlehrling hatte in einem Stall die beiden Enden eines abgerissenen Lampenanschlussdrahtes in spannungslosem Zustande zusammengedrillt. Nachdem er die zugehörigen Sicherungen wieder eingeschraubt hatte, machte er sich an der Flickstelle nochmals zu schaffen und wurde dabei getötet. Von den beiden nicht tödlichen Unfällen ereignete sich der eine an einem mit einem Isolationsdefekt behafteten Schnurpendel mit Metallfassung bei gleichzeitiger Berührung einer Maschine und ein anderer in einer Bauinstallation durch Umfassen einer blanken Drahtstelle.

#### *In Hausinstallationen*

verzeichnet die Statistik 5 Todesfälle und 9 Verletzungen, das ist gegenüber dem Vorjahre eine Abnahme der Verletzungen, jedoch eine Zunahme der Todesfälle. Ein Bauernknecht wurde getötet, als er, auf dem Erdboden stehend, die Erdleitung eines 500 V-Motors berührte. Diese Erdleitung wies zufolge eines Isolationsdefektes und ihres grossen Erdwiderstandes ein Potential gegen Erde in der Höhe

von ca. 200 V auf. — Ebenfalls ein schwerer Unfall, der auf Spannungsübertragung aus einer defekten Anlage auf normal spannungslose Objekte (Wasserinstallationen im Badezimmer) zurückzuführen ist, stiess einem Geometer in der Badewanne seiner Wohnung zu und nahm infolge der ungünstigen Nebenumstände einen tödlichen Verlauf, trotzdem die wirksame Spannung nur ca. 70 V betrug. Dieser Unfall wurde im Bulletin des SEV 1940, Nr. 1, S. 21 näher beschrieben. Ein Soldat, von Beruf Telephonmonteur, wurde getötet, als er in einem Kantonement eine provisorische Lichtinstallation erweiterte und, auf dem nassen Zementboden stehend, an einem spannungsführenden Draht hantierte. Ferner sei noch der Todesfall eines Maurers erwähnt, der in einem Stall bei der Berührung des nackten Bleimantels der Licht-

installation sein Leben verlor. Das Bleikabel war infolge der Desinfektion des Stalles nach Ausbruch der Maul- und Klauenseuche schadhafte geworden. Der Verunfallte stand beim Berühren des Kabels mit genagelten Schuhen in einer Jauchelache. (Ueber Vorsichtsmassnahmen gegenüber elektrischen Einrichtungen beim Desinfizieren von Stallräumen s. Bulletin des SEV, Jahrgang 1939., Nr. 4, S. 117.) Sechs Monteure erlitten Verletzungen bei Installationsarbeiten. Dabei ist ein Fall besonders erwähnenswert, wo der Schmelzeinsatz einer einpoligen Gruppensicherung im Nulleiter, anstatt im Polleiter, eingebaut war, so dass die Anlage, an der der junge Monteur zu arbeiten hatte, unter Spannung blieb, trotzdem dieser glaubte durch Entfernen der Gruppensicherung das Nötige zu seinem Schutze getroffen zu haben.

## Bau- und Betriebskosten schweizerischer Wasserkraftwerke.

Von A. Hürny, Zürich.

621.311.21.003

*Auf Grund des zur Verfügung stehenden Materials wird ein Ueberblick über Baukosten und Betriebskosten der schweizerischen Wasserkraftwerke gegeben. Dabei war der Autor weitgehend auf eigene Schätzungen angewiesen. Angenommen wurde eine hundertprozentige Ausnutzung der disponiblen Energie und eine Verzinsung der Gelder von 5%. Es handelt sich um eine persönliche Untersuchung des Autors, ohne irgendwelche Mitwirkung der Elektrizitätswerke und offiziellen Stellen.*

*Partant des chiffres à disposition, l'auteur donne un aperçu des frais d'aménagement et d'exploitation des usines hydro-électriques suisses. Pour ce faire, l'auteur a dû recourir dans une large mesure à des estimations. Il a admis une utilisation complète de l'énergie disponible et un taux de 5% pour les intérêts des capitaux engagés. Il s'agit là d'une étude personnelle de l'auteur, sans aucune collaboration de la part des centrales ou d'instances officielles.*

Die ausserordentlich verschiedenartigen natürlichen Verhältnisse bedingen grosse Unterschiede in den Bau- und Betriebskosten der schweizerischen Wasserkraftwerke. Es ist daher von Interesse, auf Grund von Erfahrungswerten sich ein Bild über diese Kosten zu verschaffen.

Das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft hat in seiner Publikation Nr. 23 zum ersten Male eine Darstellung der Erzeugungskosten elektrischer Energie aus schweizerischen Wasserkraftwerken gegeben (1927)<sup>1)</sup>. Seither ist eine grössere Anzahl neuer Wasserkraftwerke erstellt worden. Die vorliegende Untersuchung umfasst nun auch diese neuen Werke. Ferner gibt sie auch Auskunft über die Anlagekosten.

Wie in der Veröffentlichung des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft werden auch hier folgende Kategorien von Wasserkraftwerken unterschieden:

- Akkumulierwerke mit Jahresspeicherbecken,
- Spitzenwerke mit Ausgleichsbecken,
- Laufwerke ohne Ausgleichsbecken, und zwar Nieder- und Hochdruckwerke.

Es wurden fast alle Wasserkraftwerke der Schweiz, inkl. die Grenzwerte mit mehr als 3000 kW Nennleistung berücksichtigt. Für jedes Kraftwerk oder jede Kraftwerkgruppe wurden die wichtigsten Daten tabellarisch zusammengestellt. Dabei wurde zur Hauptsache die Statistik der Elektrizitätswerke

der Schweiz nach dem Stand auf Ende 1936, bearbeitet vom Starkstrominspektorat des SEV, verwendet und, wenn möglich, Geschäftsberichte oder Beschreibungen zur Kontrolle und Ergänzung der Daten herangezogen.

Die genannte Tabelle, die den folgenden Ausführungen zugrunde liegt, enthält folgende Angaben:

- Name des Werkes, Erstellungsjahr;
- Nennleistung in kW (normale Höchstleistung entsprechend den Dauerleistungen der Generatoren);
- Mögliche mittlere jährliche Energieproduktion;
- Jährliche Gebrauchsdauer der Nennleistung in Stunden;
- Baukosten der Staumauer allein und Anlagekosten ohne Staumauer sowie totale Anlagekosten;
- Mittlere Anlagekosten in Fr./kW und Fr./kWh;
- Jährliche Betriebskosten in % der Anlagekosten;
- Jährliche Betriebskosten der Staumauer allein (6% der Baukosten);
- Jährliche Betriebskosten der Anlage ohne Staumauer;
- Jährliche Betriebskosten total;
- Jährliche Betriebskosten in Fr./kW und Rp./kWh.

Vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft wurden seinerzeit die Baukosten auf die Preisbasis 1927 umgerechnet unter Benutzung folgender Umrechnungsfaktoren:

- a) Aenderung der Einheitspreise;
- b) Aenderungen der baulichen oder mechanischen Anlagen bei moderner Ausführung (Vereinfachungen);
- c) Aenderung der elektrischen Anlage.

Diese Umrechnungen wurden hier unverändert übernommen. Für die nach 1927 erstellten Kraftwerke wurden die effektiven Anlagekosten eingesetzt.

<sup>1)</sup> Wirtschaftliches über die Energieversorgung des Landes im Winter. Mitteilg. Nr. 23 des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft, Bern 1928.