Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 49 (1958)

Heft: 22

Rubrik: Energie-Erzeugung und -Verteilung : die Seiten des VSE

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: 09.08.2025

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

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Fragen des Brandschutzes und der Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen

Bericht über die 18. Diskussionsversammlung des VSE vom 29. Mai 1958 in Bern

Mittel und Wege zur Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen

von *H. Hubacher*, Bern

614.84 : 621.311.42

Nachdem der Referent die physikalisch-chemischen Grundlagen eines Brandes in Erinnerung gerufen hat, behandelt er die Löschmittel, die nach den zum Löschen von Bränden angewendeten Verfahren «Ersticken» und «Abkühlen» in zwei Gruppen eingeteilt werden. Alsdann folgen einige Ausführungen über die praktische Anwendung der besprochenen Löschmittel durch Handfeuerlöscher und Grosslöschgeräte, sowie über die Verhaltensregeln beim Löschen von Bränden in elektrischen Anlagen. Im Abschnitt über die Ermittlung von Brandausbrüchen wird die Wirkungsweise der Feuermelder erläutert. Als selbsttätige Löscheinrichtung werden die Sprinkleranlagen genannt. Hierauf streift der Referent einige Fragen im Zusammenhang mit der Betriebsfeuerwehr, der Ortsfeuerwehr und der selbsttätigen Brandbekämpfung und kommt zum Schluss auf die Brände bei Ölschaltern zu sprechen.

Après avoir rappelé la nature physico-chimique d'un incendie, l'auteur traite des principaux agents extincteurs, qu'il classe en deux groupes, selon qu'ils permettent d'étouffer ou de refroidir l'incendie. Il donne ensuite quelques indications sur l'utilisation pratique de ces agents extincteurs au moyen d'extincteurs manuels et d'engins d'extinction de grande puissance, ainsi que sur la façon de se comporter lors d'incendies dans les installations électriques. Dans le chapitre suivant, l'auteur explique le fonctionnement des avertisseurs d'incendie, dont il décrit quatre types différents. Après avoir souligné les avantages des extincteurs fixes et automatiques, il compare les diverses possibilités de combattre le feu: piquet d'incendie, corps de sapeurs-pompiers, installations automatiques. La conférence se termine par des considérations sur les incendies de disjoncteurs à huile.

Die physikalisch-chemischen Grundlagen eines Brandes

Diese Ausführungen sind nicht als ein Lehrvortrag aufzufassen; sie sollen lediglich einige Begriffe in Erinnerung rufen, die für das Verständnis des Nachfolgenden wichtig sind.

Die Vereinigung eines Stoffes mit Sauerstoff wird als Oxydation bezeichnet. Bei diesem Vorgang wird Energie in Form von Wärme frei. Wird eine Oxydation beschleunigt, so erhöht sich die Wärmeerzeugung dermassen, dass eine Lichtentwicklung oder mit andern Worten eine Feuererscheinung eintritt. Diese Art beschleunigter Oxydation ist eine *Verbrennung*. Eine Verbrennung ist also ein chemischer Vorgang, bei dem sich ein Stoff unter Feuererscheinung mit Sauerstoff verbindet. Jede Verbrennung ist eine Oxydation, aber nicht jede Oxydation eine Verbrennung.

Die Feuererscheinung, gewissermassen der physikalische Vorgang bei der Verbrennung, kann in zwei Formen auftreten: als *Flamme* oder als *Glut*.

Diese zwei verschiedenen Zustände richten sich nach der Natur der brennenden Stoffe. Nur mit Flammen brennen alle gasförmigen Stoffe. Flüssigkeiten gehen zuerst in Dampf über und verbrennen alsdann mit Flamme. Feste Stoffe lassen drei Möglichkeiten offen. Teile davon können bei genügender Hitze sublimieren, d. h. direkt verdampfen. Ein weiterer Teil kann schmelzen, und die entstehende Flüssigkeit kann bei fortgesetzter Wärmezufuhr verdampfen, um alsdann mit Flamme zu verbrennen. Der feste Rückstand verbrennt unter Bildung von Glut.

Da die Flamme ein verbrennender, lichtaussendender Gasstrom ist und je nach der Gaszusammensetzung anders aussehen kann, ist es nicht möglich, mit einfachen Mitteln aus dem Aussehen der Flamme auf ihre Temperatur zu schliessen. Hingegen ist es möglich, aus der Glutfarbe auf ganz einfache Weise solche Schlüsse zu ziehen. Es bestehen nämlich folgende Zusammenhänge:

bei	400 °C	Grauglut
	525 °C	dunkelrote Glut
	700 °C	dunkle Rotglut
	900 °C	helle Rotglut
	1100 °C	Gelbglut
	1300 °C	beginnende Weissglut
	1500 °C	volle Weissglut.

Soll eine Verbrennung zustande kommen, so müssen folgende Bedingungen gleichzeitig erfüllt sein:

a) Es muss ein brennbarer Stoff vorhanden sein
b) Sauerstoff muss ungehindert und in genügender Menge zur Verfügung stehen
c) Der brennbare Stoff muss die erforderliche Zündtemperatur haben
d) Stoff und Sauerstoff müssen mengenmässig zueinander im richtigen Verhältnis stehen.

Für die Beurteilung der für eine Verbrennung in Frage kommenden *brennbaren Stoffe* sind verschiedene Eigenschaften von Bedeutung. Es handelt sich dabei um die Brennbarkeit, die Entzündlichkeit, die Verbrennungswärme und die Verbrennungstemperatur.

Vergleicht man beispielsweise Wolle und Federn mit Magnesium, so sieht man, dass diese Stoffe sehr unterschiedliche Eigenschaften in bezug auf ihre *Brennbarkeit* aufweisen. Aus diesem Grunde spricht man von leicht brennbaren oder von schwer brennbaren Stoffen. Die leicht brennbaren Stoffe brennen, falls sie einmal entzündet sind, auch nach Entfernung der Zündquelle weiter. Die schwer brennbaren Stoffe brennen im allgemeinen nur dann weiter, wenn dafür gesorgt ist, dass die Wärmezufuhr von aussen her genügend ist.

Mit der *Entzündlichkeit* werden Stoffe auf ihre Eigenschaft charakterisiert, sich rasch oder langsam entzünden zu können. Es gibt schwer entzündbare Stoffe, wie beispielsweise Koks, der mit einer Streichholzflamme nicht entzündet werden kann. Im Gegensatz dazu gibt es normal entzündliche Stoffe, wie Holzwolle und feine Holzspäne, die alle mit einer Streichholzflamme zu brennen beginnen, und leicht entzündliche Stoffe, wie Acetylen. Ferner gibt es selbstentzündliche Stoffe, wie der weisse Phosphor.

Jeder Stoff, der verbrennt, gibt in bezug auf die verbrannte Menge eine bestimmte Wärmemenge frei. Sie ist jedem Stoff eigen; sie wird in der Regel in kcal/kg angegeben und als *Heizwert* bezeichnet. So hat beispielsweise Steinkohle einen Heizwert von 6200...8000 kcal/kg, Benzin einen solchen von 9800... 10 400 kcal/kg, Propan 11 070 kcal/kg und Wasserstoff 33 910 kcal/kg.

Die *Verbrennungstemperatur* ist einerseits abhängig vom Heizwert und andererseits von der Verbrennungsgeschwindigkeit. Je höher die Verbrennungsgeschwindigkeit, desto grösser darf im allgemeinen die Verbrennungstemperatur angenommen werden.

Phosphor	verbrennt bei ca. 800 °C
Holz, Kohle	verbrennt bei ca. 1100...1300 °C
Leuchtgas	verbrennt bei ca. 1550 °C
Acetylen-Sauerstoff	verbrennt bei ca. 3100 °C

In der Regel darf angenommen werden, dass sich die Temperatur bei Grossbränden zwischen 800 und 1100 °C bewegt.

Den Bedingungen für die Verbrennung war zu entnehmen, dass *das richtige Mengenverhältnis* ebenfalls von Bedeutung ist. Es ist z. B. bekannt, dass für die vollständige Verbrennung von einem kg Wasserstoff acht kg Sauerstoff benötigt werden. Die Rolle der Konzentration lässt sich am deutlichsten bei den Flüssigkeiten und zwar am Beispiel des Petroleums zeigen. Es gelingt nicht, bei einer Temperatur von ca. 20 °C Petroleum in einem offenen Gefäss mit einer Streichholzflamme zu entzünden. Wird das Petroleum jedoch auf ca. 40 °C erwärmt, so ist eine Entzündung möglich. Der Grund dieses Verhaltens liegt darin, dass erst bei 40 °C die Konzentration der sich entwickelnden Petroleumdämpfe so gross ist, dass diese angezündet werden können. Die Temperatur, die eine Flüssigkeit haben muss, damit die entwickelten Dämpfe die zur Entzündung nötige Dichte haben, ist der *Flammpunkt*. Als Beispiel seien einige Flammpunkte angegeben:

Benzin	— 24 °C	Diesel	+ 76 °C
Alkohol	+ 13 °C	Schmieröl	+ 165 °C
Terpentinöl	+ 35 °C	Leinöl	+ 224 °C

Eine weitere Eigenschaft der Flüssigkeiten für den Verbrennungsvorgang ist, dass die Flammpunkttemperatur nicht genügt, um einen dauernden Brennvorgang zu erhalten. Die Temperatur muss auf den *Brennpunkt* gesteigert werden. Der Brennpunkt ist die Temperatur, die eine Flüssigkeit haben muss, um soviel Dämpfe zu entwickeln, dass ein Weiterbrennen ohne weiteres erfolgen kann. Wird die Temperatur einer Flüssigkeit oder eines Stoffes noch weiter gesteigert, so kommt man zum *Zündpunkt*. Es ist die Temperatur, die ein Stoff haben muss, damit er durch Berührung mit Luft selbständig zu brennen beginnt.

Als Beispiele von Zündpunkten seien hier erwähnt:

Terpentinöl	253 °C	Steinkohle	350 °C
Anthrazit	250...280 °C	Dieselöl	350 °C
Schmieröl	270 °C	Gasöl	356 °C
Holz	280...340 °C	Leinöl	438 °C
Papier	185...360 °C	Benzin	470...530 °C

Die grundsätzlichen Möglichkeiten zum Löschen von Bränden

Wie bereits eingangs erwähnt, sind die vier Bedingungen — brennbarer Stoff, Vorhandensein von Sauerstoff, Konzentration, Zündtemperatur — für den Brennvorgang massgebend. Die beiden ersten Bedingungen sind stofflicher Art. Die dritte und vierte sind Zustandsbedingungen. Gelingt es nun, mindestens eine dieser vier Bedingungen zu ändern, so sind damit die Anforderungen zum Aufrechterhalten eines Verbrennungsvorganges nicht mehr alle erfüllt, und die Verbrennung wird unterbunden. Erfahrungsgemäss stösst die Änderung der stofflichen Bedingungen meistens auf grosse Schwierigkeiten, so dass es sich als zweckmässig erweist, die Zustandsbedingungen zu ändern, was grundsätzlich auf zwei Arten erfolgen kann:

durch Störung des Konzentrationsverhältnisses zwischen dem brennbaren Stoff und dem Sauerstoff

durch Abkühlung des brennbaren Stoffes unter seine Zündtemperatur.

Die erste Möglichkeit wird als «*Ersticken*», die zweite als «*Abkühlen*» bezeichnet. Bei Stoffen, die beim Brennen in der Regel nur Flammen bilden, werden diese mit Vorteil erstickt; Stoffe, die Gluten bilden, müssen grundsätzlich abgekühlt werden.

Zu ihrer Bekämpfung müssen also Ölbrände erstickt werden. Eine Ausnahme bildet der Fall, wo Öl in dickwandigen Behältern aufbewahrt wird, die ihrerseits durch den Verbrennungsprozess erwärmt werden. Ein solcher Brand kann nicht nur durch Ersticken bemeistert werden, sondern es muss versucht werden, den durch den Verbrennungsprozess erhitzten dickwandigen Behälter gleichzeitig abzukühlen.

Die Löschmittel

Nach den Verfahren «Ersticken» und «Abkühlen» werden auch die Löschmittel eingeteilt. Man unterscheidet ferner nach dem Aggregatzustand zwischen flüssigen, gasförmigen und kombinierten Löschmitteln. In der Regel können die Löschmittel in folgende zwei Gruppen eingereiht werden:

1. Wasser
2. Schaum, Tetra, Bromid, Staub und Kohlensäure.

Das Wasser

Die Löschwirkung des Wassers besteht in der Hauptsache im Abkühlen. Es eignet sich somit als Löschmittel für glutbildende Brände. Ein Liter Wasser von 10 °C vermag bis zu seiner gänzlichen Verdampfung eine Wärmemenge von 629 kcal aufzunehmen. Aus diesem Grunde darf das Wasser als das *wirksamste Mittel zur Abkühlung* bezeichnet werden. Zudem entwickelt ein Liter Wasser bei seiner Verdampfung 1700 Liter Dampf; darin liegt theoretisch die *erstickende Wirkung des Wassers.* Vom wirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet ist das Wasser das billigste Löschmittel. Weitere Wirkungen des Wassers sind kurz die folgenden:

a) durch die Wucht seines Auftreffens wird die Oberfläche des Brandgutes vergrössert
b) seine Tiefenwirkung ermöglicht das Erreichen unter der Oberfläche liegender Glutschichten
c) infolge seiner Netzfähigkeit dringt es besser in poröses Material ein.

Weitere Vorteile des Wassers als Löschmittel sind die niedrigen Kosten, die leichte Beschaffungsmöglichkeit, die grosse Spritzweite und Spritzhöhe, das chemisch neutrale Verhalten.

Selbstverständlich zeigt Wasser als Löschmittel auch einige Nachteile:

a) der relativ hohe Gefrierpunkt
b) die Volumvergrösserung von rund 10 % beim Gefrieren
c) die Quellung von brennbaren Stoffen infolge Wasseraufnahme, verbunden mit bemerkenswerter Volumvergrösserung
d) die Saugfähigkeit brennbarer Stoffe, verbunden mit Gewichtsvermehrung.

In elektrischen Anlagen soll Wasser nur beschränkt zu Löschzwecken verwendet werden. Für den Feuerwehrmann gilt die Faustregel, dass der Mindestabstand gleichviel Meter betragen soll, wie das Mundstück Millimeter Durchmesser aufweist. Bei Verwendung von Wassernebel ist infolge der Zerstäubung des Wassers die Gefahr wesentlich geringer als bei Vollstrahl.

Schaum, Tetra, Bromid, Staub, Kohlensäure

Diese Löschmittel haben *erstickende Wirkung;* sie werden bei flammenbildenden Bränden angewendet.

Der Schaum ist im Gegensatz zum Wasser leichter als alle brennbaren Flüssigkeiten und bleibt deshalb auf ihrer Oberfläche sitzen. Seine Hauptlöschwirkung besteht darin, dass die Luftzufuhr unterbunden wird. Zur Herstellung eines richtigen Schaumes braucht es Wasser, ein Schaummittel und Luft, die auf mechanische Weise zu Schaum vermischt werden. Um 1000 Liter Luftschaum zu erzeugen, werden 145 Liter Wasser, 5 Liter Schaummittel und 850 Liter Luft benötigt.

Es gibt noch einen chemischen Schaum, der anstelle der mechanischen Mischung durch einen chemischen Prozess erzeugt wird. Der chemische Schaum ist teurer als der Luftschaum, erfordert schwere, unhandliche Geräte und die dreifache Menge Chemikalien. Er ist elektrisch etwa 100mal leitender als der Luftschaum und muss aus diesem Grund für die Verwendung bei Bränden in elektrischen Anlagen als weniger geeignet bezeichnet werden.

Unter dem Namen *Tetra* wird der Tetrachlorkohlenstoff (CCl_4) verstanden. Seine Löschwirkung ist gut. Hingegen haben seine Dämpfe einen unangenehmen Geruch; sie wirken narkotisch und sind ein Nervengift. Drei bis vier cm^3 Tetra im Körper wirken bereits tödlich. Tetra soll nur im Freien angewendet werden, und zwar mit dem Wind im Rücken, oder aber unter Verwendung von Gasschutzgeräten.

Bromid ist ein Sammelbegriff für halogenierte Kohlenwasserstoffe, die mindestens 50 % Brom im Molekül enthalten. Löscheigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten sind im Prinzip ähnlich wie bei den Tetralöschmitteln. Auch in der Handhabung sind, der Giftigkeit der entstehenden Dämpfe wegen, die gleichen Verhaltungsregeln zu beachten.

Ein in der letzten Zeit sehr beliebt gewordenes Löschmittel stellt der *Staub* oder, wie er auch bezeichnet wird, das Trockenlöschpulver dar. Die meisten Staubprodukte bestehen in der Hauptsache aus Natrium-Bikarbonat ($NaHCO_3$). Die Hauptlöschwirkung beruht auf Ersticken; zudem spaltet das Natrium-Bikarbonat in der Hitze Kohlensäure ab; diese bleibt aber praktisch unwirksam, weil ihre Entwicklung relativ langsam erfolgt.

Staublöschmittel gelten als elektrisch nicht leitend. Sie sind hervorragend bei Bränden in elektrischen Anlagen oder bei Flüssigkeiten. Die Vorführungen [1]) haben eindrücklich gezeigt, dass Staub ein sehr wirksames Löschmittel ist.

Als letztes Löschmittel, das nach dem Prinzip des Erstickens arbeitet, ist die *Kohlensäure* (CO_2) zu erwähnen. Sie wird in Druckgas-Stahlflaschen in verflüssigter Form gespeichert. Trotzdem die Kohlensäure bekanntlich einen Siedepunkt von etwa —80 °C hat, kommt ihr keine nennenswerte abkühlende Wirkung zu. Die Löschwirkung von Kohlensäure beruht in der Hauptsache auf der Herabsetzung des Sauerstoffgehaltes. Die Kohlensäure ist das sauberste Löschmittel; sie verflüchtigt sich ohne jeden Rückstand und übt keine chemische Wirkung aus. Sie ist ebenfalls ein gutes Löschmittel für elektrische Stark- und Schwachstromanlagen. Für glutbildende Brände ist Kohlensäure ungeeignet.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass für Brände in elektrischen Hochspannungsanlagen, Ölschaltern, Transformatoren, Generatoren usw. in der Regel Kohlensäure, Tetra, Bromid und Staub geeignete Löschmittel darstellen.

Die Handfeuerlöscher

Für die praktische Anwendung der soeben erwähnten Löschmittel sind im Handel eine Anzahl von Handfeuerlöschern erhältlich. Über diese Handfeuerlöscher hat die *Vereinigung kantonal-schweizerischer Feuerversicherungsanstalten* Richtlinien her-

[1]) s. Bull. SEV Bd. 49(1958), Nr. 19, S. 937...941.

ausgegeben. Diese Richtlinien enthalten Angaben über sicherheitstechnische und löschtechnische Prüfungen. Aus diesen Richtlinien sei einzig hervorgehoben, dass die Eignung dieser Handfeuerlöscher nach Klassen eingeteilt ist:

Klasse A umfasst die Handfeuerlöscher, die sich zum Bekämpfen von glutbildenden Bränden eignen (Holz, Stroh, Textilien, Kohle usw.).

Klasse B erwähnt die Löscher für nicht glutbildende Brände (brennbare Flüssigkeiten, Schmieröle, Fette usw.).

Klasse C umfasst die Handfeuerlöscher für den Einsatz bei Bränden in elektrischen Anlagen.

Klasse D erwähnt die Handfeuerlöscher für den Einsatz bei Spezialbränden.

Die Handfeuerlöscher, die heute im Handel erhältlich und auf Grund dieser Richtlinien geprüft sind, dürfen als zweckmässig und wirksam bezeichnet werden. Sie sind es aber nur dann, wenn sie periodisch kontrolliert werden. In den Richtlinien sind auch die periodisch durchzuführenden Kontrollen angeführt.

Ziffer 18 der Richtlinien besagt:

«Alle auf Grund kantonaler oder örtlicher feuerpolizeilicher Vorschriften in Gebrauch stehenden Handfeuerlöscher sind periodisch in maximal dreijährigen Zeitabständen auf ihre Einsatzbereitschaft hin zu kontrollieren. Die Besitzer dieser Apparate sind für die Durchführung dieser Kontrollen verantwortlich.»

Ferner heisst es unter Ziffer 21aa:

«Alle 6 Jahre sind Nass-, Schaum- und Trockenlöscher mit neuen Füllungen zu versehen, sofern sich die alten Füllungen nicht mehr als einwandfrei erweisen.»

Grosslöschgeräte

Als Grosslöschgeräte werden Löschgeräte bezeichnet, die gegenüber den handelsüblichen Handfeuerlöschern über grössere Löschmittelreserven verfügen.

Es wird im allgemeinen zwischen fahrbaren und stationären Grosslöschern unterschieden. Die fahrbaren Anlagen sind als Zweiradwagen, als Anhänger zu Fahrzeugen oder als selbstfahrende Geräte konstruiert. Ihre Wirkung und ihr Einsatz entsprechen in jeder Hinsicht der Wirkung und dem Einsatz der Handfeuerlöscher. Grosslöschgeräte werden stationär eingerichtet, wenn es sich darum handelt, grössere Objekte zu schützen. In der Regel sind es Kohlensäure- oder Staubanlagen.

Die Verhaltungsregeln beim Löschen von Bränden in elektrischen Anlagen

Es sei hier in zehn Punkten dargelegt, welche Weisungen den Feuerwehrleuten für den Einsatz in elektrischen Anlagen gegeben werden:

a) Verlangt wird unbedingte Zusammenarbeit mit dem Fachpersonal der Anlage; auf alle Fälle soll der Störungsdienst des Werkes sofort benachrichtigt werden.

b) Ungeschulten Personen ist der Eingriff nicht gestattet. Abschaltungen dürfen nur durch Fachpersonal ausgeführt werden. Erdungen und Kurzschlüsse sollen nur angeordnet werden, wenn Menschenleben in Gefahr sind; sie dürfen ebenfalls nur durch Fachleute vorgenommen werden.

c) Stromerzeugungs- und Verteilungsanlagen sind nur im Brandobjekt und in dessen nächster Umgebung abzuschalten.

d) Elektrische Schalttafeln und Apparate sind möglichst vor Wasser zu schützen. Allenfalls sind sie mit Blachen abzudecken.

e) Es sollen nur Handfeuerlöscher eingesetzt werden, die sich für die Bekämpfung von Bränden in elektrischen Anlagen eignen.

f) Das Bespritzen von unter Spannung stehenden Teilen elektrischer Anlagen soll vermieden werden. Ist dies nicht möglich, so sind bei Starkstrom bis 500 Volt unter Verwendung von Sprühstrahl folgende Abstände einzuhalten:

bei Handfeuerlöschern 2 m
bei Strahlrohren 10 m oder aber Kaliber in m

Hochspannungsleitungen von mehr als 500 Volt dürfen unter keinen Umständen angespritzt werden.
Bei Verwendung von Strahlrohren soll die Düsenöffnung nicht mehr als 18 mm betragen.

g) Sind in elektrischen Starkstrom- oder Hochspannungsanlagen die Wände oder andere Teile der Umgebung nass geworden, so ist jede Berührung mit diesen zu vermeiden.

h) Bei Bränden an Ölschaltern und Transformatoren, auch wenn die Apparate abgestellt sind, darf nur mit Wassernebel gearbeitet werden. Um Verbrennungen durch spritzendes Öl zu vermeiden, ist ein Abstand von mindestens 4 m einzuhalten.

i) Bei der Handhabung von Leitern ist darauf zu achten, dass diese nicht mit elektrischen Leitungen in Berührung kommen. In der Nähe von Hochspannungsleitungen dürfen keine Leitern aufgestellt werden.

k) Beim Brand von Holzmasten muss der Strom zuerst abgeschaltet werden, bevor mit Wasser gespritzt wird.

In jedem Feuerwehrkorps ist eine *Elektriker-Abteilung* vorhanden. Sie besteht aus Fachleuten, die eine besondere Ausbildung zu absolvieren haben. Bei Bränden in elektrischen Einrichtungen ist der Chef der Elektriker-Abteilung der massgebende technische Berater des Feuerwehrkommandanten.

Für die Ausbildung der Angehörigen der Elektriker-Abteilung ist vom Schweizerischen Feuerwehrverein in Verbindung mit dem Schweizerischen Elektrotechnischen Verein eine Dienstanleitung geschaffen worden, die alle Verhaltungsmassregeln, Weisungen und Vorschriften enthält.

Die Ermittlung von Brandausbrüchen

Bedingung für die erfolgreiche Bekämpfung eines Brandausbruches ist seine rasche Erkennung. Entscheidend ist dabei die Brandmeldung an die Feuerwehr. Je früher sie eintrifft, um so rascher ist ein Löscheinsatz möglich.

In den letzten Jahren hat sich die Technik stark entwickelt. Sie hat auf dem Gebiet der Brandbekämpfung grosse Fortschritte erzielt. War man früher für die Erkennung eines Brandes allein auf die menschliche Beobachtung angewiesen, so stehen heute verschiedene handelsübliche Apparate zur Verfügung, mit denen Brandausbrüche automatisch gemeldet werden. Es sind die Feuermelder. Ihre Wirkungsweise sei hier anhand einiger Beispiele erläutert.

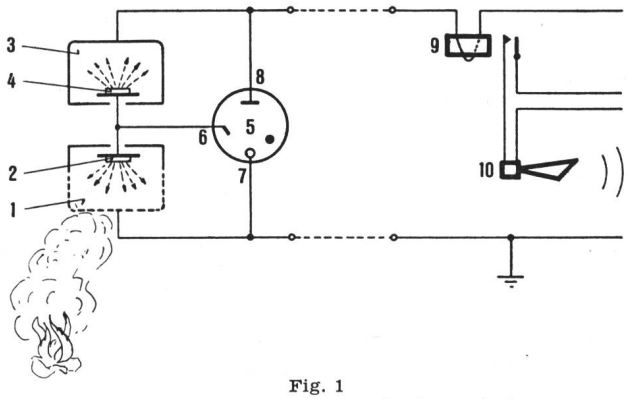


Fig. 1
Rauchmelder nach dem Ionisationsprinzip
1 äussere Kammer; *2* und *4* Radiumpräparate; *3* innere Kammer; *5* Relaisröhre; *6* Steuerelektrode; *7...8* Hauptzündstrecke; *9* elektromechanisches Relais; *10* Alarmeinrichtung

Der Feuermelder gemäss Fig. 1 beruht auf dem *Ionisationsprinzip;* er besitzt zwei Ionisationskammern, eine äussere *1* und eine innere *3*. In beiden wird die Luft durch sehr kleine, nach aussen unwirksame Radiumpräparate *2* und *4* leitend gemacht (ionisiert). Die äussere Kammer *1* steht mit der Raumluft in Verbindung, während die innere Kammer *3* geschlossen ist, so dass Verbrennungsgase nicht in sie eintreten können. Beide Kammern sind hintereinander geschaltet und mit einem Glimmrelais *5* verbunden. Dringen Verbrennungsgase in die Prüfkammer *1* ein, so steigt der elektrische Widerstand der Kammer und mit ihm die Spannung an der Steuerelektrode *6* des Glimmrelais *5*. Bei Erreichen eines bestimmten, einstellbaren Wertes zündet die Steuerstrecke *6...7* und damit auch die Hauptzündstrecke *7...8*. Von der Stromquelle her fliesst ein kräftiger Strom durch das Glimmrelais; das elektromechanische Relais *9* zieht an und löst den Alarm aus.

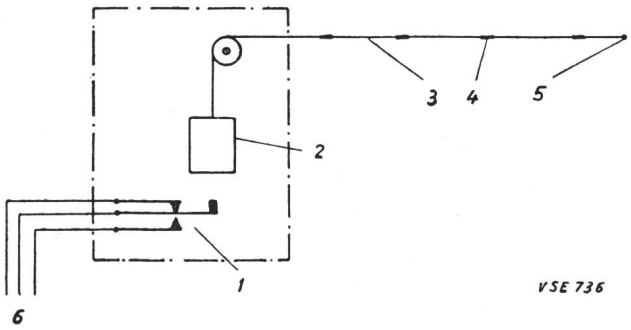


Fig. 2
Schmelzlotmelder
1 Kontakt; *2* Spanngewicht; *3* Distanzstück; *4* Schmelzelement; *5* Fixpunkt; *6* Verbindung zur Alarmeinrichtung

Der in Fig. 2 dargestellte *Schmelzlotmelder* besteht zur Hauptsache aus mehreren mit einer niedrigschmelzenden Metallegierung zusammengelöteten Teilen. Die Lötstellen *4* sind kleiner als ein halbes Streichholz, und das Gewicht eines Schmelzelementes beträgt nur 0,7 g. Es bestehen heute Schmelzelemente, die bereits bei 20 °C zu schmelzen beginnen. Es ist auch möglich, solche herzustellen, die bei 0 °C schmelzen. Die Wirkungsweise des Melders ist sehr einfach. Bei Erreichen der Schmelztemperatur schmilzt der Lot *4*. Durch das Spanngewicht *2* wird der Kontakt *1* betätigt und auf diese Weise der Alarm ausgelöst.

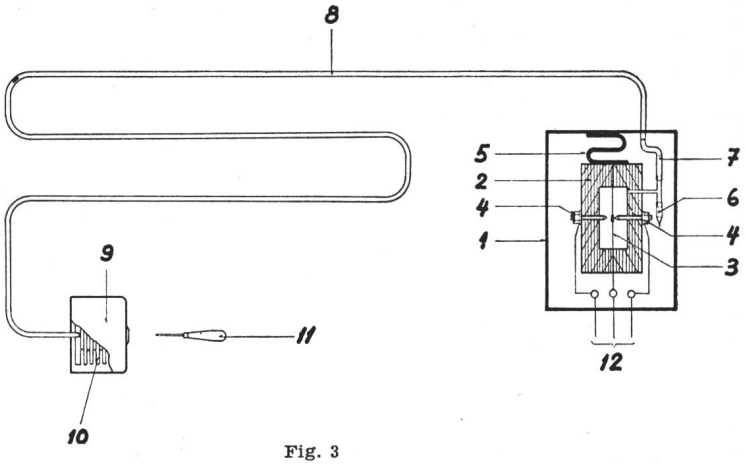


Fig. 3
Druckwellen-Differentialmelder
1 Anschlusskasten; *2* Kontaktgehäuse; *3* Membrane mit Kontakt; *4* Regulierschrauben für Kontakte; *5* federnde Aufhängung; *6* Kapillarenöffnung; *7* Verbindungsschlauch; *8* Fühler (Kupferröhrchen); *9* Prüfgerät; *10* Federrohr; *11* Prüfstift; *12* Verbindung zur Alarmeinrichtung

Der *Druckwellen-Differentialmelder* (Fig. 3) löst bereits bei einem abnormalen Wärmeanstieg, gleichgültig wie hoch die Raumtemperatur ist, den Alarm aus. Als «Fühler» benötigt er ein Kupferröhrchen *8*, das beliebig verlegt werden kann. Erhöht sich die Raumtemperatur, so dehnt sich die Luftsäule im Kupferrohr aus. Bei langsamem Temperaturanstieg kann sich der Überdruck durch die Kapillaröffnung *6* ausgleichen. Tritt dagegen eine raschere Erwärmung ein, so wirkt der Druck auf die Membrane *3*, öffnet dadurch den Ruhestrom und löst auf diese Weise den Alarm aus.

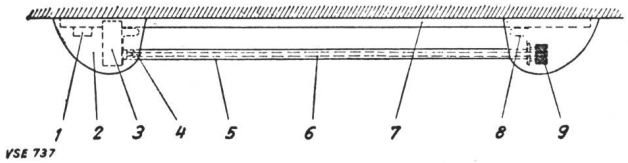


Fig. 4
Kombinierter Differential- und Grenzmelder
1 elektrischer Anschluss; *2* Kontaktgehäuse; *3* Kontakt; *4* Maximaltemperatur-Auslöser; *5* äusseres Metallrohr; *6* inneres Metallrohr; *7* Sockel; *8* federnde Aufhängung; *9* Verstellschraube

Der *kombinierte Differential- und Grenzmelder* (Fig. 4) beruht auf dem Prinzip der verschiedenen Längenausdehnung zweier Rohre, während die Grenzmeldung durch Schmelzen eines Lotes einge-

leitet wird. Der Differentialmelder besteht aus einem Metallrohr *5*, in welchem sich ein zweites Rohr *6* aus gleichem Metall befindet. An dem einen Ende des äusseren Rohres ist das Gehäuse *2* eines Kontaktes *3* mit sehr kleinem Schaltweg befestigt. Ein mit dem inneren Rohr verbundener Zapfen betätigt den Kontaktknopf. Am andern Ende sind die beiden Rohre durch eine Verstellschraube *9* miteinander verbunden. Steigt die Temperatur stark an, so erwärmt sich das äussere Rohr rascher als das innere, wodurch der Kontakt betätigt wird. Die Empfindlichkeit des Melders kann an der Regulierschraube *9* eingestellt werden.

Eine Überwachungsanlage gemäss den angeführten Beispielen hat den Vorteil,

a) dass die Empfindlichkeit des Feuermelders eingestellt und nötigenfalls auf das zu bewachende Objekt abgestimmt werden kann,

b) dass sie Gewähr bietet, innert kürzester Zeit eine Feuermeldung zu erstatten, damit ein allfälliger Brandausbruch schon im Anfangsstadium bekämpft werden kann.

Von diesen Feuermeldeeinrichtungen sind schon eine ganze Anzahl in elektrischen Anlagen des In- und Auslandes in Betrieb; sie arbeiten zur vollen Zufriedenheit.

Selbsttätige Löscheinrichtungen

Eine weitere technische Entwicklung, die allerdings schon seit einigen Jahrzehnten bekannt ist, sind die *Sprinkleranlagen*. Sie bestehen aus einem ortsfesten Rohrsystem, in welchem wärmeempfindliche Löschdüsen angebracht sind. Im ganzen System steht das Löschmittel unter Druck. Die Düsen öffnen sich im Bereich heisser Feuergase und verteilen das Wasser, die Kohlensäure oder andere Löschmittel regenartig auf den Brandherd. Die Sprinkleranlage ist also nichts anderes als ein Trupp von Feuerwehrmännern, die mit Leitungen unter Druck bereitstehen, einen allfällig ausbrechenden Brand im Entstehen zu bekämpfen. In der Regel wird als Löschmittel Wasser in Form von Wassernebel oder Kohlensäure in Form von Kohlensäureschnee verwendet. Die Löschwirkung einer Sprinkleranlage darf als sehr gut bezeichnet werden, weil die Düsen zum vorneherein nach den gewünschten Richtungen angeordnet werden können und die Anlage zudem bereits im Anfangsstadium eines Brandes in Funktion tritt.

Im Ausland, namentlich in Amerika, hat der Einbau von Sprinkleranlagen grosse Bedeutung erlangt, weil dort die zuständigen Brandversicherungen den Prämiensatz stark reduzieren, wenn solche Anlagen die versicherten Objekte schützen. In Deutschland ist man in den letzten Jahren auch dazu übergegangen, den Sprinkleranlagen vermehrte Aufmerksamkeit zu schenken. In der Schweiz wird vielfach den Sprinkleranlagen vorgeworfen, sie seien bei Verwendung in Arbeitsräumen ungeeignet, weil dadurch mit Wasserschaden zu rechnen sei. Dieser Einwand fällt jedoch dahin, wenn es sich um den Schutz von Transformatoren, Ölschaltern und ähnlichen Objekten handelt, die im Freien aufgestellt sind. Ohne Sprinkleranlage muss bei Ölschalterbränden in der Regel mit dem Verlust des Schalters gerechnet werden, weil es einer Betriebs- oder Ortsfeuerwehr in den seltensten Fällen möglich sein wird, innert nützlicher Frist auf der Brandstelle einsatzbereit zu stehen. Bei Verwendung von Sprinkleranlagen hingegen dürfte das wichtige Moment der sofortigen Einsatzbereitschaft entscheidend sein, um einen im Entstehen begriffenen Brand zu löschen, bevor der Schalter unbrauchbar wird und das ausfliessende Öl weitere Anlagenteile in Brand setzt. Einer Statistik aus Deutschland, die sich nicht nur auf elektrische Anlagen beschränkt, ist zu entnehmen, dass in 96,1% von allen untersuchten Fällen (rund 50 000) Sprinkleranlagen dank ihrem frühzeitigen Eingreifen zur vollen Zufriedenheit gelöscht haben.

Die Frage, ob eine Sprinkleranlage mit Wasser oder Kohlensäure eingerichtet werden soll, ist eine technische Angelegenheit, deren Behandlung über den Rahmen dieser Ausführungen hinausgehen würde. Es sei lediglich bemerkt, dass die Ansichten geteilt sind, so dass daraus geschlossen werden kann, dass sich sowohl Kohlensäure als auch Wasser dazu eignen.

Die Fig. 5...8 zeigen den Löschvorgang an einem brennenden Transformator unter der Wirkung einer Sprinkleranlage, die mit Wassernebel arbeitet.

Betriebsfeuerwehr, Ortsfeuerwehr, Selbsttätige Brandbekämpfung

Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Brandbekämpfungsmöglichkeiten sollen hier nur soweit erwähnt werden, als sie die materiellen, zeitlichen oder organisatorischen Fragen oder den Grad des Schutzes betreffen.

Die Materialfrage

Soll eine *Betriebsfeuerwehr* aktionsfähig sein, so bedarf sie eines guten Geräteparkes. Sie muss über *gewöhnliches Feuerwehrmaterial* wie Schlauchleitungen, Strahlrohre, Motorspritze (wenn keine Hydranten vorhanden sind), Gasschutzgeräte, allenfalls auch über Leitern verfügen. Eine besondere Anschaffung, die für elektrische Betriebe und Anlagen in Frage kommt, sind *Speziallöscher*. Diese müssen aber in genügender Anzahl vorhanden sein. Ferner muss der Nachschub an *Löschmitteln* gesichert sein. Das Personal soll über die Wirkung unterrichtet und in der Handhabung geschult werden. Die Speziallöscher müssen periodischen Kontrollen unterzogen werden. Ein einmal verwendeter Hand- oder Speziallöscher gilt als leer und darf erst nach Neufüllung und Plombierung wieder in Bereitschaft gestellt werden.

Bei der *Ortsfeuerwehr* sind die normalen Feuerwehrgeräte vorhanden. Hingegen fehlen vielerorts die Speziallöscher und ganz besonders die erforderlichen Löschmittelmengen. Von der Ortsfeuerwehr darf deshalb nicht überall erwartet werden, dass die Feuerwehrleute in der Handhabung genügend ausgebildet und über die Wirkung der Feuerlöscher im Bilde sind.

Bei *selbsttätiger Brandbekämpfung* sind die Löschgeräte wie die Löschmittel in genügender

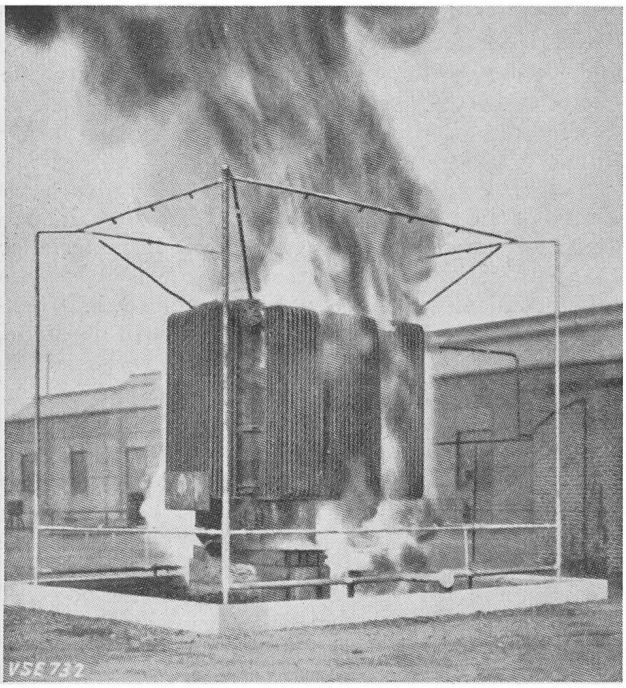


Fig. 5
Der brennende Transformator

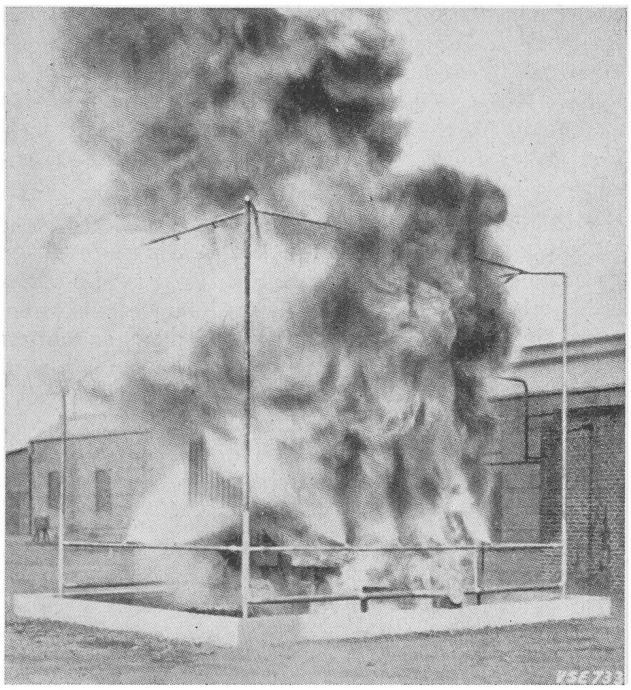


Fig. 6
3 Sekunden nach Beginn des Löschvorganges

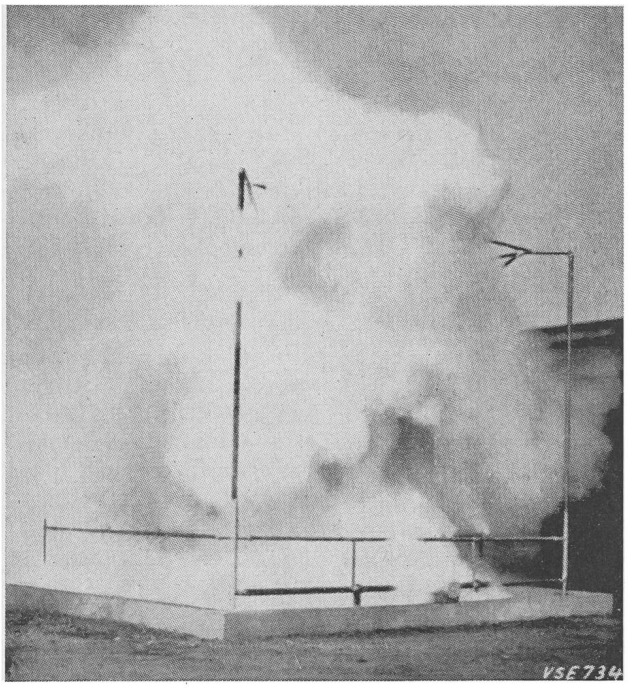


Fig. 7
10 Sekunden nach Beginn des Löschvorganges

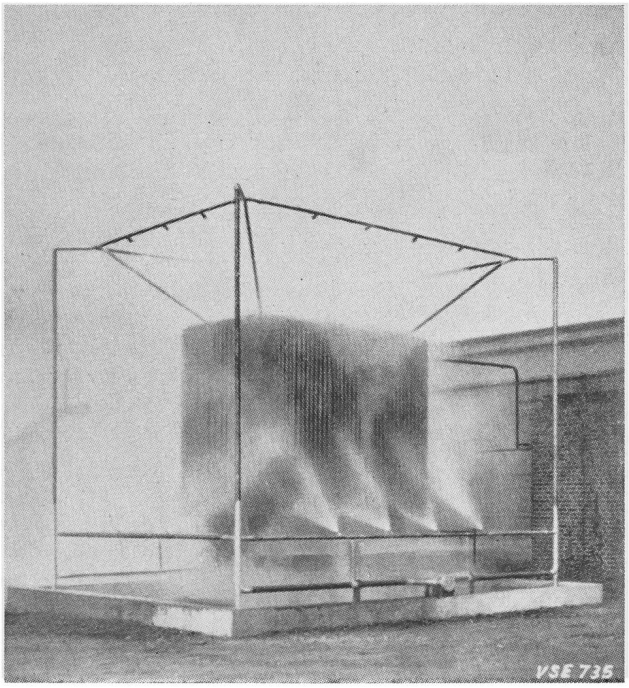


Fig. 8
20 Sekunden nach Beginn des Löschvorganges

Fig. 5 bis 8
Löschversuch an einem brennenden 16-MVA-Transformator unter Benützung einer Wassernebel-Sprinkleranlage

Menge von vorneherein vorhanden. Diese Art der Brandbekämpfung gilt somit im Hinblick auf die materielle Bereitschaft als die sicherste.

Die Zeitfrage

Eine Betriebsfeuerwehr ist bedeutend früher auf der Brandstelle als irgend eine Ortsfeuerwehr. Bei der selbsttätigen Brandbekämpfung wird zum Auslösen des ersten Einsatzes kein Personal benötigt. In zeitlicher Hinsicht ist sie dank den ständig betriebsbereiten Feuerdetektoren schneller als irgend eine noch so gut organisierte Feuerwehr.

In organisatorischer Hinsicht kann eine Betriebsfeuerwehr einen Pikettdienst vorsehen, der den Verhältnissen der einzelnen Betriebseinrichtungen angepasst ist. Bei der Ortsfeuerwehr ist die Organisa-

tion nach allgemeinen Gesichtspunkten aufgezogen. Sie ist in der Regel nicht für besondere Verhältnisse ausgerüstet, sondern für die generell vorkommenden Fälle. Bei der selbsttätigen Brandbekämpfung sind organisatorisch keine weitern Massnahmen zu treffen, es sei denn, dass der ausgelöste Alarm gleichzeitig auch die Betriebsfeuerwehr oder die Ortsfeuerwehr alarmiert.

Von allen Möglichkeiten bietet die selbsttätige Brandbekämpfung mit Abstand die grösste Sicherheit und den besten Schutz. Die Betriebsfeuerwehr, wenn sie personell gut dotiert ist, wird sicher schnell zur Stelle sein und erfolgreich eingreifen können. Bei der Ortsfeuerwehr hingegen muss durchschnittlich mit einer Zeit von 10...20 Minuten bis zu ihrem Einsatz gerechnet werden. Auf die Fragen des Aufbaues und der Organisation einer Betriebsfeuerwehr sei hier nicht weiter eingetreten, weil die Verhältnisse sehr verschieden sein können.

Brände bei Ölschaltern

Trotz allen vorbeugenden Massnahmen können heute Brände an Ölschaltern nicht immer verhütet werden. Aus dieser Erkenntnis heraus werden in neuen Anlagen kaum mehr Ölschalter verwendet. Wo jedoch noch solche vorhanden sind, muss darnach getrachtet werden, einen allfällig entstehenden Brand

auf seinen Herd zu beschränken
und möglichst schnell zu löschen.

Die Erfahrungen im In- und Ausland zeigen, dass Brände an Ölschaltern verheerend sein können und zwar aus folgenden Gründen:

a) durch das Ausfliessen und Verbreiten des brennenden Öls,
b) durch die starke, strahlende Hitze des ersten brennenden Schalters,
c) infolge ungenügender oder zu spät eingesetzter Löschmittel.

Im Fall a) können auf Grund der Erfahrungen folgende Bemerkungen angebracht werden: Wo Ölschalter von andern Objekten nicht genügend distanziert sind, genügt eine unterhalb des Schalters angelegte Auffanggrube oder ein Sickerbett für Öl nicht. Es muss dafür gesorgt werden, dass auch das seitwärts spritzende Öl durch eine Auffanggrube oder ein Sickerbett aufgenommen werden kann. Es hat sich ferner gezeigt, dass bei grossen Schaltern, die in Gebäuden untergebracht sind, grössere Öffnungen in den Wänden vorgesehen werden müssen. Diese Öffnungen wirken bei Explosionen als Sicherheitsventile und verhindern somit Gebäudezerstörungen.

Im Fall b) kann die Gefahr der strahlenden Hitze dadurch beseitigt werden, dass grössere Schalter oder Stromwandler einzeln in feuerbeständige, voneinander getrennte Räume untergebracht werden; im Freien sollen sie mit hinreichend grossem Abstand aufgestellt werden.

Fall c) kann dadurch vermieden werden, dass einerseits die Betriebsfeuerwehr, wenn möglich auch die Ortsfeuerwehr, in personeller wie in materieller Hinsicht genügend ausgerüstet wird. Andererseits sollen genügende Löschwasserleitungen sowie Druckwasser zur Verfügung stehen. Als Richtlinie diene, dass die Leistungsfähigkeit der Löschwasserleitungen mindestens 3000 l/min und der Druck 8 kg/cm² betragen soll. Mit Vorteil dürfte eine Ringleitung angelegt werden, in der alle 100 m Absperrschieber eingebaut sind. Hydranten sollten im allgemeinen alle 50 m aufgestellt werden.

Die Betriebsfeuerwehr oder die unterstützende Ortsfeuerwehr müssen mit Strahlrohren ausgerüstet sein, die über Nebeldüsen verfügen. Im Sinne einer Anregung dürfte geprüft werden, ob nicht Strahlrohrträger permanent eingerichtet werden könnten, um Personal zu sparen. Selbstverständlich gehören auch Speziallöschmittel wie Schaum, Staub, Kohlensäure usw. zur minimalen Ausrüstung.

Es sei an dieser Stelle noch einmal ausdrücklich daran erinnert, dass immer genügend Speziallöschmittel vorhanden sein müssen, dass die Geräte regelmässig zu kontrollieren sind, dass die Löschmittel periodisch ersetzt werden müssen und dass das Personal über die Verwendung der Speziallöscher auf dem laufenden sein muss. Als sicherstes Löschmittel dürfen nochmals die Sprinkleranlagen erwähnt werden. Sie haben sich bei grösseren Bränden bereits sehr bewährt. Die Anschaffungskosten sind aber hoch.

Schlussbemerkungen

Die praktischen Vorführungen haben gezeigt, dass das Löschen nicht nur eine manuelle Angelegenheit ist; es braucht dazu, um Erfolg zu haben, eine grosse Erfahrung, sowie einige elementare Kenntnisse.

Es ist deshalb nötig, das Personal einer Betriebsfeuerwehr gründlich zu schulen und durch Übungen in ständiger Bereitschaft zu halten. Über die Organisation ist es nicht möglich, im Rahmen eines Vortrages, in welchem allgemeine Richtlinien gegeben werden sollen, Regeln aufzustellen. Die Organisation muss in jedem Fall den örtlichen, betrieblichen und materiellen Gegebenheiten angepasst werden.

Adresse des Autors:
H. Hubacher, dipl. Ing. ETH, Feuerwehrkommandant der Stadt Bern, Bern.

Verbandsmitteilungen

Revision der Verordnungen über elektrische Anlagen

Wir machen darauf aufmerksam, dass die Frist zur Einreichung von Abänderungsanträgen betreffend die Verordnungen über die Starkstromanlagen, die Parallelführungen und Kreuzungen, die elektrischen Einrichtungen von Bahnen, die Schwachstromanlagen sowie die Verfügungen über den Radiostörschutz am 31. Oktober 1958 abläuft (siehe Publikation im Bull. SEV Bd. 49(1958), Nr. 16, S. 717). Verschiedene Anfragen der letzten Tage aus Werkskreisen haben uns veranlasst, zuständigenorts um eine Verlängerung dieser Frist nachzusuchen. Trotzdem bitten wir unsere Mitglieder, mit ihren allfälligen Eingaben nicht länger zuzuwarten, damit die Revisionsarbeiten keinen Verzug erleiden.

Aus dem Kraftwerkbau

Einweihung der Kraftwerke Mauvoisin 17. September 1958

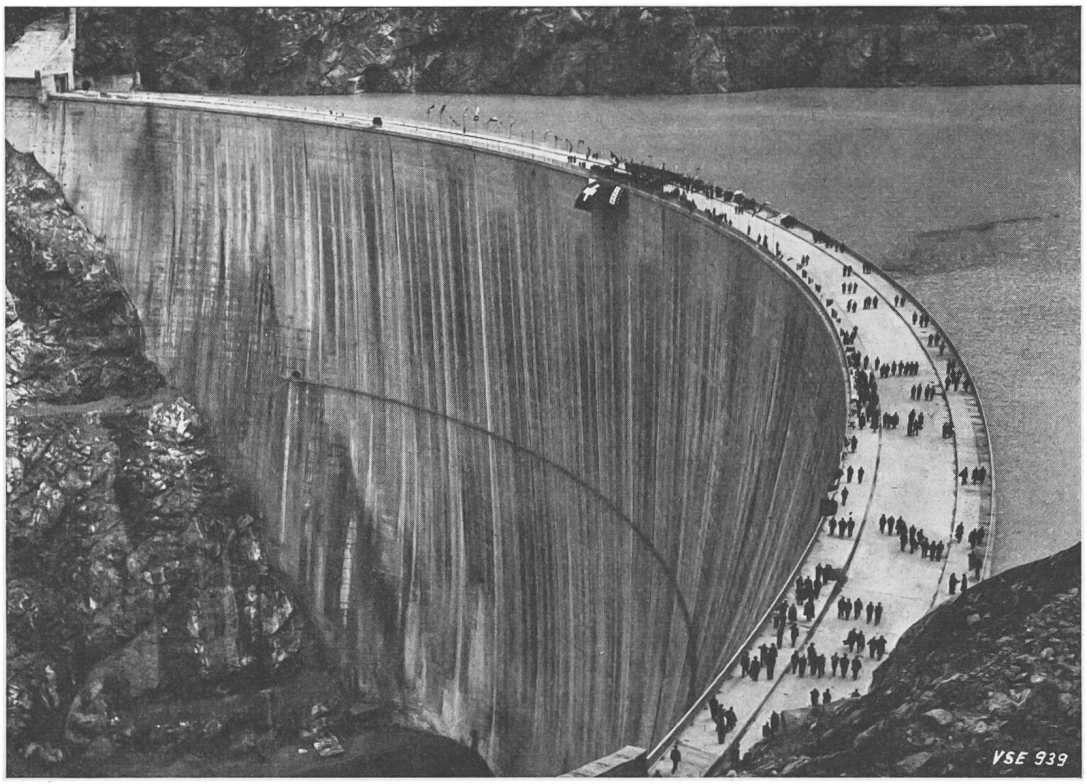
Nach knapp 7½ Jahren Bauzeit konnten am 17. September 1958, ein Jahr früher als es das Bauprogramm vorsah, die Kraftwerke Mauvoisin eingeweiht und dem normalen Betrieb übergeben werden.

Morgens früh um 9.30 Uhr verliess eine stattliche Car-Kolonne den Bahnhof Martigny, mit Ziel Mauvoisin-Dorf. Von da begab sich die rund 500 Personen zählende Festgemeinde zu Fuss nach der für den Anlass mit Fahnen geschmückten Staumauer, wo sie von den vereinigten Musikkorps des Val de Bagnes mit dem von Jean Daetwyler komponierten «Marche du Barrage de Mauvoisin» empfangen wurde. Die von Darbietungen der «Chanson Valaisanne» umrahmte Einsegnung des Werkes durch S. E. Mgr. Haller, Abt von St-Maurice und Titular-Bischof von Bethlehem, endigte mit dem von allen Anwesenden gesungenen Loblied «Grosser Gott wir loben Dich».

Unten im Barackendorf von Mauvoisin, in der festlich hergerichteten Kantine, fand man sich zum Mittagessen wieder. Das gebotene «Materielle» machte sowohl den kulinarischen Künsten des Wirtes als auch der um das Wohl ihrer Gäste besorgten Gastgeberin alle Ehre.

Zur Vollendung eines so grossartigen Bauwerkes gehören aber nicht nur Speis und Trank; die Verdienste aller Beteiligten müssen gewürdigt und gelobt werden. So begrüsste zuerst E. Barth, Präsident des Verwaltungsrates, die Gäste und dankte allen, die zum Gelingen des Werkes beigetragen haben. Alsdann gab Ing. A. Winiger, Delegierter des Verwaltungsrates, einen prägnanten Überblick über Entstehen und Bau des Kraftwerkes Mauvoisin. Weiter sprachen M. Gard, Präsident des Walliser Staatsrates, S. E. Mgr. Adam, Bischof von Sitten, Ing. A. Richon, Präsident des Synodalrates der evangelischen Kirche im Wallis, und Ing. A. Maret, einer der Initianten des Werkes und Gemeindepräsident von Bagnes. Zwischen den Reden trug die «Chanson Valaisanne» unter der Leitung von Georges Haemmi einige ihrer schönen Lieder vor.

Inzwischen hatte sich das Wetter, das am Vormittag noch sonnig war, vollends verschlechtert; im strömenden Regen suchten die Teilnehmer ihre Cars auf, die sie wieder zu Tal brachten. Aber oben im Dorfe ging das Fest weiter. Es war nun an den dort zurückgebliebenen Arbeitern, den denkwürdigen Tag in Freude und Vergnügen abzuschliessen.



Weiheakt auf der Staumauer Mauvoisin

Zum Schluss noch einige Angaben über das Werk:

Die mittlere mögliche Jahresproduktion beträgt 761 Millionen kWh — wovon 604 Millionen kWh im Winterhalbjahr — bei einer installierten Maschinenleistung von 352 500 kW (127 500 kW in Fionnay und 225 000 kW in Riddes). Die 237 m hohe Bogenstaumauer hat eine Kubatur von 2 030 000 m³; sie schliesst einen Stausee von 180 Millionen m³ Nutzinhalt, mit einem Arbeitsvermögen von 537 Millionen kWh. In Riddes steht eine Freiluft-Schaltanlage für 220 kV, von wo Freileitungen nach Fionnay, Chippis, Mühleberg/Laufenburg (über den Sanetsch), Génissiat (über den Pas de Morgins) und Avise (über den Grossen St. Bernhard) ausstrahlen.

Den Organisatoren sei für die in allen Teilen gelungene Veranstaltung und für ihre grosszügige Gastlichkeit herzlich gedankt. *Mo.*

Erzeugung und Abgabe elektrischer Energie durch die schweizerischen Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung

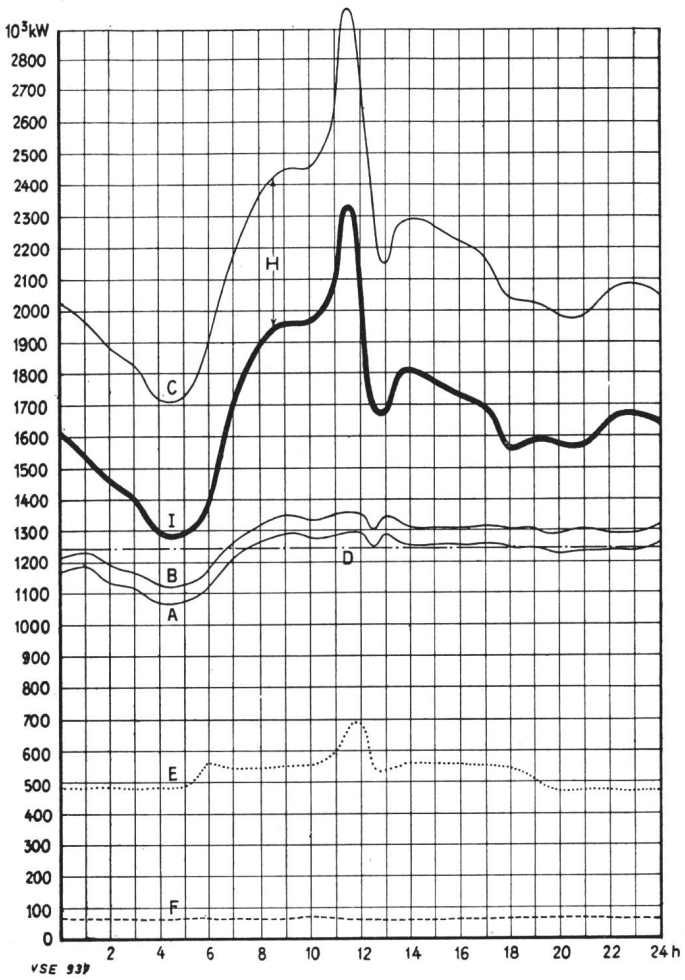
Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Elektrizitätswirtschaft und vom Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Die Statistik umfasst die Erzeugung der Elektrizitätswerke für Stromabgabe an Dritte. Nicht inbegriffen ist also die Erzeugung der bahn- und industrieeigenen Kraftwerke für den eigenen Bedarf.

Monat	Energieerzeugung und Bezug											Speicherung				Energieausfuhr	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken		Energie-Einfuhr		Total Erzeugung und Bezug		Veränderung gegen Vorjahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende		Änderung im Berichtsmonat — Entnahme + Auffüllung			
	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58		1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58
	in Millionen kWh										%	in Millionen kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober ...	1112	1035	6	4	41	23	89	165	1248	1227	— 1,7	1887	2167	— 110	— 202	142	112
November ..	988	907	19	23	15	17	154	250	1176	1197	+ 1,7	1590	1895	— 297	— 272	76	78
Dezember ..	908	854	21	31	17	18	212	344	1158	1247	+ 7,7	1241	1520	— 349	— 375	69	86
Januar	904	870	34	31	20	21	253	345	1211	1267	+ 4,6	813	1158	— 428	— 362	75	89
Februar ...	808	978	15	6	19	27	222	114	1064	1125	+ 5,7	624	974	— 189	— 184	69	83
März	1043	1168	1	2	26	23	63	56	1133	1249	+10,2	483	522	— 141	— 452	91	81
April	1052	1054	3	4	20	21	41	69	1116	1148	+ 2,9	293	327	— 190	— 195	88	75
Mai	1053	1322	17	1	37	67	101	12	1208	1402	+16,1	323	1043	+ 30	+ 716	130	258
Juni	1229	1387	3	1	56	48	26	35	1314	1471	+12,0	1183	1693	+ 860	+ 650	243	338
Juli	1453	1482	1	1	69	50	12	53	1535	1586	+ 3,3	1746	2505	+ 563	+ 812	371	402
August	1312	1451	0	1	68	50	13	39	1393	1541	+10,6	2232	3073	+ 486	+ 568	256	406
September ..	1092		1		51		66		1210			2369[4]		+ 137		153	
Jahr	12954		121		439		1252		14766							1763	
Okt.-März ..	5763	5812	96	97	138	129	993	1274	6990	7312	+ 4,6			-1514	-1847	522	529
April-August	6099	6696	24	8	250	236	193	208	6566	7148	+ 8,9			+1749	+2551	1088	1479

Monat	Verwendung der Energie im Inland																
	Haushalt und Gewerbe		Industrie		Chemische metallurg. u. thermische Anwendungen		Elektrokessel[1]		Bahnen		Verluste und Verbrauch der Speicherpumpen[2]		Inlandverbrauch inkl. Verluste ohne Elektrokessel und Speicherpump.		Veränderung gegen Vorjahr[3] %	Inlandverbrauch inkl. Verluste mit Elektrokessel und Speicherpump.	
	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58		1956/57	1957/58
	in Millionen kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober ...	501	523	202	218	173	169	17	14	73	55	140	136	1083	1099	+ 1,5	1106	1115
November ..	521	540	204	217	155	153	5	4	71	65	144	140	1091	1110	+ 1,7	1100	1119
Dezember ..	538	582	193	209	136	144	4	3	74	73	144	150	1080	1151	+ 6,6	1089	1161
Januar	565	586	212	214	133	138	4	3	68	81	154	156	1128	1164	+ 3,2	1136	1178
Februar ...	479	512	191	190	128	131	5	5	63	69	129	135	983	1025	+ 4,3	995	1042
März	495	570	197	208	153	170	8	6	60	76	129	138	1026	1160	+13,1	1042	1168
April	462	506	187	195	182	182	18	9	52	55	127	126	1004	1060	+ 5,6	1028	1073
Mai	489	484	203	191	178	180	22	60	47	55	139	174	1044	1044	± 0	1078	1144
Juni	441	463	187	193	170	169	61	84	52	56	160	168	969	1017	+ 4,9	1071	1133
Juli	444	468	190	194	184	180	108	99	64	59	174	184	1023	1057	+ 3,3	1164	1184
August	462	473	188	191	192	175	72	88	63	52	160 (29)	156 (18)	1036	1029	— 0,7	1137	1135
September ..	474		198		164		30		58		133		1016			1057	
Jahr	5871		2352		1948		354		745		1733 (166)		12483			13003	
Okt.-März ..	3099	3313	1199	1256	878	905	43	35	409	419	840 (34)	855 (39)	6391	6709	+ 5,0	6468	6783
April-August	2298	2394	955	964	906	886	281	340	278	277	760 (121)	808 (122)	5076	5207	+ 2,6	5478	5669

[1]) D. h. Kessel mit Elektrodenheizung.
[2]) Die in Klammern gesetzten Zahlen geben den Verbrauch für den Antrieb von Speicherpumpen an.
[3]) Kolonne 15 gegenüber Kolonne 14.
[4]) Energieinhalt bei vollem Speicherbecken. Sept. 1957 = $2739 \cdot 10^6$ kWh.



Tagesdiagramme der beanspruchten Leistungen

(Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung)

Mittwoch, den 20. August 1958

Legende:

1. Mögliche Leistungen: 10^3 kW

Laufwerke auf Grund der Zuflüsse (0—D) . .	1247
Saisonspeicherwerke bei voller Leistungsabgabe (bei maximaler Seehöhe)	2425
Total mögliche hydraulische Leistungen . . .	3672
Reserve in thermischen Anlagen	155

2. Wirklich aufgetretene Leistungen

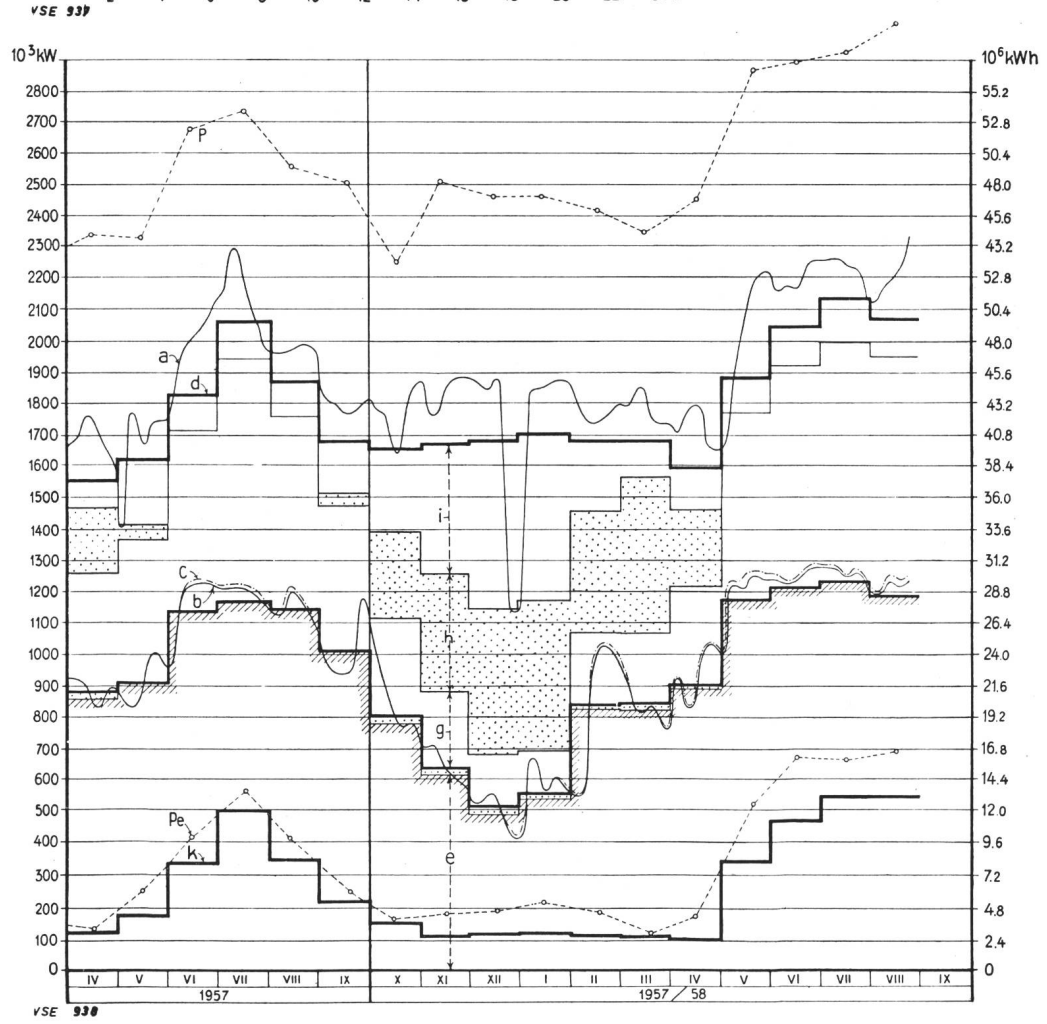
0—A Laufwerke (inkl. Werke mit Tages- und Wochenspeicher).
A—B Thermische Werke und Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken.
B—C Saisonspeicherwerke.
0—I Inlandabgabe.
0—E Energieausfuhr.
0—F Energieeinfuhr.
G Einfuhrüberschuss.
H Ausfuhrüberschuss.

3. Energieerzeugung 10^6 kWh

Laufwerke	29,3
Saisonspeicherwerke	20,7
Thermische Werke	0
Bezug aus Bahn- und Industrie-Kraftwerken	1,5
Einfuhr	1,6
Total, Mittwoch, 20. August 1958	53,1
Total, Samstag, 23. August 1958	50,1
Total, Sonntag, 24. August 1958	39,8

4. Energieabgabe

Inlandverbrauch am Mittwoch	40,5
Energieausfuhr am Mittwoch	12,6



Mittwoch- und Monatserzeugung der Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung

Legende:

1. Höchstleistungen: (je am dritten Mittwoch jedes Monates)
P des Gesamtbetriebes
Pe der Energieausfuhr.

2. Mittwocherzeugung: (Durchschnittliche Leistung bzw. Energiemenge)
a insgesamt;
b in Laufwerken wirklich;
c in Laufwerken möglich gewesen.

3. Monatserzeugung: (Durchschnittliche Monatsleistung bzw. durchschnittliche tägliche Energiemenge)
d insgesamt;
e in Laufwerken aus natürl. Zuflüssen;
f in Laufwerken aus Speicherwasser;
g in Speicherwerken aus Zuflüssen;
h in Speicherwerken aus Speicherwasser;
i in thermischen Kraftwerken und Bezug aus Bahn- und Industriewerken und Einfuhr;
k Energieausfuhr;
d-k Inlandverbrauch

Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz

Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Elektrizitätswirtschaft

Die nachstehenden Angaben beziehen sich sowohl auf die Erzeugung der Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung wie der bahn- und industrieeigenen Kraftwerke.

Monat	Energieerzeugung und Einfuhr									Speicherung				Energie-Ausfuhr		Gesamter Landesverbrauch	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Energie-Einfuhr		Total Erzeugung und Einfuhr		Veränderung gegen Vorjahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende		Änderung im Berichtsmonat — Entnahme + Auffüllung					
	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58		1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58
	in Millionen kWh								%	in Millionen kWh							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober ...	1358	1264	11	11	89	165	1458	1440	— 1,2	2110	2332	— 110	— 223	149	112	1309	1328
November ..	1158	1064	27	31	154	256	1339	1351	+ 0,9	1786	2039	— 324	— 293	76	78	1263	1273
Dezember ..	1063	980	29	38	213	356	1305	1374	+ 5,3	1398	1639	— 388	— 400	69	86	1236	1288
Januar	1044	982	43	40	254	358	1341	1380	+ 2,9	924	1256	— 474	— 383	75	89	1266	1291
Februar ...	936	1099	23	14	223	123	1182	1236	+ 4,6	700	1063	— 224	— 193	69	83	1113	1153
März	1216	1307	9	10	63	60	1288	1377	+ 6,9	534	580	— 166	— 483	91	87	1197	1290
April	1251	1222	8	10	41	73	1300	1305	+ 0,4	324	355	— 210	— 225	96	88	1204	1217
Mai	1317	1645	22	5	101	12	1440	1662	+15,4	351	1125	+ 27	+ 770	146	293	1294	1369
Juni	1551	1725	6	4	26	35	1583	1764	+11,4	1277	1850	+ 926	+ 725	271	393	1312	1371
Juli	1789	1835	4	5	12	53	1805	1893	+ 4,9	1885	2734	+ 608	+ 884	411	460	1394	1433
August	1643	1808	2	3	13	39	1658	1850	+11,6	2403	3311	+ 518	+ 577	295	464	1363	1386
September ..	1378		6		66		1450			2555[2])		+ 152		161		1289	
Jahr	15704		190		1255		17149							1909		15240	
Okt.-März ..	6775	6696	142	144	996	1318	7913	8158	+ 3,1			–1686	–1975	529	535	7384	7623
April-August	7551	8235	42	27	193	212	7786	8474	+ 8,8			+1869	+2731	1219	1698	6567	6776

Monat	Verteilung des gesamten Landesverbrauches														Landesverbrauch ohne Elektrokessel und Speicherpumpen		Veränderung gegen Vorjahr
	Haushalt und Gewerbe		Industrie		Chemische, metallurg. u. thermische Anwendungen		Elektrokessel [1])		Bahnen		Verluste		Verbrauch der Speicherpumpen				
	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	1956/57	1957/58	
	in Millionen kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober ...	512	532	225	239	284	277	21	17	109	107	151	151	7	5	1281	1306	+ 2,0
November ..	532	549	227	236	229	223	8	6	107	105	155	148	5	6	1250	1261	+ 0,9
Dezember ..	549	592	214	225	192	189	6	4	114	112	155	158	6	8	1224	1276	+ 4,2
Januar	576	596	231	233	173	174	6	5	110	112	166	160	4	11	1256	1275	+ 1,5
Februar ...	488	520	213	211	162	165	7	9	101	100	135	135	7	13	1099	1131	+ 2,9
März	505	581	221	232	209	203	12	8	105	112	136	152	9	2	1176	1280	+ 8,8
April	473	515	209	218	256	223	21	13	101	105	137	138	7	5	1176	1199	+ 2,0
Mai	502	493	225	215	279	295	26	69	104	102	145	152	13	43	1255	1257	+ 0,2
Juni	451	473	209	214	296	299	67	91	104	104	139	155	46	35	1199	1245	+ 3,8
Juli	454	480	212	216	304	310	115	107	113	112	162	177	34	31	1245	1295	+ 4,0
August	471	485	208	211	309	305	80	97	111	110	152	158	32	20	1251	1269	+ 1,4
September ..	484		220		290		34		106		141		14		1241		
Jahr	5997		2614		2983		403		1285		1774		184		14653		
Okt.-März ..	3162	3370	1331	1376	1249	1231	60	49	646	648	898	904	38	45	7286	7529	+ 3,3
April-August	2351	2446	1063	1074	1444	1432	309	377	533	533	735	780	132	134	6126	6265	+ 2,3

[1]) d. h. Kessel mit Elektrodenheizung.
[2]) Energieinhalt bei vollen Speicherbecken: Sept. 1957 = $2982 \cdot 10^6$ kWh.

Redaktion der «Seiten des VSE»: Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1, Postadresse: Postfach Zürich 23, Telephon (051) 27 51 91, Postcheckkonto VIII 4355, Telegrammadresse: Electrunion Zürich.
Redaktor: Ch. Morel, Ingenieur.
Sonderabdrucke dieser Seiten können beim Sekretariat des VSE einzeln und im Abonnement bezogen werden.