

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 50 (1959)
Heft: 14

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: 21.02.2026

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

Ein neuartiger Brandschutz für Transformatoren bei der Electricité de France

von J. Baclet, Paris

614.84 : 621.311.42(44)

Im Einverständnis mit der Firma SICLI Matériel-Incendie S. A., Genf, veröffentlichen wir nachstehend einen Vortrag, den Herr Baclet anlässlich einer Veranstaltung obiger Firma am 16. April 1959 im Kongresshaus in Zürich gehalten hat.

Das Hochspannungsnetz (65...380 kV) der EDF hat heute einen Bestand von rund 2000 grossen Transformatoren mit einer Gesamtleistung von 32 000 MVA. Der Neuwert dieser Transformatoren beträgt ca. 55 Milliarden franz. Franken. In den 12 Jahren von 1946...1958 traten in diesem Netz total 25 Transformatorenbrände mit einer Schadenssumme von insgesamt 250 Millionen franz. Franken (ca. 5 Promille des Neuwerts aller im Betrieb befindlichen Transformatoren) auf. Nach eingehender Untersuchung der technischen Ursachen und des Verlaufs der Brände sowie der für die künftige Brandbekämpfung wirtschaftlich zulässigen Aufwendungen hat die EDF die im Text erläuterten Richtlinien für den Brandschutz aufgestellt. Ferner wurde unter Verwendung der Erfahrungen einer USA-Ölfirma ein neues System für den Brandschutz in zahlreichen Versuchen entwickelt und erprobt und anschliessend in die Praxis eingeführt. Das Prinzip des neuen Löschverfahrens ist das folgende: Bei Brandausbruch wird der Ölspiegel im Transformator durch eine Schnellentleerung um ca. 10 cm abgesenkt und anschliessend aus einer Druckflasche Stickstoff von unten in das Öl des Transformators eingeblasen. Das auch im extremsten Fall nicht über maximal 100 °C heisse Öl des Transformators wird durch das eingeblasene Gas umgewälzt. Nur die dünne oberste Schicht des Transformatoröls hat beim Brand eine Temperatur von 180° entsprechend dem Flammpunkt des Öls. Die Umwälzung kühlt die oberste Schicht unter den Flammpunkt ab, und das Feuer geht rasch zurück und erlischt. Die physikalischen Vorgänge beim Löschen nach dieser neuen Methode, die einzelnen Teile der Löscheinrichtung und die bei der Montage und der Abnahme solcher Einrichtungen massgebenden Gesichtspunkte werden eingehend geschildert.

Nous reproduisons ci-après, avec l'autorisation de la maison SICLI Matériel-Incendie S. A., Genève, la conférence donnée par M. Baclet à l'occasion d'une manifestation organisée par cette maison le 16 avril 1959 à la Maison des Congrès à Zurich.

Le réseau à haute tension (65...380 kV) d'Electricité de France compte en chiffre rond 2000 transformateurs avec une puissance installée totale de 32 000 MVA, représentant une valeur à neuf d'environ 55 milliards de francs français. En 12 ans (1946...1958) il a été observé dans ce réseau 25 incendies de transformateurs, ayant provoqué des dégâts évalués à 250 millions de francs français, soit environ 5‰ de la valeur à neuf de l'ensemble des transformateurs en exploitation. Après avoir examiné à fond les causes techniques et le développement des incendies, ainsi que les dépenses économiquement admissibles pour combattre ces incendies à l'avenir, EDF a établi des directives pour la lutte contre le feu, expliquées dans le texte. En outre, mettant à profit les expériences d'une firme américaine de l'industrie pétrolière, on a développé et expérimenté, puis finalement mis en pratique un nouveau procédé d'extinction des incendies. Le principe en est le suivant: lorsque le feu éclate dans un transformateur, le niveau de l'huile en est abaissé d'environ 10 cm par vidange rapide. Immédiatement après on insuffle d'en bas, dans l'huile du transformateur, de l'azote prélevé d'une bouteille sous pression. L'huile chaude du transformateur, qui ne dépasse jamais 100° de température, même dans les cas extrêmes, est vigoureusement brassée par le gaz qui y pénètre. Seule la mince couche superficielle atteint la température de 180° nécessaire à la combustion de l'huile. Le brassage refroidit cette couche supérieure en-dessous du point d'inflammation, le feu diminue rapidement et s'éteint. L'orateur décrit en détail les phénomènes physiques au cours de l'extinction par ce nouveau procédé, de même que l'appareillage «vidange-brassage» et les points à prendre en considération lors du montage et de la réception.

1. Statistik der Transformatorenbrände im EDF-Netz 1946...58 und deren Folgen

Der vorliegende Bericht erläutert vor allem die neue von der Abteilung «Service des Transports d'Energie» zur Betriebsreife entwickelte Methode für die Brandbekämpfung bei grösseren Transformatoren. Vorerst seien jedoch einige Angaben gemacht über die Auffassung der EDF betreffend den Brandschutz von Transformatoren und deren Entwicklung im Laufe der letzten Jahre.

Einleitend möchte ich festhalten, dass die nachstehenden Angaben die Ansicht des «Service des Transports d'Energie» der *Electricité de France* erläutern. Das Arbeitsgebiet dieses Dienstzweiges der EDF umfasst die Leitungen, Transformatoren und Schaltstationen für Spannungen zwischen 65 und 380 kV. Ich möchte diese Einschränkung anbringen, um darauf aufmerksam zu machen, dass die für diesen Bereich gezogenen Schlüsse nicht unbedingt und ohne weiteres auf ein anderes Netz mit ganz anderer Zusammensetzung übertragen werden können.

Das Netz der EDF enthielt am 1. Januar 1959 ungefähr 2000 im Betrieb befindliche Transformatoren mit folgender Verteilung:

3 Transformatoren für 380 kV	mit total 1 000 MVA installierter Leistung
100 Transformatoren für 225 kV	mit total 7 000 MVA installierter Leistung
200 Transformatoren für 150 kV	mit total 7 000 MVA installierter Leistung
300 Transformatoren für 90 kV	mit total 3 000 MVA installierter Leistung
1400 Transformatoren für 63 kV	mit total 14 000 MVA installierter Leistung

Das ergibt eine total installierte Leistung von 32 000 MVA. Diese Transformatoren haben zusammen einen Neuwert von ca. 55 Milliarden französischen Franken.

Wieviele Brände haben sich bei diesen Transformatoren seit dem Jahre 1946 ereignet?

Insgesamt wurden innert 12 Jahren 25 Brände mit folgender Verteilung auf die einzelnen Jahre festgestellt:

Jahr	Anzahl Brände	Jahr	Anzahl Brände
1947	5	1953	2
1949	6	1954	1
1950	1	1956	1
1951	3	1957	2
1952	3	1958	1

Sechs dieser Brände hatten eine fast vollständige Zerstörung der betreffenden Transformatoren zur Folge. Bei 16 Bränden beschränkte sich der Schaden praktisch auf die Zerstörung von einer oder zwei Durchführungen. Drei Brände liefen ohne wesentlichen Schaden ab.

Die Bewertung der Schäden ergab eine Gesamtschadenssumme von rund 250 Millionen französischen Franken, d. h. nicht ganz 5 Promille des Neuwerts aller im Betrieb befindlichen Transformatoren.

Diese Statistik zeigt, dass Transformatorenbrände verhältnismässig selten vorkommen und dass ihre finanziellen Folgen relativ gering sind.

Die Statistik erlaubt uns auch, mit Hilfe einer einfachen Rechnung die Grössenordnung des Geldbetrages festzustellen, welcher für den Brandschutz von Transformatoren vernünftigerweise investiert werden kann. Diese rein finanzielle Betrachtungsweise stellt allerdings nur einen Teil der wichtigen Überlegungen dar, welche bei der Bestimmung des Umfangs von Brandschutzmassnahmen notwendig sind.

Wir entnehmen der Statistik, dass die durch die Transformatorenbrände im Transportnetz aufgetretenen Schäden insgesamt 250 Millionen französische Franken oder durchschnittlich 20 Millionen französische Franken pro Jahr erreichten. Der Betrag von 20 Millionen französischen Franken entspricht ungefähr den Kapital- und Betriebskosten von Brandschutzanlagen mit einem investierten Kapital von 200 Millionen französischen Franken. Dies ist unter den heutigen Verhältnissen auch der Höchstbetrag, welcher aufgewendet werden darf, um die Transformatoren des Transportnetzes der EDF gegen Brand zu schützen. Da gegenwärtig in unserem Transportnetz im Spannungsbereich zwischen 65 und 380 kV eine Transformatorenleistung von rund 32 000 000 kVA installiert ist, so ergibt sich eine zulässige grösste Aufwendung von 6,3 französischen Franken pro kVA für den Transformatoren-Brandschutz. Alle Massnahmen, welche mehr kosten, sind nicht mehr wirtschaftlich.

Diese Überlegungen zeigen, dass man auf dem Gebiet des Brandschutzes infolge der kleinen oder überhaupt nicht vorhandenen Rentabilität sehr vorsichtig vorgehen muss.

Die Sorge um die Wirtschaftlichkeit hat die Direktion der EDF veranlasst, gewisse Ansichten zu überprüfen, welche vor der Nationalisierung im Jahre 1946 und zum Teil unter dem Eindruck der Kriegseignisse dazu geführt hatten, dass die Brandschutzeinrichtungen für Transformatoren sehr stark ausgebaut worden waren.

Zur Abklärung der Verhältnisse wurden Versuche angeordnet und gleichzeitig die eingehende Untersuchung aller im Betrieb vorgekommenen Transformatorenbrände beschlossen.

2. Untersuchungsergebnisse über den Ablauf von Transformatorenbränden

Die Untersuchungen führten zu folgenden Ergebnissen über die Transformatorenbrände selbst und über die zu treffenden Massnahmen für eine sowohl möglichst wirksame als auch möglichst wirtschaftliche Brandbekämpfung.

1. Die Transformatorenbrände sind in ihrer überwiegenden Mehrheit, um nicht zu sagen fast immer, die Folge der Explosion einer Durchführung.

2. Sofern dieser Explosion kein Überlaufen von entzündetem Öl folgt, handelt es sich um einen leichten Fall, und der Brand kann mit den normalen transportablen Löschgeräten wirksam bekämpft werden. Wenn dagegen als Folge der Explosion brennendes Öl überläuft, hat man es mit einem schweren Unglück zu tun.

3. Das im Expansionsgefäss enthaltene Öl fliesst durch die zerstörte Klemme aus und entzündet sich dort an den durch den Lichtbogen auf hohe Temperaturen erhitzten Teilen. Das entzündete Öl breitet sich auf dem Deckel aus und fliesst dem Kessel entlang nach unten. Das so entstandene Flammenmeer erhitzt die Kühler, welche ihrerseits die aufgenommenen Wärmemengen in beschleunigtem Tempo an das in ihnen enthaltene Öl abgeben. Durch die Erhitzung dehnt sich das Öl aus, weiteres Öl überläuft, und es entsteht eine Art Selbsterregung des Ölbrandes.

4. Alle diese Vorgänge spielen sich innert 4...5 Minuten ab. Deshalb steht das Personal einer Transformatorenstation, wenn es auf der Brandstelle eintrifft, meist einem bereits grossen und noch ständig zunehmenden Brand gegenüber. Die Brandbekämpfung wird infolge dieser Umstände sehr schwierig, um so mehr, als auch fachtechnisch gut ausgebildetes Personal der Stationen zwar den guten Willen zur Brandbekämpfung hat, aber an die Bekämpfung so grosser Brände nicht gewöhnt ist. Diese Feststellung kann in einem gewissen Umfang auch die vorkommenden Fehlhandlungen entschuldigen. Wenn aus irgendeinem Grund die ersten Brandbekämpfungsmassnahmen, welche ein zahlreiches, kaltblütiges und mit einwandfreiem Material ausgerüstetes Personal erfordern, nicht rasch zum Erfolg führen, kommt der Transformator bald in sehr grosse Gefahr, was leider häufig der Fall ist.

5. Innert 10...30 Minuten werden zuerst die oberen und dann die unteren Dichtungen vom Feuer so stark angegriffen, dass sie undicht werden. Einzelne Metallteile können infolge der Hitzewirkung ebenfalls nachgeben. Der Transformator-Kessel entleert sich dann mehr oder weniger schnell, was einerseits dem äusseren Feuer neue Nahrung zuführt und andererseits dem Feuer Zutritt zu den inneren aktiven Teilen des Transformators verschafft.

6. In diesem fortgeschrittenen Stadium besteht eine sehr grosse Wahrscheinlichkeit, dass der Transformator ganz verloren ist; denn man kann sich ihm kaum mehr nähern, um das Innere des Kessels mit Wasser zu füllen.

3. Richtlinien für den Transformatoren-Brandschutz

Auf Grund der technischen und wirtschaftlichen Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen wurden Richtlinien für den Brandschutz von Transformatoren aufgestellt. Diese Richtlinien mussten aber auch den technischen Fortschritt berücksichtigen, welcher einerseits eine Verbesserung in der Konstruktion der Transformatoren und ihres elektrischen Schutzes und andererseits eine Verbesserung des Verbundbetriebes mit sich bringt und damit die Möglichkeit zur gegenseitigen Aushilfe der einzelnen Netzteile schafft. In bezug auf den Brandschutz wurden die folgenden *Beschlüsse* gefasst:

1. Die *Konstrukteure* sollen darauf aufmerksam gemacht werden, dass im Falle eines Brandes die Anordnung oder die Form von einzelnen Teilen eine zusätzliche Gefahr bringen, wie z. B.
 - a) Profileisen, welche den Transformatorenkessel horizontal umschliessen und so eigentliche Fangrinnen bilden, in denen sich das überlaufende und entzündete Öl ansammelt, und zwar besonders unter den Anschlüssen für die Kühler.
 - b) Ventilationsleithleche, welche beim Überlaufen des brennenden Öls Brandstellen mit grosser Oberfläche bilden.
 - c) Seitliche Durchführungen, welche praktisch den Brandschutz der Transformatoren verunmöglichen, weil bei einem Defekt an diesen seitlichen Klemmen das unkontrollierte Auslaufen von Öl nicht verhindert werden kann.
2. Alle Transformatoren sollen systematisch mit einer Sicherheitsvorrichtung ausgerüstet werden, welche das Auslaufen des Öls aus dem Expansionsgefäss verhindert. (Die von der EDF definitiv zu diesem Zweck gewählten Einrichtungen sind so konstruiert, dass ihr richtiges Funktionieren von der Strömungsgeschwindigkeit des Öls abhängig ist. Einrichtungen, welche von einem vorgeschalteten automatischen Feuermelder oder von den inneren Schutzeinrichtungen des Transformators abhängig sind, werden nicht verwendet. In Frankreich gibt es zwei Schutzgeräte der erstgenannten Bauart, nämlich den Siphon der «*Alsthom*» und besonders die Rückschlagklappe der «*Compagnie Electro-Mécanique*». Alle französischen Transformatorenlieferanten mit Ausnahme der «*Alsthom*» bauen nun systematisch diese Rückschlagklappe in die der EDF gelieferten Transformatoren ein.)
3. Zwischen nebeneinander aufgestellten Transformatoren sind Brandschutzmauern einzubauen.
4. Unter jedem Transformator wird eine Kiespakung eingebaut.
5. Fest installierte Feuerlöschleinrichtungen werden nur an Transformatoren mit grosser Leistung (mindestens 70 MVA) eingebaut. Bei kleinerer Leistung kommen solche festmontierten Löschleinrichtungen nur in Frage, wenn die Transformatoren für die versorgte Gegend lebenswichtig sind oder wenn beim Ausfall der betreffenden Transformatoren andere lebenswichtige Einrichtungen gestört würden.

Ferner wurde beschlossen, die festmontierten Löschleinrichtungen zu vereinfachen. Diese Bemühungen führten vorerst dazu, dass die Systeme mit grossen Wassermengen und mit grosser Wasserreserve durch Systeme mit kleinem Wasserbedarf (ca. 1000...1500 Liter) ersetzt wurden, wobei dieser Wasservorrat in einem Metallkessel aufbewahrt wird, welcher durch Flaschen mit komprimiertem Gas unter Druck gesetzt werden kann.

Die vorstehend erläuterte Einrichtung mit kleinem Wasservorrat ist in den Jahren 1949...1956 als Normalausführung eingebaut worden. Im Jahre 1956 erhielt Herr Cabanes, Vizedirektor der EDF für den Energietransport, Kenntnis von einer neuartigen Feuerlöschmethode für flüssige Brennstoffe, welche von der *Socony Mobil Oil Company* für deren Öltanks in Amerika benutzt wurde. Er versuchte, diese Methode sinngemäss auf die Transformatoren anzuwenden, welche ja vom Feuerwehrstandpunkt aus auch als Behälter mit flüssigem Brennstoff betrachtet werden können.

4. Prinzip der neuen Löschmethode EDF

Wie arbeitet nun diese neuartige Löschmethode? Man berichtet, dass bei der *Socony Mobil Oil* während eines Gewitters der Blitz in einen Tank mit Rohöl einschlug und diesen in Brand setzte. Um möglichst viel Öl aus dem brennenden Tank zu retten, wurde das Rohöl unter Benutzung einer am Fuss des brennenden Tanks vorhandenen Leitung in einen andern Tank umgefüllt. Während des Umfüllens verstopfte sich die Leitung, und mit Druckluft sollte die Verstopfung beseitigt werden. Die in den brennenden Tank entweichende Druckluft bewirkte eine rasche Verminderung der Flammen. Diese merkwürdige Erscheinung liess den Ingenieuren der *Socony Mobil Oil* keine Ruhe; sie untersuchten den Fall eingehend und kamen zum Schluss, dass ein Brand von flüssigen Brennstoffen folgende, meist gut bekannte Eigenschaften hat:

1. Bei einem Brand von flüssigen Brennstoffen brennen nur die aus der Flüssigkeit entweichenden Dämpfe, aber nicht die Flüssigkeit selbst.

2. Damit die Flüssigkeit *genügend brennbare Dämpfe abgeben kann, um das Feuer zu unterhalten*, muss ihre Temperatur oberhalb des Entflammungspunktes liegen.

3. Wenn es sich um nicht raffinierte Rohöle handelt, so dringt die Wärmewelle aus der brennenden Oberfläche nur sehr langsam mit einer Geschwindigkeit von 10...50 cm pro Stunde in die Flüssigkeitsmasse ein.

Falls es sich um raffinierte Produkte handelt, dringt die Wärme unabhängig von der Dauer des Brandes überhaupt nicht in die Flüssigkeit ein, Man hat also unter einer dünnen Schicht von flüssigem Brennstoff, welche sich bei raffinierten Produkten zu einer dünnen Haut reduziert, eine grosse Masse von Flüssigkeit, deren Temperatur gleich hoch ist wie vor dem Brandausbruch, das heisst weit unter dem Flammpunkt.

Wenn diese drei Feststellungen richtig kombiniert werden, kommt man zum Ergebnis, dass es für das Löschen eines Brandes von flüssigen Brennstoffen

fen genügt, die Abgabe von brennbaren Dämpfen zu unterbinden, oder mit andern Worten, die Temperatur der Oberfläche unter den Flammpunkt zu erniedrigen. Dieses Ziel wird leicht erreicht, indem man komprimierte Luft oder Stickstoff unten in den Tank einbläst und so eine lebhaftere Umwälzung des flüssigen Brennstoffs erzeugt. Durch diese Umwälzung wird die oberste, brennbare Dämpfe abgebende Flüssigkeitsschicht fortlaufend durch Flüssigkeit ersetzt, welche eine unter dem Flammpunkt liegende Temperatur aufweist. Dieser Vorgang bewirkt, dass die Abgabe von brennbaren Dämpfen zuerst vermindert wird und dann ganz aufhört, wodurch das Feuer stufenweise eingedämmt und schliesslich gelöscht wird.

Die Analogie zwischen einem mit flüssigem Brennstoff gefüllten Öltank und einem mit Öl gefüllten Transformatorenkessel führte zur Überlegung, ob die für den Öltank wirksame Löschmethode wohl auch für den Transformator brauchbar sei. Es stand aber nicht zum vornherein fest, ob sich die Methode auf die Transformatoren übertragen liesse; denn diese stellen ein viel komplizierteres Gebilde dar als ein einfacher Öltank. Tatsächlich sind der aktive Teil des Transformators, die Gefahr des Überlaufens von Öl aus den unter sich kommunizierenden Klemmen und aus dem Expansionsgefäss, das Vorhandensein eines Deckels und von Zubehörteilen wie Kühler, Ventilationsleitbleche usw. Elemente, welche den Transformator wesentlich von einem gewöhnlichen Kessel unterscheiden.

Es gab nur eine einzige Möglichkeit, um die Richtigkeit der Analogie für die Brandbekämpfung zu überprüfen, nämlich die Durchführung von Versuchen, und zwar nicht nur mit einfachen Kesseln, wo der Erfolg so gut wie sicher war, sondern mit Transformatoren. Diese Versuche wurden denn auch durchgeführt.

Wenn die besondern Eigenschaften der Isolieröle unter dem Gesichtspunkt der über die flüssigen Brennstoffe im allgemeinen gemachten Angaben betrachtet werden, stellt man folgendes fest:

1. Da der Flammpunkt des Öls bei ca. 180 °C liegt, muss die Oberfläche des Öls auf dieser Temperatur gehalten werden, um den Brand zu unterhalten; umgekehrt muss sie unter diese Temperatur abgekühlt werden, wenn man den Brand löschen will.
2. Das Isolieröl der Transformatoren ist ein raffiniertes Produkt, so dass sein Siedeverhalten ungenügend ist, um das Entstehen einer Wärmewelle zu begünstigen. Die Flüssigkeitsmasse unterhalb der dünnen, obersten, brennenden Schicht bleibt deshalb auch während des Brandes auf einer Temperatur, die fast gleich hoch ist wie die Öltemperatur vor dem Brandausbruch.

Aus diesen beiden Feststellungen kann man deshalb schliessen, dass das Isolieröl, auch wenn es bereits auf 80...100 °C erhitzt ist, wie dies allerdings eher ausnahmsweise vorkommen kann, in den Transformatoren sehr günstige Voraussetzungen für Brandlöschung durch Ölumwälzung bietet. Selbst wenn das Öl bereits auf 100 °C erhitzt sein sollte, befindet es sich immer noch 80 °C unter dem Flammpunkt. In einem Transformator ist also stets eine

Ölmasse von so tiefer Temperatur vorhanden, dass mit der Umwälzung die oberste, brennbare Dämpfe abgebende, sehr dünne Schicht sehr rasch abgekühlt werden kann.

5. Versuche und Versuchsergebnisse

Auf Grund dieser theoretischen Unterlagen hat die EDF ihre Experimente begonnen und rund 50 Versuche durchgeführt. Als Versuchsobjekte dienten:

- ein einfacher Kessel mit 3 Tonnen Ölinhalt
- ein Autotransformator 15 000/13 500 V von 2000 kVA mit 2 Tonnen Ölinhalt
- ein Transformator 60 000/15 000 V von 20 000 kVA mit 20 Tonnen Ölinhalt.

Ich habe nicht die Absicht, auf jeden der vielen Versuche einzugehen, sondern möchte *anhand einiger ausgewählter Beispiele den Weg zeigen*, auf dem die EDF zum definitiven Verfahren für den Brandschutz gekommen ist.

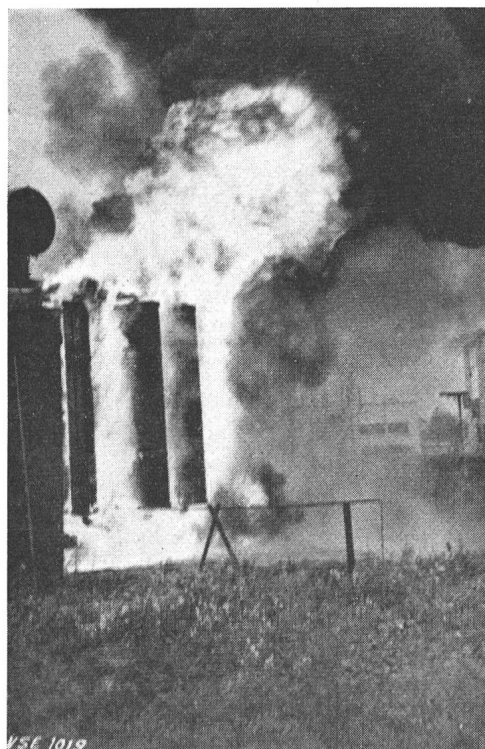


Fig. 1
Versuch an einem 20 000-kVA-Transformator

Das erste Problem bestand in der Wahl des einzublasenden Gases und der Art, wie das Gas einzublasen sei. Als Gas wurde *Stickstoff* gewählt, welchen wir gegenüber Luft infolge seiner chemischen Trägheit und gegenüber dem CO₂ vorzogen, weil er bei der für unseren Prozess notwendigen Entspannung auf niederen Druck keine Schwierigkeiten bereitet.

Das Einblasen des Gases wurde wie folgt bewerkstelligt: Eine Gasflasche mit 7 m³ Stickstoff unter 150 kg/cm² Druck wurde über ein Druckreduzierventil mit einem dünnen Rohr von 25 mm Durchmesser an das Ventil angeschlossen, welches sonst für die Entnahme von Ölproben aus dem Transformator verwendet wird. Ein in die Leitung eingebautes Rückschlagventil verhinderte das Rückwärts-

strömen von Öl gegen die Gasflasche. Ein Druckreduzierventil und ein Kontrollmanometer vervollständigten die Einrichtung.

Vor jedem Versuch wurde das Öl mit einer Heizeinrichtung auf die Temperatur gebracht, die man normalerweise bei im Betrieb befindlichen Transformatoren im ungünstigsten Fall antrifft, nämlich 70...110 °C im oberen Teil des Kessels und 30...40 °C in seinem unteren Teil. Das Feuer wurde mit Benzin angezündet, und als Brandstellen dienten ein oder mehrere Punkte, an denen die Durchführungen entfernt worden waren.

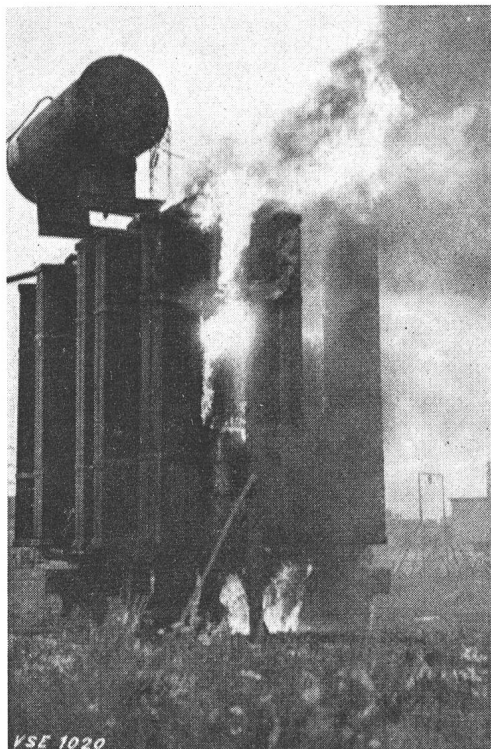


Fig. 2
Versuch an einem 20 000-kVA-Transformator

Zwischen der Inbrandsetzung und dem Beginn des Löscheversuchs liess man immer eine bestimmte Zeit, die sogenannte «Anheizperiode» (*période de précombustion*) verstreichen. In dieser Periode liessen wir das gezündete Feuer sich unter dem Deckel solange frei entwickeln, bis das Öl zu überlaufen begann. Die Anheizperiode musste einmal dazu dienen, dass alle von Öl freien Oberflächen in Brand kamen und dass anderseits am Transformator stark erhitzte Punkte entstanden, wie man sie in Wirklichkeit nach einem Transformatorenbrand antrifft. Solche heissen Punkte können unter dem Einfluss des beim Eintreten eines Fehlers sofort abgeschalteten elektrischen Lichtbogens entstehen oder aber infolge Erhitzung durch das brennende Öl.

Je nach den Versuchen dauerte diese «Anheizperiode» fünf Minuten bis 2 Stunden. Nach Ablauf der Vorheizperiode wurde mit den Löscheversuchen begonnen, wobei, ausgenommen einige wenige besondere Versuche, stets ein Überlaufen von brennendem Öl ausgelöst wurde. Dies geschah, indem sich durch Fernbetätigung ein Ventil in der Leitung zwi-

schen Expansionsgefäss und Transformatorkessel öffnete.

Die von Versuch zu Versuch gemachten Beobachtungen führten uns dem Ziele immer näher. Vorerst seien diese Beobachtungen in der Reihenfolge ihres Auftretens genannt.

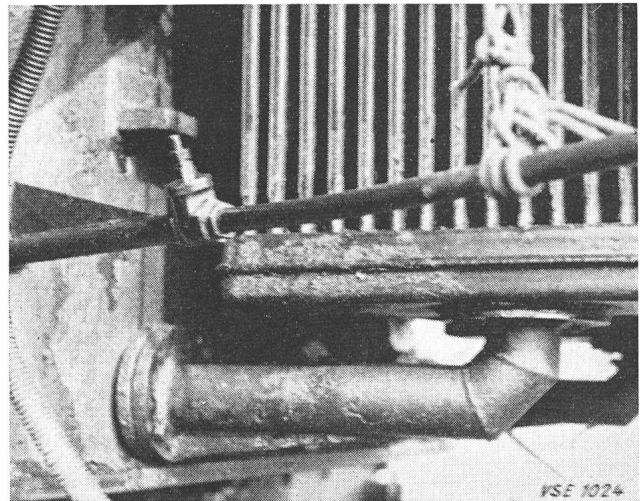


Fig. 3
Anschluss der Stickstoffzuleitung am
Probeentnahmestutzen

1. Beobachtung

Das Umwälzen des Öls erfolgt in gleicher Weise, ob es sich um einen einfachen leeren Kessel oder um einen Transformator handelt. Die aktiven Teile des Transformators beeinträchtigen die Umwälzung nicht.

2. Beobachtung

Beim Einblasen des Stickstoffes in den Kessel steigt der Stickstoff in der Nähe der Einblasöffnung senkrecht der Kesselwand entlang nach oben. Die an der Oberfläche erzeugte Turbulenz, welche für die Brandlöschung ausschlaggebend ist, wird durch die Ölmassen verursacht, welche vom aufsteigenden Gas mitgerissen und in Bewegung gesetzt werden.



Fig. 4
Durch die Einführung von Stickstoff verursachte Turbulenz
der freien Öloberfläche

3. Beobachtung

Der Einblasdruck des Gases muss nur so gross sein, dass es den statischen Druck des Öls überwinden kann. Die einzublasende Gasmenge muss in gewissen Grenzen ungefähr proportional sein zur Öloberfläche des zu schützenden Transformators. Sobald der Kessel eine Öloberfläche von mehr als 5 m² hat, muss das Gas an zwei Stellen eingeblasen werden, die sich auf zwei gegenüberliegenden Seiten des Kessels befinden.

4. Beobachtung

Sobald das Öl im Kessel die brennenden Öffnungen erreicht, bewirkt die durch Gaseinblasung erzeugte Umwälzung ein Überlaufen des Öls, was, besonders wenn schon vorher Öl überlaufen ist, die Löschung stark erschweren, wenn nicht verunmöglichen kann.

5. Beobachtung

Die nachteilige Wirkung des soeben festgestellten Überlaufens kann sehr leicht unterdrückt werden, wenn man durch die Entleerungsöffnung des Transformators eine bestimmte Ölmenge auslaufen lässt, damit unter dem Deckel ein lichter Raum von ca. 10 cm entsteht. Dann spielt sich die Umwälzung unter viel besseren Bedingungen ab, da sie in einer nicht zündenden Umgebung und ohne Kontakt mit dem Deckel stattfindet, welcher die Ölbewegung bremst und mit den heissen Stellen das Öl wieder entzünden kann.

Um jede Schädigung des aktiven Teils durch Feuer zu vermeiden, muss diese Entleerung auf eine bestimmte Höhe begrenzt werden, indem man das obere Ende dieser Entleerungsleitung auf eine Höhenlage ca. 10 cm unterhalb des Deckels einstellt,



Fig. 5

Für die Versuche verwendetes Entleerungsrohr mit Entleerungsventil

wenn alle Durchführungen auf gleicher Höhe angebracht sind. Ist dies nicht der Fall, ist das obere Ende des Entleerungsrohrs ca. 10 cm unterhalb der Öffnung der tiefsten Durchführung einzustellen. Diese Entleerungsleitung erhält ein in Handhöhe montiertes Ventil, das aber genügend weit weg vom Transformator oder, falls vorhanden, hinter einer Brandschutzmauer angebracht sein muss.

6. Beobachtung

Im Gegensatz zu der Umwälzung gestattet die Teilentleerung auch das Löschen des Feuers an den Seitenwänden, da ihm die Nahrung entzogen wird. Diese seitlichen Brände sind übrigens am gefährlichsten, weil sie die schwächsten Stellen des Kessels angreifen.



Fig. 6

Stickstoffflasche 7 m³, 150 kg/cm², mit Druckreduzierventil und Manometern

Die Versuche haben die Notwendigkeit dieser Teil-Entleerung sehr deutlich bewiesen. Mit dieser Entleerungsvorrichtung kann auch das aus dem Expansionsgefäss stammende Öl abgeführt werden, falls die Abschlussvorrichtung am Expansionsgefäss nicht funktionieren sollte.

Die letztgenannten Beobachtungen zeigen, dass sich ein Transformator wesentlich von einem einfachen Öltank unterscheidet und dass sich die Methode des Ölumwälzens nur dann sicher mit Erfolg anwenden lässt, wenn gleichzeitig die *Teilentleerung* erfolgt. Die Teilentleerung stellt aber effektiv nur die in den Öltanks vorhandenen Bedingungen her; denn bei diesen wird betriebsmässig oben immer eine bestimmte leere Zone eingehalten.

Die so entwickelte Löschmethode ist sehr einfach, und zwar sowohl in bezug auf die Anwendung als auch auf die notwendigen Installationen.

Das Löschen ist in drei Schritten durchzuführen:

1. Ablassleitung öffnen.
2. Ende der Teilentleerung abwarten.
3. Sobald kein Öl mehr aus der Leitung für Teilentleerung fliesst, Hahn der Stickstoff-Flasche öffnen.

Die am grossen 20 000-kVA-Transformator durchgeführten Versuche haben gezeigt, dass selbst nach

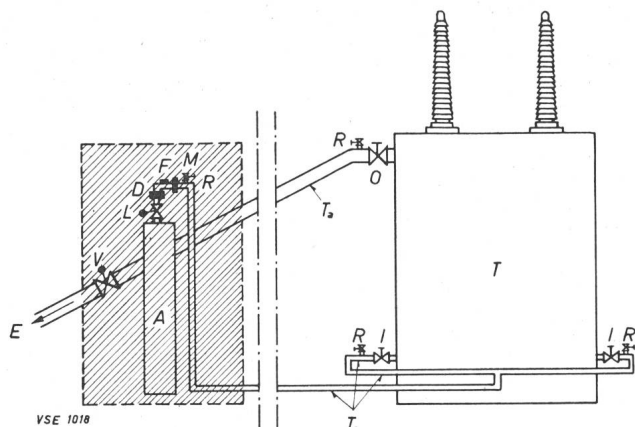


Fig. 7

Schema des Brandschutzes von grossen Transformatoren nach der Methode der EDF (Teilentleerung-Umwälzung)

- A Flasche mit komprimiertem Stickstoff
- D Druckreduktion
- E Ableitung des entleerten Öls
- F Leckventil
- I Einblasventile
- L Flaschenventil mit Hebelbedienung
- M Öl-Rückhaltmembran
- O Ventil am Entleerungsstutzen
- R Entlüftungsventile
- T zu schützender Transformator
- T_a Stahlrohr, lichter ϕ 80 oder 100 mm
- T_c Kupfer- oder Stahlrohr, lichter ϕ min. 20 mm
- V Öl-Entleerungsventil mit Hebelbedienung

einer Anheizperiode von zwei Stunden und nach anschliessendem Überströmen von Öl der Brand durch das Öffnen des Ventils am Expansionsgefäss mit den oben beschriebenen drei Manipulationen innert weniger als zwei Minuten gelöscht werden konnte, obwohl das Feuer bei seiner grössten Ausbreitung die ganze hintere Seite des Transformators gefährdete.

Es kann vorkommen, dass nach der Löschung des Hauptfeuers noch sekundäre Feuer weiterbrennen, z. B. die Öl-Lachen auf ebenen Teilen des Transformators oder entzündetes Isoliermaterial der Durchführungen. Man löscht diese Nebenbrände ohne grosse Mühe mit den üblichen transportablen Löschgeräten.

6. Die Einrichtungen für das neue Löschverfahren

Die Einrichtungen für das neue Löschverfahren umfassen drei Teile (Fig. 7):

- a) Einrichtungen am Transformator selbst.
- b) Einrichtung zum Einblasen von Stickstoff.
- c) Einrichtung für Teilentleerung.

zu a) Die Einrichtungen am Transformator

Damit ein Transformator T mit der neuen Löscheinrichtung ausgerüstet werden kann, muss er folgende Bedingungen erfüllen:

1. In seinem unteren Teil müssen zwei mit Ventilen (I) ausgerüstete Öffnungen für das Einblasen des Stickstoffs vorhanden sein. Sofern es möglich ist, sollten die Öffnungen an den Enden der gleichen Diagonale des von oben betrachtet rechteckigen Kesselquerschnitts angebracht sein.

Bei den bereits im Betrieb befindlichen Transformatoren kann man, um manchmal heikle Änderungen zu vermeiden, als Einblasöffnungen für den Stickstoff die Ventile verwenden, die an jedem Transformator für die Entnahme von Ölproben vorhanden sind. Man kann sich in diesen Fällen auch mit einer einzigen Einblasöffnung begnügen, sofern der Querschnitt des Transformatornkessels auf der Höhe der Entleerungsrohre nicht grösser als 5 m² ist.

Für Transformatoren, welche auf Bestellung neu angefertigt werden, ist es empfehlenswert, vom Lieferanten den Einbau von besonderen Ventilen mit ca. 1 Zoll Durchmesser zu verlangen oder, was noch besser ist, die beiden Einblasestellen mit am Transformator fest verlegten Rohren an ein einziges gemeinsames Einblaseventil anzuschliessen. Beide Einblaserohre sollen gleich lang sein und einen Durchmesser von mindestens 20 mm haben. Bei der Wahl der Einblasestellen ist vom Konstrukteur folgendes zu beachten:

Bei den Kerntransformatoren mit «glockenähnlichen» Kesseln sind die Öffnungen so anzuordnen, dass der Stickstoff gut gegen die Kessel-Wände abströmen kann und ausserhalb des Gebiets der Wicklungen bleibt.

Bei den Mantel-Transformatoren (auch «Shell» oder «form fit» genannt) sind die Einblasöffnungen oberhalb des magnetischen Kreises zu montieren.

2. Im oberen Teil des Transformators ist ein Ventil O anzubringen, an welches die Teilentleerungseinrichtung anzuschliessen ist. Das Ventil muss so montiert werden, dass man eine Absenkung des Ölspiegels im Kessel auf ein Niveau von 5 cm unterhalb des Kragens der tiefstgelegenen Durchführung erzielen kann. Der lichte Durchmesser dieses Ventils sollte 80 mm betragen, sofern die zu entleerende Ölmenge kleiner als 2000 Liter ist. Ist die abzuführende Ölmenge grösser als 2000 Liter, so muss ein 100-mm-Ventil eingebaut werden.

Anmerkung für Transformatoren mit unter Last schaltbarer Regulierung. Wenn ein Transformator mit einer unter Last schaltbaren Regulierung ausgerüstet ist, so sind keine besonderen Massnahmen notwendig, sofern die Reguliereinrichtung, wie dies meist der Fall ist, im Transformatorenkessel selbst eingebaut ist.

Wo, wie dies hie und da vorkommt, der Regler in einem besonderen Abteil eingebaut ist, muss folgendes beachtet werden:

1. Wenn zwischen dem den Stufenschalter enthaltenden Abteil und dem Transformatorenkessel eine kommunizierende Verbindung besteht, so dass sich nach der Teilentleerung die freie Oberfläche, abgesehen von den einzelnen Verbindungen und dem Stufenschalter, ohne weitere Hindernisse auf dem ganzen Bereich des Transformatornkessels und des Behälters für den Stufenschalter bilden kann, sind keine besonderen Massnahmen vorzusehen.
2. Wenn trotz einer Verbindung zwischen den beiden Ölbehältern eine Scheidewand vorhanden ist, welche die beiden Öl-Oberflächen voneinander

trennt, so ist für das Schalterabteil eine besondere Stickstoff-Einspeisung vorzusehen, welche ohne besondere Vorkehrungen an die Hauptzuleitung für den Stickstoff angeschlossen werden kann.

3. Wenn das Schalterabteil vollständig abgetrennt ist, ist hierfür eine besondere Stickstoffzuleitung (s. oben 2.) und ausserdem noch eine besondere Entleerung anzubringen; hievon kann man bei jenen Bauarten absehen, bei denen sich das Ölniveau schon betriebsmässig auf der richtigen Höhe befindet.

Anmerkung für Transformatoren mit separater Kühlerbatterie. Im Zusammenhang mit diesem neuen Brandschutzverfahren sind für solche Transformatoren keine besonderen Massnahmen nötig. Man muss nur daran denken, dass sich allfällig in den Kühlern über dem Teilentleerungsniveau vorhandenes Öl zu dem aus dem Transformator bei der Teilentleerung abfliessenden Öl addiert.

zu b) Anordnung der Stickstoff-Einblasung

Die Stickstoffeinblasung enthält im wesentlichen folgende Teile:

1. Eine *Druckflasche (A)* mit Stickstoff unter 150 kg/cm² Druck mit einer Druckreduziervorrichtung (*D*), welche im Interesse der Einfachheit und Unempfindlichkeit nur aus einer oder mehreren kalibrierten Düsen bestehen soll.

Das Fassungsvermögen der Gasflasche und die Charakteristik der Druckreduzier-Vorrichtung sind so zu wählen, dass sie bestimmten Anforderungen über die Gasmenge und die Abblaszeit entsprechen (Details siehe Anhang am Schluss des Berichts). *Die Einhaltung dieser Bedingungen muss bei der Abnahme jeder solchen Einrichtung genau kontrolliert werden.* Um ein rasches und leichtes Bedienen sicherzustellen, soll das Ventil (*L*) der Gasflasche mit einem Hebel und nicht mit einem Handrad betätigt werden.

Im Betrieb wird die Stickstoff-Flasche kontrolliert, indem man den Anschluss der Flasche löst und den Flaschendruck misst. Der kleinste im Betrieb zulässige Flaschendruck beträgt 130 kg/cm². Jede Flasche, welche einen geringeren Druck hat, muss ausgewechselt werden. Das Manometer wie auch das Verbindungsstück zur Flasche sollten mitgeliefert werden.

2. Ein *Kupfer- oder Stahlrohr*, das die Stickstoffflasche mit der Einführöffnung verbindet. Dieses Rohr muss mindestens einen Durchmesser von 20 mm aufweisen. Alle Zweigleitungen von der Flasche zu den einzelnen Einblas-Stellen müssen gleich lang sein, damit der Stickstoff gleichmässig verteilt wird.

Da die Zuleitungen, wie oben erwähnt, mit Öl gefüllt sind, ist es bei der Ausführung der Leitungen in Stahl ausreichend, wenn sie äusserlich gegen Korrosion geschützt werden. Die Wahl dieses Schutzes ist dem Benutzer der Anlage überlassen.

3. Eine *Rücklaufsicherung (M)*, welche verhindert, dass Öl bis zur Druckreduziervorrichtung fliessen kann. Diese Einrichtung soll möglichst nahe bei der Gasflasche montiert werden, damit ein gros-

ser Teil der Leitungen mit Öl gefüllt ist, um auf diese Weise jede Kondensation im Innern der Gaszuleitungen zu verhindern. Andernfalls könnten die Rohre bei Frost aufgerissen werden. Die Rücklaufsicherung besteht aus einer Membrane (z. B. aus Blei, synthetischem Kautschuk usw.) und ist so dimensioniert, dass sie bei steigendem Gasdruck beim Einblasen von Stickstoff sofort nachgibt, während sie im Normalzustand jeden Rücklauf von Öl verhindert.

4. *Entlüftungsventile (R)*, welche das Füllen des Leitungssystems mit Stickstoff ermöglichen. Diese Ventile sollen einerseits möglichst nahe beim Transformator und andererseits möglichst nahe bei der Rücklaufsicherung angebracht werden.
5. Ein *Leckventil (F)*, welches zwischen dem Flaschenventil und der Membrane eingebaut ist und die Aufgabe hat, bei allfälligem langsamen Entweichen von Gas aus der Druckflasche das ungewollte Eindringen von Stickstoff in den Transformator zu verhindern. Dieses Leckventil muss so gebaut sein, dass es bei normalem Funktionieren des Brandschutzes (Einblasen des Stickstoffs) schliesst.

zu c) Bestimmungen über die Teil-Entleerungsvorrichtung

Die Teil-Entleerungsvorrichtung besteht aus folgenden Stücken:

1. Eine *Stahlrohrleitung*, welche mit dem Entleerungsventil des zu schützenden Transformators verbunden wird. Der innere Durchmesser dieses Rohrs muss 80 mm betragen, falls die abzuführende Ölmenge kleiner ist als 2000 Liter. Für Ölmengen von mehr als 2000 Liter ist ein lichter Durchmesser von 100 mm erforderlich. Diese Rohrleitung muss in ihrem höchsten Punkt einen Hahn oder eine andere Entlüftungsvorrichtung aufweisen, damit die in der Leitung enthaltene Luft beim Füllen des Rohrs mit Öl entweichen kann; denn die Entleerungsleitung ist im Normalbetrieb des Transformators mit Öl gefüllt. Der Korrosionsschutz dieser Leitung wird dem Benutzer der Anlage freigestellt, wobei zu bemerken ist, dass für das Innere der mit Öl gefüllten Leitung keine Schutzmassnahmen nötig sind.
2. Ein *Ventil (V)*, welches in dieser Ableitung eingebaut ist, und zwar ganz nahe bei der Stickstoff-Flasche. Dieses Ventil, welches normalerweise geschlossen ist, muss leicht bedient werden können. Ein *Ventil mit Hebelbetätigung* mit einer Arretierung in offener Stellung ist für diesen Zweck die beste Bauart. (Anmerkung: Abgesehen von besonderen Ausnahmefällen ist es nicht interessant, das bei einem Brandfall entleerte Öl zurückzugewinnen. Man kann deshalb das Öl einfach in eine mit Kies gefüllte, betonierte Grube einlaufen lassen oder, wenn es die Anlage der Apparate erlaubt, auch in das Kiesbett eines benachbarten Transformators.)

7. Hinweise für die Montage der Einrichtung

Es können keine starren Installations-Vorschriften gemacht werden, da die Installation sich den zu

schützenden Apparaten anpassen muss. Es sind aber folgende allgemeine Regeln zu beachten:

Die Gasflasche mit Stickstoff und die direkten Zubehörteile (Druckreduzier-Vorrichtung und Membran-Rücklaufsicherung *M*) und ferner das Entleerungsventil *V* müssen zusammen an der gleichen Stelle montiert werden, und zwar an einem Platz, wo sie gegen das Feuer des zu schützenden Transformators gedeckt sind. Als Aufstellungsort der genannten Bedienungseinrichtungen kommt ein Platz hinter einer Brandmauer in Frage, falls eine solche vorhanden ist; andernfalls sind die Einrichtungen 10...15 m vom zu schützenden Transformator entfernt zu montieren. Es ist jedoch wünschenswert, dass die Leitungen so kurz wie möglich sind.

Die Detailbeschreibung enthält für jede Anlage Angaben über die gewählte Anordnung.

Für Transformatoren mit Erdschluss-Schutz muss die Brandschutzeinrichtung elektrisch vom Transformatornkessel isoliert werden.

8. Allfällige Automatisierung des Brandschutzes

Die Automatisierung ist so einfach wie möglich zu gestalten. Es scheint, dass man eine ähnliche Anordnung treffen sollte wie bei den Wasser-Zerstäubungsanlagen mit reduzierter Wassermenge. Das Öffnen des Entleerungsventils für die Teilentleerung des Öls sollte durch ein Gewicht erfolgen, welches elektromagnetisch ausgelöst wird und auf den Betätigungshebel des Ventils wirkt. Eine andere ähnliche Einrichtung müsste das Flaschenventil öffnen.

Das Flaschenventil muss durch ein Zeitrelais ausgelöst werden, welches so eingestellt ist, dass das Einblasen von Stickstoff im richtigen Moment beginnt.

9. Abnahme der Brandschutz-Einrichtung

Neben der Prüfung, ob die Anlage nach den geltenden Regeln der Technik erstellt worden ist, sollen folgende Kontrollen durchgeführt werden:

1. Kontrolle der Bedingungen der Gruppe «Druckflasche-Druckreduzier-Vorrichtung» nach den im Anhang gegebenen Richtlinien. Man wird bei dieser Kontrolle auch prüfen, ob die Membrane der Öl-Rücklaufsicherung beim Ansteigen des Gasdrucks richtig nachgibt.
2. Kontrolle, ob das Leckventil *F* richtig funktioniert.
3. Kontrolle der Dichtigkeit der Gas-Einblasleitungen. Diese Kontrolle wird mit dem in der Flasche vorhandenen Restdruck von 10 kg/cm² durchgeführt, nachdem man vorher die Enden der Gas-Einblasleitung geschlossen hat. Es darf bei diesem Versuch kein Gas entweichen. Das Leckventil *F* kann zu dieser Kontrolle verschlossen werden; denn von ihm wird keine absolute Dichtigkeit bei 10 kg/cm² verlangt.

10. Schlusswort

Die in diesem Bericht beschriebene Brandschutz-Einrichtung entspricht den heute an solche Anlagen zu stellenden technischen und wirtschaftlichen Forderungen. In technischer Beziehung ist sie sowohl

sehr einfach als auch sehr wirksam und hält in Bezug auf die Wirkung den Vergleich mit einer Wasser-Zerstäubungsanlage gut aus; sie ist dieser in bestimmten Fällen sogar überlegen.

Im Laufe einer längeren Zeit bleibt die Wirksamkeit bei der neuen Brandschutzanlage bedeutend besser erhalten als bei der Wasserzerstäubung, welche eine genauere Überwachung und einen grösseren Unterhalt erfordert. Das neue Löschsystem mit Stickstoff hat den grossen Vorteil, dass es jederzeit sicher funktioniert, während die Wasserzerstäubung besonders bei Frost störungsanfällig ist.

In Stationen mit geringer oder keiner Überwachung durch Personal kann die neue Brandschutzeinrichtung sehr leicht automatisiert werden, indem die Auslösung des Brandschutzes durch eine klassische Brandmeldeanlage sichergestellt wird.

In wirtschaftlicher Beziehung ermöglicht der niedrige Anschaffungspreis die Installation einer Brandschutzeinrichtung überall dort, wo sie notwendig erscheint, ohne dass man das Risiko läuft, grosse Geldbeträge zu investieren, die in keinem Verhältnis zu dem tatsächlich vorhandenen Risiko stehen.

Anhang

Bedingungen, welche von der Gruppe «Gasflasche-Druckreduzier-Vorrichtung» bei Abblasen in die freie Atmosphäre erfüllt sein müssen.

Abgeblasene Gasmenge: Die untenstehende Tabelle gibt an, welche Bedingungen die Gruppe «Gasflasche-Druckreduzier-Vorrichtung» beim Abblasen in die freie Atmosphäre erfüllen muss, in Abhängigkeit von der freien Oberfläche des Transformators nach durchgeführter Teilentleerung und bei einem anfänglichen Flaschendruck von 130 kg/cm². Das Abblasen in die freie Atmosphäre wird möglich, indem man die Gaszuleitung zum Transformator bei dem oder den Einblaseventilen am Transformator löst.

Oberfläche in m ²	Minimale Gasmenge ¹⁾ , welche von der vierten bis zur fünften Minute des Abblasversuchs abgegeben wird, in Liter/min	Maximale Gasmenge, von der vierten zur fünften Minute in Liter/min
unter 8	200	300
8 bis 18	300	500
18 bis 28	500	800
28 bis 40	800	1100
über 40	1100	1400

¹⁾ Dieses Volumen wird bestimmt, indem man den effektiven Inhalt der Gasflasche bei normalem Luftdruck (in Liter) mit dem Wert des Druckabfalls zwischen dem Anfang und dem Ende der vierten Minute der Versuchsdauer multipliziert. Es ist dies eine einfache Anwendung des Mariott'schen Gesetzes p.V. = konstant.

Dauer des Abblaseversuchs:

Der Druck in der Gasflasche soll bei Einhaltung der in der Tabelle angegebenen Mengen nach Ablauf der 20. Minute nicht tiefer als 10 kg/cm² sein. D.: Tr.

Adresse des Autors:

J. Baclet, Ingénieur au Service des Transports d'Énergie de l'EDF, Paris.

Verbandsmitteilungen

89. Meisterprüfung VSEI/VSE

Die nächste Meisterprüfung für Elektro-Installateure findet vom 6. bis 9. Oktober 1959 in der Ecole d'Agriculture de Marcellin s/Morges statt.

Anmeldeformulare sowie Reglemente können beim Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen, Splügenstrasse 6, Postfach Zürich 27, bezogen werden (Tel. (051) 27 44 14).

Die Anmeldung hat bis zum 25. Juli 1959 an oben erwähnte Adresse zu erfolgen, unter Beilage folgender Unterlagen:

- 1 Anmeldeformular
- 1 Lebenslauf
- 1 Leumundszeugnis
- 1 Lehrabschlusszeugnis evtl. Diplom
- sämtliche Arbeitsausweise

Im übrigen gilt das Reglement über die Durchführung der Meisterprüfungen im Elektro-Installationsgewerbe vom 15. Dezember 1950.

Mangelhafte Anmeldungen sowie besondere Wünsche können nicht berücksichtigt werden.

Meisterprüfungskommission VSEI/VSE

Wirtschaftliche Mitteilungen

Die Spöl- und Rheinau-Gegner frondieren weiter

342.573 : 627.8.09(494) 261.4

Die neu gegründete Zeitschrift «Natur und Mensch» mit dem Untertitel «Blätter für Natur- und Heimatschutz» zeigt mit jeder Nummer deutlicher, dass auch nach den beiden Rheinauabstimmungen und derjenigen des Spöls der Bruderkampf im Schweizerischen Naturschutzbund weiter geht. Als Beispiel für den tiefgründigen Hass und den Unfehlbarkeits-Geist der scharfen Richtung im Naturschutz-Bund mag im April-/Maiheft die Auseinandersetzung mit dem «offiziellen Heimatschutz» gelten. Dr. Laur als der langjährige und anerkannte Vorkämpfer der Schweizerischen Heimatschutzbewegung wird in diesem Artikel in einer Art angegriffen, die erstaunlich ist und mit der sich der Spöl-Flügel im Naturschutzbund tatsächlich erneut auf den Kriegspfad begibt. So liest man darin u. a. die folgenden Sätze:

«Wir sprechen bewusst vom offiziellen Heimatschutz, vom schweizerischen Vorstand, denn wir wissen, dass Hunderte seiner Mitglieder in allen Kantonen, auch wenn sie sich dem Vorstand gegenüber nicht äussern, mit dessen Vorgehen in den Angelegenheiten Rheinau, Spöl und Corvatsch keineswegs einiggehen. Von einzelnen Mitgliedern wissen wir, dass sie diesem Vorstand der Diplomaten und Gutachter, die sich als Propagandisten der jeweils im Spiele stehenden Wirtschaftskreise missbrauchen lassen, mit dem Austritt aus dem Heimatschutz den Rücken gekehrt haben.»

«Wir behaupten, dass, wenn der Heimatschutz und der Vorstand des Naturschutzbundes wie auch die Naturforschende Gesellschaft ihre ursprüngliche Ablehnung der Einbeziehung von Nationalparkgebiet in die Energiewirtschaft festgehalten hätten, es nie zu einem Nachgeben der Bundesbehörden gekommen wäre. Der Vorstand des Schweizerischen Heimatschutzes war der erste, der unter dem Einfluss seines Mitgliedes und zugleich Vertreters der Unterengadiner Kraftwerkinteressenten, Architekt Könz in Guarda, schon vor 10 Jahren umfiel.»

«Für den offiziellen Heimatschutz gibt es heute keinen gesetzlichen Schutz mehr für anerkannte Naturschönheiten im Sinne von § 22 des eidgenössischen Wasserrechtsgesetzes. Die Vorherrschaft der Wirtschaft und die materiellen Interessen der Gemeinden stehen obenan, höchstens einige Anpassungswünsche werden ein gewisses Entgegenkommen finden. Die Herren des Heimatschutzes haben somit mitgeholfen, § 22 des eidgenössischen Wasserrechtsgesetzes zu bodigen, der einst als gesetzliche Basis für Aktionen des Natur- und Heimatschutzes gedacht war. Was nützt da noch ein Natur- und Heimatschutzartikel der Verfassung? Man kennt ja die Tendenzen des Eidg. Wasserwirtschaftsamtes.»

«Aber wir sind überzeugt, dass die Diplomaten und Gutachter des Heimatschutzes wieder versagen werden, sobald es irgendwo ernst gilt, z. B. bei der Hochrheinschiffahrt, am Doubs oder an der Reuss, wie dies die Stellungnahme zur Corvatschbahn und zum Kraftwerk Kadelburg-Koblentz (Erhaltung der letzten Stromschnellen des Rheins) neuerdings bewiesen hat.»

«Unsere Freunde — ihre Liste würde Dr. Laur wohl in Erstaunen setzen — rekrutieren sich aus Kreisen, die geistig, politisch und wirtschaftlich ihre Verantwortung so gut kennen und ausüben wie die Herren im Vorstand des Schweizerischen Heimatschutzes. Dieser besteht heute übrigens zur Hälfte aus Architekten und hat schon deswegen in allen Baufragen Hemmungen, den jeweiligen wirtschaftlichen Interessen und den subventionierenden Behörden entgegenzuwirken.»

Diese Kostproben genügen wohl, um zu zeigen, dass der Ärger ein schlechter Berater ist und dass sich nicht einmal ein so treuer Heimatschützer wie Dr. Laur ein freies Wort erlauben darf, ohne auch auf die Abschussliste zu kommen. Wir müssen leider heute das Vorhandensein einer extremen Gruppe von Naturschutz-Anhängern in Rechnung stellen, die jeden Andersdenkenden zum Feind stempeln und für die jede Diskussion mit den bösen Mächten der Technik und Wirtschaft an sich schon ein Kapitalverbrechen darstellt. Die Ausführungen über die Corvatsch-Bahn, vor allem die scharfe Anrempelung der Gemeinde Silvaplana, wie auch die Angriffe auf den Ausbau des Bondascawerkes im Bergell im gleichen Kampfe illustrieren unversöhnlichsten Rheinaugeist. Forstmeister Uehlinger aus Schaffhausen und Lehrer Erzinger aus Binningen als Redaktoren des neu geschaffenen Konkurrenzblattes zum offiziellen Naturschutz-Organ leisten dem wirklichen Natur- und Heimatschutz — der den Bau von Kraftwerken keineswegs allein zum General-Sündenbock für alle Fehler der Technik machen will — mit ihren Sprüchen über den Ausverkauf der Heimat wirklich einen Bärendienst.

Angesichts dieser Situation wird es besonders interessant sein, zu vernehmen, ob es nun nach der Veröffentlichung des Bundesbeschluss-Entwurfes für ein neues Nationalpark-Statut zu einem Rückzug der noch immer hängigen Nationalpark-Initiative kommt, womit allein eine vierte eidgenössische Volksabstimmung über den Kraftwerkbau vermieden werden kann. Ebenso gross ist das Interesse dafür, welches Echo die an einer Tagung der Neuen Helvetischen Gesellschaft zur Frage «Natur und Technik» aufgeworfenen Fragen finden werden. Insbesondere gilt dies für die dort gemachten Finanzierungs-Vorschläge für die Schaffung eines Nationalfonds und die dabei vertretene Auffassung, dass in der Schweiz für den Naturschutz bis jetzt viel zu wenig Geld aufgewendet worden sei. Das Wort haben nun der Steuerzahler und die Energiekonsumenten, denen zur Erwerbung schutzwürdiger Landschaften mit diesen sehr allgemein gehaltenen Vorschlägen jährlich Millionen-Opfer zugemutet werden.

F. Wanner

Das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft im Jahre 1958

06.046.38 : 627.8.09(494)

Dem Bericht des Bundesrates über die Tätigkeit des Amtes für Wasserwirtschaft 1958 entnehmen wir folgendes:

A. Hydrographie

An die Seite der althergebrachten Aufgaben des hydrographischen Dienstes treten in zunehmendem Masse weitere Anforderungen, welche eine Ausweitung der Beziehungen zu den verschiedensten, an den Gewässern interessierten Stellen zur Folge haben. Die Unterlagen, welche die Hydrographie der wissenschaftlichen Hydrologie liefert, sollen durch den bereits teilweise vorbereiteten Plan für Testgebiete, für welche die natürlichen Abflussvorgänge entweder ohne weiteres erfasst oder mittels zusätzlicher Erhebungen rekonstruiert werden, auch für die Zukunft sichergestellt werden. Die «Schweizerische beratende hydrologische Konferenz», deren Konstituierung im Vorjahr bekanntgegeben wurde, erwies sich als nützliches Bindeglied zwischen den verschiedenen interessierten Kreisen und nahm vor allem auch Stellung zu den Bestrebungen der «Organisation Météorologique Mondiale», ihre Tätigkeit auf das Gebiet der praktischen Hydrologie auszuweiten.

Die Verbesserung und Neuentwicklung von Methoden und Geräten wurde weiter gefördert. So wurden z. B. in Verbindung mit dem Institut für hydraulische Maschinen und Anlagen der ETH Versuche mit einem Wassermessverfahren mittels Ultraschall durchgeführt, um dessen Anwendung für Aufgaben an gestauten Wasserläufen zu erproben; in der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH wurde ein Modellversuch mit dem seit einigen Jahren vom hydrographischen Dienst entwickelten Typ von Meßstationen an stark geschiebeführenden Gebirgsflüssen in Angriff genommen.

Die Zahl der Stationen mit Wasserstandsbeobachtung stieg auf 290, der Stationen mit Abflussmengenbestimmung auf 159. 251 Limnigraphenapparate und 2 Strömungsschreiber standen im Betrieb. Die Zahl der ausgeführten Wassermessungen beträgt 1377; 1274 derselben dienten der Pflege des Stationsnetzes, die übrigen speziellen Aufnahmen und Studien. Eichungen hydro-metrischer Flügel wurden 531 durchgeführt, 257 davon für amtsfremde Stellen. Unter den letzteren treten mehr und mehr auch ausländische Auftraggeber auf; deren Anteil an der letztgenannten Zahl betrug im Berichtsjahr 121.

Da ein Teil der Arbeiten durch Private oder Kantone bezahlt wird, stehen den Aufwendungen auch beträchtliche Einnahmen gegenüber.

In zahlreichen Fällen sind Kantone, Gemeinden und Private (Gesellschaften) in Fragen der Hydrographie und Hydro-metrie beraten worden. Die Erfahrungen des Hydrographischen Dienstes werden auch durch Vertretung in verschiedenen Kommissionen, Komitees und Expertengruppen weiteren Kreisen zur Verfügung gestellt. Die Expertengruppe zur Prüfung der Frage der künstlichen Auslösung von Niederschlägen setzte ihre Arbeit fort; sie gedenkt ihren Schlussbericht im Laufe des Frühjahrs 1959 einzureichen.

B. Seeregulierungen

Genfersee. Im Einvernehmen mit den zuständigen französischen Behörden hat die «Compagnie nationale du Rhône» in Lyon dem Amt eine Vorstudie für eine Änderung der jetzigen Seeregulierung zwecks Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse unterhalb Lyon in Niederwasserperioden eingereicht. Es könnten gemäss dieser Studie die Seespiegelschwankungen im bisherigen Rahmen gehalten werden, wogegen die Abflussmengen der Rhone zu gewissen Zeiten stark schwanken würden. Zunächst ist der Kanton Genf um seine Stellungnahme ersucht worden.

Bodensee. Am 23. Oktober 1958 ist die Überleitung von Trinkwasser aus dem Bodensee ins Flussgebiet des Neckars zur Versorgung von Stuttgart und weiteren Städten aufgenommen worden. Die Gesamtabgabe beträgt 2,16 m³/s, was einer Verminderung des Abflusses aus dem Bodensee von 0,6 Prozent gleichkommt, welche übrigens durch Zuleitungen aus dem Inngbiet mehr als kompensiert ist.

Luganensee. Das am 17. September 1955 zwischen der Schweiz und Italien abgeschlossene Abkommen über die Luganerseeregulierung ist durch Austausch der Ratifikationsurkunden am 15. Februar 1958 in Kraft getreten. Mit den Arbeiten ist spätestens am 15. Februar 1960 zu beginnen. Die Detailpläne werden zur Zeit durch ein Tessiner Ingenieurbureau ausgearbeitet. Die Bauarbeiten sollen unmittelbar nach Abschluss der zwischenstaatlichen Verhandlungen über die Neuerstellung der Strassenbrücke von Ponte Tresa in Angriff genommen werden.

Langensee. Die italienischen Behörden haben uns, wie in den vorangegangenen Jahren, von neuem das Gesuch gestellt, den maximalen Seespiegel während des Winters um 0,50 m gegenüber den Vereinbarungen vom 24. Oktober 1938 zu erhöhen. Der Bundesrat hat im Einvernehmen mit dem Kanton Tessin diesem Gesuch entsprochen und die gleiche Bewilligung auf die weiteren 4 Winterperioden bis 1963 ausgedehnt. Der Bundesrat ist der Auffassung, dass die Frage der Langenseeregulierung im Hinblick auf den Abschluss eines langfristigen Abkommens von neuem geprüft werden sollte.

Jurandeseen. Die interkantonale Projektierungs- und Bau-leitung hat ihre Arbeiten intensiv fortgesetzt. Die interkantonale Baukommission hat das neue Projekt hinsichtlich der Dimensionen und der Auswirkungen auf die höchsten Seestände gutgeheissen. Es bleibt noch die konstruktive Gestaltung der neuen Bauten festzulegen.

Die Arbeiten für die II. Juragewässerkorrektion müssen sich in den Gesamtbauplan der Aare einfügen. Oberhalb der Seen besteht keine Ungewissheit mehr, da sich die interessierten Kantone Freiburg und Bern Ende des Jahres dahin ge-

einigt haben, die Saane nicht in den Murtensee abzuleiten und die Wasserkräfte der Aare und der Saane längs ihrem natürlichen Lauf zu nutzen. Seeabwärts wird noch nach einer wirtschaftlich annehmbaren Lösung gesucht, die es erlauben würde, das unterhalb Solothurn für die Wasserstandsregulierung vorgesehene Wehr auch für die Wasserkraftnutzung heranzuziehen.

C. Nutzbarmachung der Wasserkräfte

I. Allgemeines

Studien (Ausbauplan der Wasserkräfte): Abschluss der Studien über den Vollausbau der Areuse von Noiraigue bis zum Neuenburgersee, Weiterführung derjenigen betreffend die Nutzbarmachung der Wasserkräfte zwischen der oberen Simme und Lütchine und den Wasserwirtschaftsplan der Reuss von Luzern bis zur Mündung in die Aare.

Beratungen: Ausbau des Bockibaches (Gemeinde Erstfeld), Beratung abgeschlossen; Nutzung der Wasserkräfte der Mühlebäche (Gemeinde Unterschächen); Vollausbau der Melchaa (Kanton Obwalden); Nutzung der oberen Gamsa (Gemeinde Visperterminen), Beratung abgeschlossen; Nutzung des Voralpsees (Kanton St. Gallen).

Das vom Bund subventionierte Kraftwerk an der Muranzina zur Versorgung des Münstertales ist anfangs November dem Betrieb übergeben worden; damit ist ein seit 1933 hängiger Wunsch des Tales erfüllt.

Wasserzinsfragen: Das Amt musste wieder verschiedene Male Auskünfte hinsichtlich der Berechnung des Wasserzinses erteilen, insbesondere dem Kanton Obwalden für die Festsetzung der der Korporationsgemeinde Kerns aus dem Kraftwerk Melchsee-Frutt zukommenden Bruttoleistung.

Mitwirkung bei den Arbeiten des Territorialdienstes: Die im letzten Geschäftsbericht erwähnte Neuermittlung der beim Bruch von Stauanlagen gefährdeten Gebiete ist kräftig gefördert worden. Es ist gelungen, einen wesentlichen Teil des Berechnungsganges für die elektronische Rechenmaschine zu programmieren, womit vor allem eine Beschleunigung und in kleinerem Masse auch eine Kostenverminderung angestrebt wird.

II. Kraftwerke an Grenzgewässern

Speicheranlage Emosson: Zum letztjährigen französischen Vorschlag, zwischenstaatliche Verhandlungen aufzunehmen, wurde mit Note vom 16. Juni 1958 in dem Sinne Stellung genommen, dass vorerst informatorische Besprechungen stattfinden sollen. Frankreich hat dem mit Note vom 8. August 1958 zugestimmt. Als Vorbereitung dieser informatorischen Besprechungen wurde das dem Konzessionsgesuch zugrundeliegende summarische Vorprojekt Juli 1956 schweizerischerseits einer eingehenden Prüfung unterzogen. Es wurde besonders untersucht, ob an Stelle der vorgeschlagenen Nutzungsart andere Varianten verwirklicht werden können und ob ein Teil des im Stausee Salanfe nicht akkumulierbaren Wassers dem geplanten Stausee Emosson zugeleitet werden kann.

Gesamtausbau des Doubs: In der Gegend hat sich eine gewisse Opposition gegen jede weitere Wasserkraftnutzung des Doubs geltend gemacht.

Kraftwerk Châtelot: Der Bundesrat hat von seinem Recht Gebrauch gemacht, einen Bundeskommissär zu ernennen.

Kraftwerk Refrain: Da starke Absenkungen des Staus für die Anwohner und für den Fremdenverkehr Unannehmlichkeiten nach sich zogen, haben die Behörden der beiden Länder eine provisorische Absenkungsgrenze festgesetzt. Sie haben ausserdem zur Abklärung der Möglichkeit einer Abhilfe je einen Experten mit der hydrobiologischen Untersuchung des Stauraumes, insbesondere der Ufervegetation, betraut.

Der schweizerische Konzessionsentwurf ist den französischen Behörden übergeben und mit ihnen besprochen worden.

Kraftwerk La Goule: Der Entwurf für die definitive bünderrätliche Genehmigung der 1955 vorgenommenen Stauerhöhung ist dem Kanton Bern zur Vernehmlassung unterbreitet worden. Die «Société des forces électriques de la Goule» hat im übrigen die Erneuerung der bestehenden Anlageteile fortgeführt.

Kraftwerk Chancy-Pougny: Die Zusatzkonzession vom 1. Oktober 1954 konnte trotz unseren Demarchen bei den französischen Behörden immer noch nicht in Kraft gesetzt werden. Es stellte sich die Frage, ob unter diesen Umständen diese Zusatzkonzession als hinfällig zu erklären und die Rückkehr zum Stauregime der Konzession von 1917 zu fordern sei.

Kraftwerk Kembs: Nachdem im Jahre 1956 die Electricité de France an den Bundesrat ein Konzessionsgesuch um Bewilligung eines Höherstaus eingereicht hatte, wurde im Berichtsjahr das Gesuch in den Kantonen Basel-Stadt und Basel-Landschaft öffentlich aufgelegt. Die Einsprachen bilden noch Gegenstand von Verhandlungen.

Rhein Basel-Bodensee: Die Aktiengesellschaft Kraftübertragungswerke Rheinfelden in badisch Rheinfelden reichte ein Konzessionsgesuch und ein Projekt für ein neues, das alte Werk ersetzendes Kraftwerk Rheinfelden ein. Das Projekt kann als zweckmässige Lösung für eine bessere Nutzung der Wasserkraft dieser Stufe bezeichnet werden, und das Gesuch soll nun im Kanton Aargau und in Deutschland öffentlich aufgelegt werden.

Für die projektierten Kraftwerke *Säckingen* und *Koblenz* wurde das Verleihungsverfahren weitergeführt. Dessen Beendigung war jedoch noch nicht möglich, vor allem wegen der schwierigen Erledigung einzelner Einsprachen, aber auch wegen der erst gegen Ende des Jahres erfolgten Behandlung im aargauischen Grossen Rat. Immerhin können beide Verfahren als vor dem Abschluss stehend betrachtet werden.

Dem Kraftwerk *Laufenburg* wurde das Recht verliehen, durch Ersatz von zwei alten Turbinen durch neue Maschineneinheiten die nutzbare Wassermenge zu erhöhen und damit die Nutzung der Wasserkraft des Rheins zu verbessern.

Das Verleihungsverfahren für das projektierte neue Kraftwerk *Schaffhausen* wurde weitergeführt. Besondere Aufmerksamkeit wurde dabei dem Schutze des Grundwassers und der Wahrung des landschaftlichen Charakters der vom Stau beanspruchten Stromstrecke gewidmet.

Kraftwerk Wunderklingen: Die Bundesbehörden haben sich mit einem Gesuche des Wasser- und Elektrizitätswerkes der Gemeinde Hallau (Schaffhausen) um Erweiterung seines Rechts zur Nutzung der Wasserkraft der Wutach bei Wunderklingen zu befassen, da die genutzte Gewässerstrecke die Grenze zwischen Deutschland und der Schweiz bildet. Als erster Schritt des Verleihungsverfahrens wurde das Projekt daraufhin geprüft, ob es der zweckmässigen Nutzbarmachung der Wasserkraft entspricht.

Valle di Lei-Ferrera: Das generelle Bauprojekt 1956 wurde seitens der italienischen Regierung am 5. Februar unter einigen Vorbehalten genehmigt. Die schweizerische Genehmigung erfolgte am 2. Juni unter Vorbehalt der besonderen wasserbaupolizeilichen Genehmigung der Baupläne für die Talsperre Valle di Lei und der Anpassung der Konzession, soweit sie infolge Projektänderungen erforderlich ist. Die schweizerische Konzession wurde durch Beschluss des Bundesrates vom 15. April und die italienische durch ministerielles Dekret vom 19. Juni mit allen Rechten und Pflichten auf die Kraftwerke Hinterrhein AG in Thusis übertragen. Mit gleichem Beschluss wählte der Bundesrat den Bundeskommissär für dieses Grenzkraftwerk.

Die Arbeiten an den Baustellen sind kräftig vorangetrieben worden. Italienischerseits ist auch die Betonierung der Stau-mauer in Angriff genommen worden. Schweizerischerseits sind die Installationen für den Druckstollen, das Wasserschloss und die Zentrale Ferrera erstellt, und es ist mit den einzelnen Stollenvortrieben begonnen worden.

Die entsprechend der schweizerisch-italienischen Vereinbarung vom 18. Juni 1949 eingesetzte und mit der Überwachung der Ausführung der Bauarbeiten beauftragte schweizerisch-italienische Aufsichtskommission ist im Berichtsjahr zu drei Baustellenbesichtigungen und zwei Sitzungen zusammengetreten.

Spölwasserkraft: Die Opposition gegen jegliche Nutzung des Spöl hat sich auch in Form eines Referendums gegen den Bundesbeschluss betreffend die Genehmigung des mit Italien am 27. Mai 1957 abgeschlossenen Abkommens geäußert. Das Volk hat in der Abstimmung vom 7. Dezember 1958 den Bundesbeschluss mit einem Stimmenverhältnis von etwa 3 zu 1 angenommen. Auf italienischer Seite war das Abkommen bereits am 26. Februar in Form eines Ratifikationsgesetzes genehmigt und verkündet worden.

Die Verleihungsgesuche der Engadiner Kraftwerke AG für den internationalen Ausbau des Spöl in der Speicheranlage Livigno und der Azienda elettrica Municipale di Milano für den italienischen Ausbau durch Wasserableitung nach dem Flussgebiet der Adda wurden in der Zeit vom 25. Januar bis 25. Februar bzw. vom 8. Februar bis 8. März 1958 öffentlich

aufgelegt. Gegen die Erteilung der Konzession für die Speicheranlage Livigno sind fünf und gegen die Erteilung der Konzession für die Ableitung von italienischen Zuflüssen des Spöl zwei Einsprachen eingegangen. Die Behandlung dieser Einsprachen wurde einstweilen zurückgestellt.

Die Bemühungen um das Zustandekommen der Verständigungslösung (Ersetzung des Stausees Praspöl durch das Ausgleichsbecken Ova Spin und Erweiterung und Konsolidierung des Nationalparks) wurden vom Amt tatkräftig unterstützt.

Schweizerisch-österreichische Innstrecke: Am Ende des Berichtsjahres ist ein Konzessionsgesuch einer Schweizer Firma eingegangen, das von der bisher von österreichischer Seite geplanten Nutzung des Inn in einer Stufe Martina-Prutz abweicht. Die schweizerisch-österreichische Kommission hat sich damit noch nicht befasst.

Wasserkraft der Tresa: Für die Nutzung der Wasserkraft der Tresa längs der schweizerisch/italienischen Grenze hat die Stadt Lugano dem Bundesrat am 12. September 1958 ein Projekt zur Überprüfung und Erteilung der Konzession eingereicht, gemäss welchem das vorhandene Gefälle in fünf aufeinanderfolgenden Rohrturbinenzentralen genutzt werden soll. Der Kanton Tessin wurde zur grundsätzlichen Stellungnahme eingeladen.

III. Kraftwerke an Binnengewässern

Stand der Überprüfung der gemäss Artikel 5 des eidgenössischen Wasserrechtsgesetzes zu unterbreitenden Projekte:

Überprüft: Albula, Landwasser und Seitenbäche (Albula/Landwasser); Aubonne; Chlitalbach (Kleintal); Zuflüsse der Drance de Bagnes oberhalb des Stausees Mauvoisin (Charrion-Mauvoisin); Glattalp, Linth und Zuflüsse bis Linthal: Zuleitung Durnagel, Fur- und Bodenbach (Linth-Limmern); linksseitige Zuflüsse der Rhone zwischen Vionnaz und Vouvry (Electro-Vouvry); Saane (Sanetsch); Saufa (Gietroz du Fond); Sihl (Sihl-Höfe); Simme (Erlenbach-Simmenfluh).

In Überprüfung: Aare (Niederried und Aarberg); Arve (Bout-du-Monde); Engelberger Aa (Erweiterung Obermatt); Oberseetal (Obersee); Muota (Ruosalp); Verzasca (Tennero).

IV. Statistik

Im Ausbau unserer Wasserkraft sind im Berichtsjahr folgende Änderungen eingetreten:

In Betrieb gesetzte Anlagen:

Beckenried (Erweiterung), Gougria (Teilbetrieb in Vissoie und Motec), Grande Dixence (Teilbetrieb in Fionnay), Handeck II (KWO, 2 weitere Maschinengruppen), Isenthal (Zusatzwerk Kleintal), Maggia (Cavergno, 2 weitere Maschinengruppen), Mauvoisin (Vollausbau Fionnay und Riddes), Mesolcina (Lostallo), Muranzina, Palasui (1. Etappe als Laufwerk), Ritom (Zuleitung Unteralpsee), Simmentaler Werke (1. Etappe Erlenbach) und Zervreila (Seewerk, Safienplatz, Rothbrunnen).

Die Stauseen Mauvoisin und Zervreila waren im Herbst erstmals gefüllt.

Am 31. Dezember 1958 in Bau befindliche Anlagen:

Speicherwerke: Bergeller Kraftwerke (Löbbia, Castasegna), Bleniowerke (Biasca, Olivone), Gental-Fuhren KWO, Göschenen (Göscheneralp und Andermatt-Göschenen), Gougria (Vissoie und Motec, Vollausbau), Grande Dixence (Weiterausbau Fionnay und Nendaz), Hinterrhein (Ferrera, Bärenburg, Sils), Linth-Limmern (Tierfeld, Linthal), Mixoxer Werke (Teilausbau Soazza, Isola, Valbella), Palasui (Vollausbau mit Speicher Toules), Vorderrhein (1. Etappe Sedrun und Tavanasa mit Speicher Nalps), Melchsee-Frutt (Stausee Tannen).

Hochdrucklaufwerke: Ackersand II, Lizerne (Ardon), Muotatal (Hintertal, Ruosalp), Frisalwerke (1. Etappe Breil/Brigels-Tavanasa).

Durch diese Anlagen wird das Leistungs- und Arbeitsvermögen unserer Wasserkraft folgenden Zuwachs erhalten:

	Mögliche Höchstleistung ab Generator MW (=1000kW)	Mittlere mögliche Energieerzeugung GWh (=Millionen kWh)		
		Winter	Sommer	Jahr
In Betrieb gesetzte Anlagen	540	590	200	790
In Bau befindliche Anlagen	2 530	3 620	2 390	6 010

Aus den Geschäftsberichten schweizerischer Elektrizitätswerke

(Diese Zusammenstellungen erfolgen zwanglos in Gruppen zu vieren und sollen nicht zu Vergleichen dienen)

Man kann auf Separatabzüge dieser Seite abonnieren

	Elektrizitätswerk der Stadt Aarau Aarau		Industrielle Betriebe der Stadt Chur Chur		Städtische Werke Zofingen Zofingen		Elektrizitätswerk der Stadt Solothurn Solothurn	
	1957	1956	1957	1956	1956/1957	1955/1956	1957	1956
1. Energieproduktion . . . kWh	88 024 500	90 865 370	80 274 800	77 228 700	—	—	—	—
2. Energiebezug kWh	27 187 000	20 289 030	6 929 000	7 729 000	31 737 642	29 133 138	34 225 763	33 025 179
3. Energieabgabe kWh	115 211 500	111 154 400	85 639 390	83 880 470	31 737 642	29 133 138	30 800 000	29 723 000
4. Gegenüber Vorjahr . . %	+ 3,6	— 4,4	+ 2,09	+ 7,75	+ 8,9	+ 2,1	+ 3,62	+ 4,58
5. Davon Energie zu Ab- fallpreisen kWh	—	—	34 717 531	36 147 289	—	—	—	—
11. Maximalbelastung . . . kW	24 000	23 000	15 070	13 240	6 518	5 957	7 149	6 583
12. Gesamtanschlusswert . kW	175 880	170 546	71 703	67 758	—	—	53 625	49 620
13. Lampen {Zahl	244 014	236 384	129 446	122 737	51 328	50 246	118 000	114 000
kW	11 451	10 923	5 558	5 240	2 195	2 148	5 200	4 833
14. Kochherde {Zahl	12 191	11 803	2 657	2 466	1 341	1 282	1 730	1 619
kW	76 851	74 411	18 792	17 398	8 690	8 820	12 388	11 513
15. Heisswasserspeicher . . {Zahl	8 445	8 085	6 079	5 799	2 228	2 168	3 650	3 498
kW	19 386	18 821	6 408	6 277	2 958	2 905	6 196	5 933
16. Motoren {Zahl	12 334	11 973	7 086	6 531	6 461	6 152	9 200	8 712
kW	23 635	22 914	9 773	9 219	5 588	7 075	11 478	10 053
21. Zahl der Abonnemente . . .	30 858	30 170	21 045	20 425	2 950	2 900	13 164	12 994
22. Mitl. Erlös p. kWh Rp./kWh	4,87	4,8	7,51 ¹⁾	7,49 ¹⁾	5,745	5,50	8,57	8,5
<i>Aus der Bilanz:</i>								
31. Aktienkapital Fr.	—	—	—	—	—	—	—	—
32. Obligationenkapital . . . »	3 000 000	1 100 000	—	—	—	—	—	—
33. Genossenschaftsvermögen. »	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Dotationskapital »	4 063 000	4 063 000	15 678 752	15 169 970	—	—	—	—
35. Buchwert Anlagen, Leitg. »	10 327 489	9 953 938	15 165 652	14 521 850	570 004	550 000	1 010 003	1 352 003
36. Wertschriften, Beteiligung »	6 199 666	6 383 000	—	—	—	—	510 510	507 310
37. Erneuerungsfonds »	7 616 753	7 471 029	111 859	137 638	—	—	1 020 000	990 000
<i>Aus Gewinn- und Verlustrechnung:</i>								
41. Betriebseinnahmen . . . Fr.	5 693 608	5 412 143	4 122 735	3 844 592	1 823 400	1 603 000	3 060 617	2 932 055
42. Ertrag Wertschriften, Be- teiligungen »	—	—	—	—	—	—	15 847	13 980
43. Sonstige Einnahmen . . . »	87 501	111 661	8 212	8 120	—	—	62 973	56 082
44. Passivzinsen »	281 585	213 307	775 516	750 360	—	—	15 281	14 625
45. Fiskalische Lasten »	185 570	167 629	126 363	113 250	—	—	—	—
46. Verwaltungsspesen »	809 755	763 570	243 256	237 768	187 765	190 000	157 760	149 399
47. Betriebsspesen »	1 441 768	1 534 775	782 777	767 207	147 830	136 000	711 888	637 748
48. Energieankauf »	1 129 462	883 047	329 121	370 700	1 088 601	1 009 000	1 069 789	1 011 761
49. Abschreibg., Rückstell'gen »	1 504 573	1 476 296	724 700	459 700	284 923	164 500	770 855	804 763
50. Dividende »	—	—	—	—	—	—	—	—
51. In % »	—	—	—	—	—	—	—	—
52. Abgabe an öffentliche Kassen »	692 308	650 709	1 148 177	1 175 727	55 000	49 500	570 000	530 000
<i>Übersicht über Baukosten und Amortisationen</i>								
61. Baukosten bis Ende Be- richtsjahr Fr.	33 147 489	31 972 438	22 701 279	21 630 477	3 944 830	3 639 900	11 658 479	12 036 300
62. Amortisationen Ende Be- richtsjahr »	22 820 000	22 018 500	7 535 627	7 108 626	3 380 326	3 089 900	10 648 479	10 684 300
63. Buchwert »	10 327 489	9 953 938	15 165 652	14 521 851	570 004	550 000	1 010 000	1 352 000
64. Buchwert in % der Bau- kosten »	31,2	31,1	66,80	67,14	14,4	15,1	8,66	11,23

¹⁾ exkl. Überschussenergie

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			
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59		1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59
	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 . . .	1035	1355	4	1	23	52	165	21	1227	1429	+16,5	2167	3094	— 202	— 32	112	235
November . .	907	1176	23	2	17	23	250	74	1197	1275	+ 6,5	1895	2844	— 272	— 250	78	124
Dezember . .	854	1151	31	2	18	21	344	147	1247	1321	+ 5,9	1520	2398	— 375	— 446	86	125
Januar	870	1192	31	2	21	26	345	99	1267	1319	+ 4,1	1158	1943	— 362	— 455	89	128
Februar . . .	978	1114	6	1	27	24	114	99	1125	1238	+10,0	974	1368	— 184	— 575	83	135
März	1168	1186	2	1	23	27	56	65	1249	1279	+ 2,4	522	961	— 452	— 407	81	145
April	1054	1259	4	1	21	24	69	19	1148	1303	+13,5	327	668	— 195	— 293	75	140
Mai	1322		1		67		12		1402			1043		+ 716		258	
Juni	1387		1		48		35		1471			1693		+ 650		338	
Juli	1482		1		50		53		1586			2505		+ 812		402	
August	1451		1		50		39		1541			3073		+ 568		406	
September . .	1443		0		50		11		1504			3126 ¹⁾		+ 53		380	
Jahr	13951		105		415		1493		15964							2388	
Okt.-März . . .	5812	7174	97	9	129	173	1274	505	7312	7861	+ 7,5			— 1847	— 2165	529	892

Monat	Verteilung der Inlandabgabe												Inlandabgabe inklusive Verluste					
	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft		Industrie		Chemische metallurg. u. thermische Anwendungen		Elektrokessel ¹⁾		Bahnen		Verluste und Verbrauch der Speicherpumpen ²⁾		ohne Elektrokessel und Speicherpump.		Veränderung gegen Vorjahr ³⁾ %	mit Elektrokessel und Speicherpump.		
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59		
in Millionen kWh																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Oktober . . .	523	567	218	215	169	168	14	27	55	59	136	158	1099	1153	+ 4,9	1115	1194	
November . .	540	576	217	203	153	157	4	10	65	68	140	137	1110	1137	+ 2,4	1119	1151	
Dezember . .	582	607	209	203	144	165	3	6	73	67	150	148	1151	1186	+ 3,0	1161	1196	
Januar	586	609	214	202	138	157	3	6	81	72	156	145	1164	1183	+ 1,6	1178	1191	
Februar . . .	512	544	190	196	131	150	5	8	69	68	135	137	1025	1092	+ 6,5	1042	1103	
März	570	558	208	194	170	166	6	16	76	68	138	132	1160	1115	— 3,9	1168	1134	
April	506	532	195	205	182	206	9	26	55	56	126 ⁽⁴⁾	138 ⁽²⁾	1060	1135	+ 7,1	1073	1163	
Mai	484		191		180		60		55		174		1044			1144		
Juni	463		193		169		84		56		168		1017			1133		
Juli	468		194		180		99		59		184		1057			1184		
August	473		191		175		88		52		156		1029			1135		
September . .	495		205		168		51		51		154		1062			1124		
Jahr	6202		2425		1959		426		747		1817 ⁽¹⁷²⁾		12978			13576		
Okt.-März...	3313	3461	1256	1213	905	963	35	73	419	402	855 ⁽³⁹⁾	857 ⁽³⁰⁾	6709	6866	+ 2,3	6783	6969	

¹⁾ Mit einer Anschlussleistung von 250 kW und mehr und mit brennstoffgefeuerter Ersatzanlage.

²⁾ Die in Klammern gesetzten Zahlen geben den Verbrauch für den Antrieb von Speicherpumpen an.

³⁾ Kolonne 15 gegenüber Kolonne 14.

⁴⁾ Speichervermögen Ende September 1958: 3220 Millionen kWh.

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				Energieausfuhr		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						
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59		1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	
	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 . . .	1264	1639	11	7	165	21	1440	1667	+15,8	2332	3331	— 223	— 34	112	238	1328	1429	
November . .	1064	1377	31	9	256	75	1351	1461	+ 8,1	2039	3063	— 293	— 268	78	128	1273	1333	
Dezember . .	980	1324	38	10	356	149	1374	1483	+ 7,9	1639	2579	— 400	— 484	86	132	1288	1351	
Januar	982	1353	40	11	358	99	1380	1463	+ 6,0	1256	2080	— 383	— 499	89	135	1291	1328	
Februar . . .	1099	1250	14	11	123	101	1236	1362	+10,2	1063	1463	— 193	— 617	83	143	1153	1219	
März	1307	1351	10	8	60	69	1377	1428	+ 3,7	580	1016	— 483	— 447	87	160	1290	1268	
April	1222	1459	10	8	73	26	1305	1493	+14,4	355	710	— 225	— 306	88	174	1217	1319	
Mai	1647		5		12		1664			1125		+ 770		295		1369		
Juni	1725		4		35		1764			1850		+ 725		393		1371		
Juli	1835		5		53		1893			2734		+ 884		460		1433		
August	1808		3		39		1850			3311		+ 577		464		1386		
September . .	1770		4		11		1785			3365 ^{a)}		+ 54		423		1362		
Jahr	16703		175		1541		18419							2658		15761		
Okt.-März...	6696	8294	144	56	1318	514	8158	8864	+ 8,7			—1975	—2349	535	936	7623	7928	

Monat	Verteilung des gesamten Landesverbrauches														Landesverbrauch ohne Elektro-kessel und Speicher-pumpen		Veränderung gegen Vorjahr
	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft		Industrie		Chemische, metallurg. u. thermische Anwendungen		Elektro-kessel 1)		Bahnen		Verluste		Verbrauch der Speicher-pumpen				
	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	1957/58	1958/59	
	in Millionen kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober . . .	532	580	239	241	277	285	17	30	107	114	151	164	5	15	1306	1384	+ 6,0
November . .	549	588	236	228	223	238	6	15	105	109	148	151	6	4	1261	1314	+ 4,2
Dezember . .	592	620	225	227	189	210	4	8	112	118	158	163	8	5	1276	1338	+ 4,9
Januar	596	622	233	228	174	187	5	8	112	120	160	160	11	3	1275	1317	+ 3,3
Februar . . .	520	556	211	218	165	174	9	10	100	108	135	150	13	3	1131	1206	+ 6,6
März	581	570	232	219	203	199	8	19	112	113	152	145	2	3	1280	1246	— 2,7
April	515	543	218	231	223	255	13	28	105	108	138	152	5	2	1199	1289	+ 7,5
Mai	493		215		295		69		102		152		43		1257		
Juni	473		214		299		91		104		155		35		1245		
Juli	480		216		310		107		112		177		31		1295		
August	485		211		305		97		110		158		20		1269		
September . .	506		224		291		59		108		162		12		1291		
Jahr	6322		2674		2954		485		1289		1846		191		15085		
Okt.-März...	3370	3536	1376	1361	1231	1293	49	90	648	682	904	933	45	33	7529	7805	+ 3,7

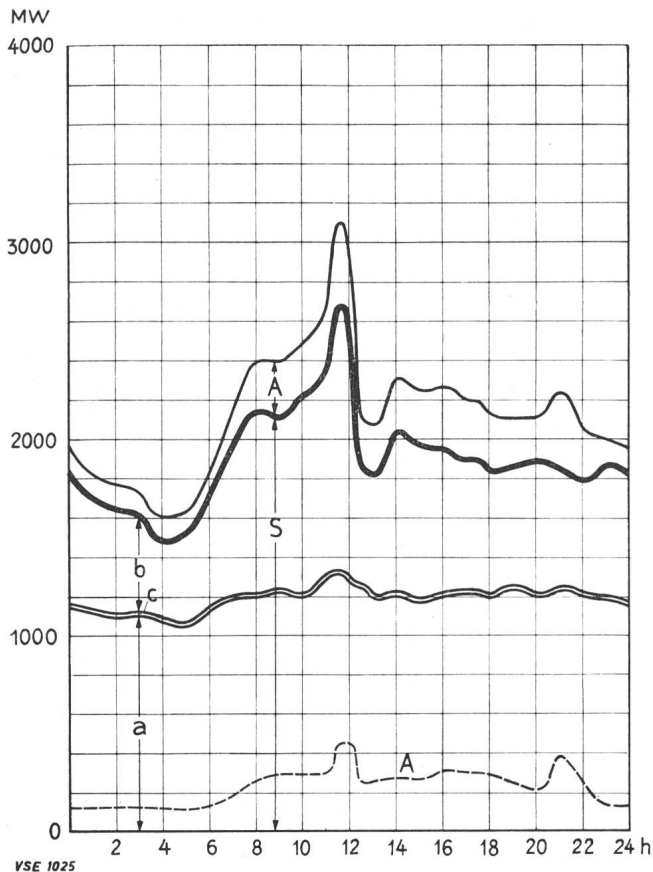
1) Mit einer Anschlussleistung von 250 kW und mehr und mit brennstoffgefeuerter Ersatzanlage.

2) Speichervermögen Ende September 1958: 3463 Millionen kWh.

¹⁾ Mit einer Anschlussleistung von 250 kW und mehr und mit brennstoffgefeuerter Ersatzanlage.

²⁾ Speichervermögen Ende September 1958: 3463 Millionen kWh.

Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz



1. Verfügbare Leistung, Mittwoch, den 15. April 1959

	MW
Laufwerke auf Grund der Zuflüsse, Tagesmittel	1220
Saisonspeicherwerke, 95 % der Ausbauleistung	2650
Thermische Werke, installierte Leistung	160
Einfuhrüberschuss zur Zeit der Höchstleistung	—
Total verfügbar	4030

2. Aufgetretene Höchstleistungen, Mittwoch, den 15. April 1959

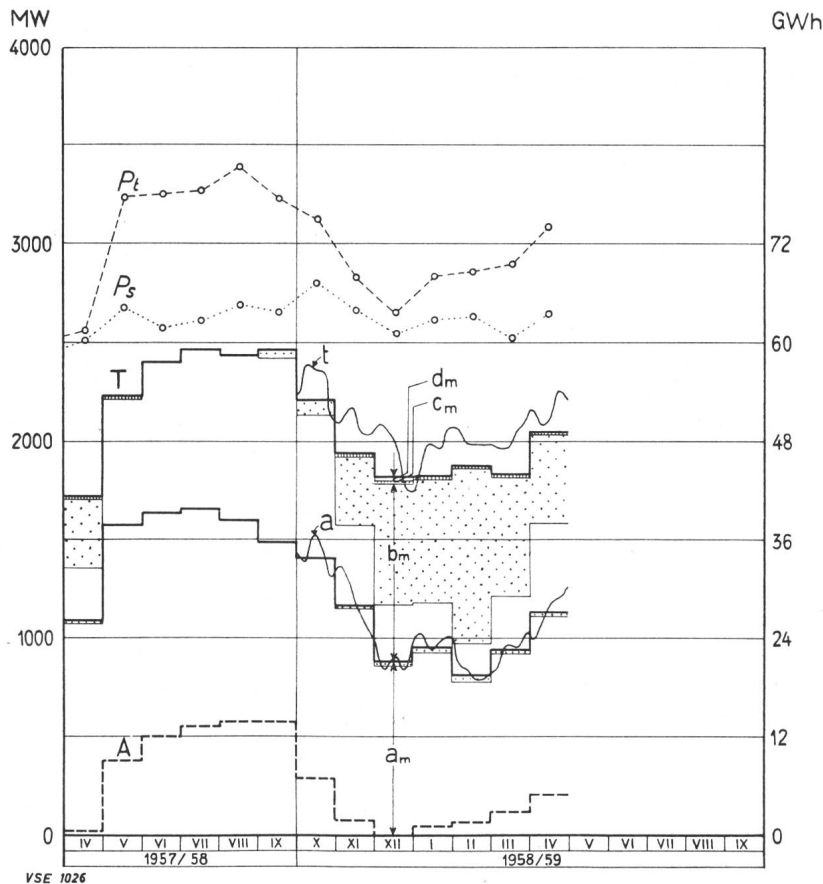
Gesamtverbrauch	3070
Landesverbrauch	2640
Ausfuhrüberschuss	440

3. Belastungsdiagramm, Mittwoch, den 15. April 1959 (siehe nebenstehende Figur)

- a Laufwerke (inkl. Werke mit Tages- und Wochen-speicher)
- b Saisonspeicherwerke
- c Thermische Werke
- d Einfuhrüberschuss (keiner)
- S + A Gesamtbelastung
- S Landesverbrauch
- A Ausfuhrüberschuss

4. Energieerzeugung und -verwendung

	Mittwoch 15. April	Samstag 18. April	Sonntag 19. April
	GWh (Millionen kWh)		
Laufwerke	28,2	24,5	29,1
Saisonspeicherwerke	22,3	18,6	10,0
Thermische Werke	0,3	0,2	0,1
Einfuhrüberschuss	—	—	—
Gesamtabgabe	50,8	43,3	39,2
Landesverbrauch	45,1	38,6	34,5
Ausfuhrüberschuss	5,7	4,7	4,7



1. Erzeugung an Mittwochen

- a Laufwerke
- t Gesamtterzeugung und Einfuhrüber-schuss

2. Mittlere tägliche Erzeugung in den einzelnen Monaten

- a_m Laufwerke, wovon punktierter Teil aus Saisonspeicherwasser
- b_m Speicherwerke, wovon punktierter Teil aus Saisonspeicherwasser
- c_m Thermische Erzeugung
- d_m Einfuhrüberschuss

3. Mittlerer täglicher Verbrauch in den einzelnen Monaten

- T Gesamtverbrauch
- A Ausfuhrüberschuss
- T-A Landesverbrauch

4. Höchstleistungen am dritten Mittwoch jedes Monats

- P_s Landesverbrauch
- P_t Gesamtbelastung

Redaktion der «Seiten des VSE»: Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1, Postadresse: Postfach Zürich 23, Telefon (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.