

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 55 (1964)  
**Heft:** 8  
  
**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:** 23.02.2026

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

# Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

## Fehlerstromschutzschalter

Bericht über die 27. Diskussionsversammlung des VSE vom 19. November 1963 in Zürich  
und vom 26. November 1963 in Lausanne

### Zusammenfassung der Diskussionsbeiträge der Versammlung in Zürich

(Fortsetzung aus Nr. 6, Seite 270)

**Ing. Dr. phil. Gottfried Biegelmeier, Ingenieurkonsulent für  
Elektrotechnik, Wien/Österreich**

Ich möchte Ihnen heute über die schaltertechnische Entwicklung berichten, die der Fehlerstromschutzschalter in Österreich genommen hat. Die ersten Fehlerstromschutzschalter (FI-Schutzschalter) wurden in grösserem Umfang etwa 1950 eingesetzt. Wir haben uns damals auf die sog. *Direktauslösung* beschränkt; die Schalter hatten eine Auslöseempfindlichkeit von 0,5...1 A. Die ersten Typen dieser Schalter waren sehr störungsanfällig; die geringe Auslöseenergie des Summenstromwandlers hat nicht ausgereicht, die Mechanismen der Schalter damals zuverlässig zum Ansprechen zu bringen. Wir hatten Schalter, die sowohl mit Wechselstrom ausgelöst wurden, als auch Typen, die bereits einen Gleichrichter im Auslösekreis besaßen.

Im letzteren Falle sind bei hohen Erdfehlerströmen Schwierigkeiten aufgetreten. Auch hier muss ich unterstreichen, was Herr Homberger gesagt hat: wir können uns beim Fehlerstromschutzschalter nicht damit begnügen, eine Abschaltleistung mit dem 6fachen Nennstrom anzunehmen. Sehr oft sind die Schalter in Städten eingesetzt, wo eine leitende Verbindung zwischen der Schutzterdung und dem Transformator besteht; in diesen Fällen hatten wir Kurzschlußströme über die Erde bis zu etwa 1000 A. Wir müssen daher verlangen, dass die Schalter mit Strömen geprüft werden, die beträchtlich über dem sechsfachen Nennstrom liegen. Ob man dann noch eine entsprechende Vorsicherung normiert, bleibt den Diskussionen der CEE (Commission internationale de réglementation en vue de l'approbation de l'Équipement Electrique) überlassen, die demnächst stattfinden werden. Diese Schalter mit Empfindlichkeiten von 0,5...1 A wurden immer weiter entwickelt; heute werden sie in viel besserer Ausführung in Österreich eingesetzt.

Ein Zwischenstadium wurde erreicht durch die *indirekte Schaltung*, die etwa 1952...1954 in Österreich verwendet wurde. Diese Schalter sind vom Markt verschwunden; das

mechanische Relais im Hilfskreis, das die Funktion hat, beim Fließen des Fehlerstromes den Stromkreis zu schliessen und dem Netz die Energie zu entziehen, ist teilweise durch ein Kaltkathoden-Relais ersetzt worden. Die Schalter haben deswegen nicht befriedigt, weil die Kaltkathoden-Schalter bei Netzüberspannungen ausgelöst haben. Ein weiterer Nachteil dieser Schaltung ist die Funktionsunfähigkeit bei Unterbrechungen des Mittelleiters. Wir haben die Absicht, auch in die kommenden internationalen Bestimmungen über Fehlerstromschutzschalter einen Paragraphen einzuführen, wonach die Schalter auch funktionsbereit sein müssen, wenn der Aussen- oder Mittelleiter bricht. Kompensationsschaltungen haben wieder den Nachteil, wie heute Vormittag schon erwähnt wurde, dass bei Netzausfall die Haltespule stromlos wird, der Schalter entklinkt und abschaltet. Auch hier besteht die Absicht, eine Bestimmung einzuführen, dass diese Schalter bei wiederkehrender Spannung nicht automatisch einschalten dürfen.

Seit 1958 haben wir in Österreich dann ein drittes System verwendet, das aus einer sehr einfachen Idee entwickelt wurde: wenn der Summenstromwandler zu wenig Leistung abgibt, so ist es naheliegend, die Leistung zu speichern. Man erhält die *Impulsauslösung* oder *Energiespeicherschaltung*. Damit haben wir auch erreicht, dass wir an die Auslöseempfindlichkeit weitaus höhere Ansprüche stellen konnten. Derzeit ist es in Österreich so, dass die Direktauslösung und Impulsauslösung etwa zu gleichen Teilen eingesetzt sind und, soweit ich informiert bin, sind die Ausfallraten beider Typen etwa gleich. Heute vormittag wurde gesagt, dass wir in Österreich bezüglich der hohen Empfindlichkeit etwa den Mittelweg zwischen Frankreich und Deutschland einschlagen. Wir stehen hier vor einer Grundsatzentscheidung. Damit kein Missverständnis entsteht, sind wir in Österreich der Meinung, dass der Schutzleiter unter allen Umständen aufrechterhalten werden muss, und zwar aus folgendem Grund: Die physiologischen Umstände eines Unfalles sind durchaus

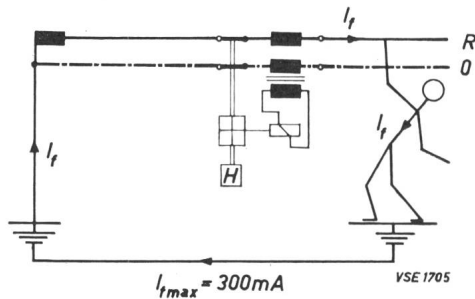


Fig. 1

Unwirksamkeit eines Fehlerstromschutzschalters beim Berühren blanker, Spannung führender Teile durch einen Menschen, wenn der FI-Schalter einen Auslösegrenzstrom besitzt, der über 300 mA liegt. Drehstromnetz  $3 \times 380/220$  V

$I_f$  Fehlerstrom  
 $I_{fmax}$  Maximaler Fehlerstrom

nicht geklärt; es ist nicht sicher, dass nach einer kurzzeitigen Elektrisierung von etwa einer halben Periode kein Kammerflimmern auftritt. Nach den neuesten Ergebnissen aus Tierversuchen können tödliche Elektrisierungen auftreten, auch wenn der Elektroschock nur eine halbe Periode beträgt; die Versuche haben das eindeutig bewiesen.

Ein weiterer Grund, warum wir in Österreich die hohe Empfindlichkeit wünschen, ist die Erkenntnis aus unserer Unfallstatistik, dass leider sehr viele Unfälle durch Berührung blanker Teile und durch Schutzleiterverwechslungen und Schutzleiterunterbrechungen auftreten.

Wir müssen uns klar sein, dass der Strom durch den menschlichen Körper, den wir in der Regel beim Niederspannungsunfall erwarten können, höchstens etwa 300 mA erreicht. Es ist aus der Statistik ersichtlich, dass 50 % der tödlichen Unfälle in Österreich durch Berühren blanker unter Spannung stehender Teile entstehen. Daher ist es absurd, gerade bei einem Fehlerstromschutzschalter auf dem Standpunkt zu stehen, dass er unter 300 mA nicht auslösen soll (Fig. 1). Es war ein grosses Risiko, als wir vor etwa 5 Jahren die Empfindlichkeit der Schalter erhöht haben, wobei heute

Fig. 2

Schaltung eines Nullungsschutzschalters mit Fehlerstromauslösung und Nulleiterspannungsüberwachung

Installation nach Schema I, 380/220 V; 50 Hz; Nulleiter von Erde isoliert

- 1 Nullungsschutzschalter mit Nulleiterspannungsauslöser
- 2 Hausanschluss
- 3 Schutzleitung
- 4 Anschlussklemme für die Schutzleitung
- 5 Anschlussklemme für die Hilfserdleitung
- 6 Widerstand im Hilfserdungskreis (im Schalter eingebaut)

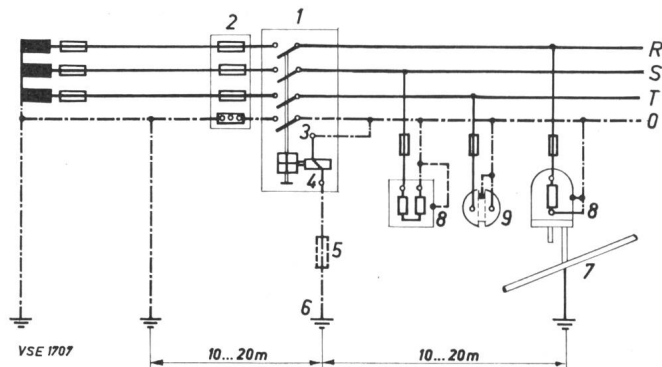
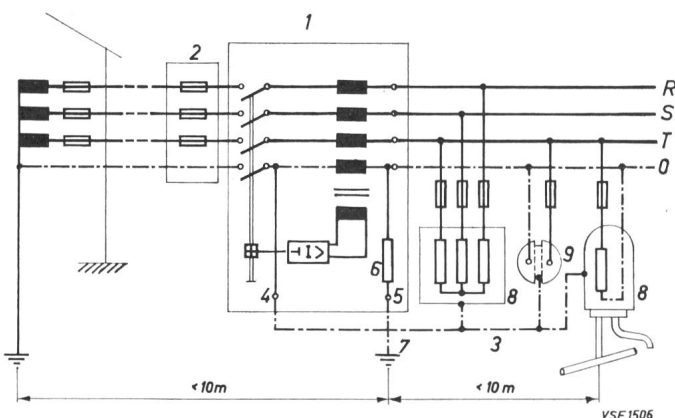


Fig. 3

Schaltung eines Fehlerstromschutzschalters zur Überwachung der Nulleiterspannung

Es ist ein Dämpfungswiderstand 5 in der Hilfserdungsleitung erforderlich. Beim neuen Nulleiterüberwachungsschalter entfällt dieser Widerstand. Installation nach Schema III.

- 1 FU-Schutzschalter
- 2 Hausanschluss-Sicherungen
- 3 Anschlussklemme für die Verbindung mit dem Nulleiter. (Beim Überwachungsschalter entfällt diese Klemme. Die Verbindung wird vom Hersteller im Schalter gemacht.)
- 4 Anschlussklemme für Hilfserdleitung
- 5 Dämpfungswiderstand
- 6 Hilfserdung
- 7 Wasserleitung, guter Erder
- 8 Verbraucher
- 9 Steckdose

weit über 100 000 Schalter mit höherer Empfindlichkeit eingebaut sind; sie liefern interessante Werte. Wir haben Schalter mit 16 A Nennstrom eingebaut mit einem Auslösegrenzstrom von 80 mA, 25 A-Schalter mit 100 mA und 40 A-Schalter mit 160 mA. Da in diesen 5 Jahren keine nennenswerten Betriebsstörungen aufgetreten sind, kann man es als eine Erkenntnis bezeichnen, dass in den Installationen die Ableitströme unter diesen Werten liegen. Dabei waren alle Verbraucher an Schutzleitungen angeschlossen.

Über die *neueste Entwicklung in Österreich* lässt sich das Nachfolgende sagen. Wir haben etwa die Hälfte der Netze genullt, und viele unserer Fachleute sind der Meinung, dass die Nullung immer noch eine sehr gute Schutzmassnahme ist, dies gerade deswegen, weil bei Masseschluss ungefähr die halbe Spannung im Aussenleiter verbraucht wird. Es tritt daher im Fehlerfall am genullten Anlagenteil in der Regel eine Spannung gegen Erde auf, die unter 110 V liegt, meist sogar unter 80 V. Beim FI-Schutzschalter dagegen hat man während der Auslösezeit, oder falls der Schalter dauernd versagt, fast immer die volle Netzspannung gegen Erde. Wir haben daher die Idee verfolgt, die Vorteile der Nullung durch eine sinngemässe Anwendung des Fehlerstromprinzips zu ergänzen. Dabei kann man nicht der Meinung sein, dass FI-Schutzschalter ohne weiteres in genullten Netzen eingebaut werden können. Versagt der Schalter, dann würde ja der unerfreuliche Zustand der Schutzerdung im genullten Netz entstehen. Wir unterscheiden daher drei Schaltertypen. Die ersten beiden Schaltertypen verlangen eine Installation nach Schema I und wurden als *Nullungsschutzschalter* bezeichnet. Besonders der Nullungsschutzschalter mit Nulleiterspannungsüberwachung dürfte auf Aufmerksamkeit stossen. Seine Schaltung ist in Fig. 2 dargestellt. Es ist ein Fehlerstromschalter, bei dem die Schutzleitung an eine Klemme 4 angeschlossen wird, die zwischen Nulleiterunter-

brecherkontakt und Summenstromwandler liegt. Hinter dem Summenstromwandler wird über einen Widerstand eine Hilfserdung angeschlossen. Dieser Schalter gibt einen sehr hochwertigen Schutz. Er löst bei Isolationsfehlern in der Anlage aus wie ein FI-Schutzschalter; bei abgesenkter Spannung, und wenn aus dem Netz, z. B. durch Nulleiterbruch, hohe Nulleiterspannungen in die Anlage verschleppt werden, schaltet er ebenfalls allpolig über die Hilfserdung ab. Er kann also auch eingesetzt werden, wenn die Nullungsbedingungen, z. B. auf Netzausläufern, nicht eingehalten werden können. Hier gibt es aber auch Fälle, besonders bei alten Anlagen, wo die Installation nach Schema I nicht möglich ist, weil kein Schutzleiter nachgezogen werden kann. Man kann dann die FI-Schaltung nicht anwenden, da die Nullungsverbindungen mit geerdeten Geräten zu Fehlauflösungen führen. Um auch hier Mängel der Nullung zu beseitigen, wurde in Österreich ein besonderer Schalter vorschriftentechnisch erfasst, der für die Spannungsüberwachung des Nulleiters gedacht ist (Fig. 3). Wie ersichtlich kann jetzt nach Schema III installiert werden. Diese Schalter heissen *Nulleiterüberwachungsschalter*. Sie unterscheiden sich grundsätzlich von Fehlerspannungsschutzschaltern dadurch, dass sie im Bereiche von 0...10 000 Ohm unabhängig vom Hilfserdungswiderstand mit der Auslösung bei etwa 40 V beginnen und dann zeitverzögert auslösen. Dadurch werden Betriebsstörungen durch kurzzeitige Nulleiterspannungsschwankungen, etwa beim Abschmelzen einer Sicherung, vermieden. Sie schützen gegen alle Netzstörungen und sind wesentlich billiger als Fehlerstromschutzschalter.

**Dr. Ing. R. Heller, Tiroler Wasserkraftwerke Aktiengesellschaft, Innsbruck, Österreich**

Ich habe die Ehre, Ihnen über die österreichischen Erfahrungen mit FI-Schutzschaltern zu berichten. Diese Erfahrungen sind etwas ärmlich. Nicht etwa, dass die Anzahl der in Österreich eingebauten Schalter gering wäre — Herr Dr. Biegelmeier versicherte mir heute, dass etwa 200 000 Schalter in Österreich schon in Betrieb sind —, doch ist die Erfahrungszeit, die vorliegt, verhältnismässig gering. Sie beträgt erst 4...5 Jahre. Immerhin werde ich Ihnen das Ergebnis einer Untersuchung mitteilen können, die erst vor wenigen Tagen fertiggestellt wurde.

Doch vorerst noch etwas anderes. In Österreich sind wir überwiegend der Meinung, dass die Nullung nach wie vor die verlässlichste, beste und sicherste Schutzmassnahme schlechthin ist. Warum das? Die Nullung ist eine Schutzmassnahme, die vom Elektrizitätswerk nicht nur errichtet, sondern auch immer instand gehalten wird. Die Elektrizitätswerke verfügen über Fachleute, die fähig sind, zu erkennen, was man instand halten und was man beachten muss. Man überlässt es nicht mehr dem Konsumenten oder irgendeinem Installateur, die Schutzmassnahme an sich zu betreiben und zu beaufsichtigen. Bei jeder andern Schutzmassnahme muss der Abnehmer bzw. sein Installateur eine Anlage überwachen; er muss auch den Schalter überwachen und sonst irgendwie dafür sorgen. Wenn das Licht brennt und der Motor läuft, hat aber der Abnehmer in der Regel nach einiger Zeit kein Interesse, noch periodisch die Prüftaste zu drücken und sich zu vergewissern, ob der Schalter auch funktioniert.

Dieser Nullung, die unserer Meinung nach die beste Schutzmassnahme ist, sind aber gewisse Grenzen gesetzt. In Österreich haben wir in den Vorschriften 4 Nullungsbedingungen, die sich im wesentlichen mit den deutschen Vorschriften decken. Die erste Nullungsbedingung ist die sog. Abschaltbedingung, die sicherstellen soll, dass ein Strom zum Fliessen kommt, der mit Sicherheit das nächst vorgeschaltete Sicherungs- oder Schaltorgan zum Ansprechen bringt. Diese Abschaltbedingungen sind heute in unseren sehr stark belasteten Netzen verhältnismässig leicht einhaltbar. Wir haben heute in Österreich, stark beeinflusst durch den Fremdenverkehr, Kopfquoten — ohne Industrie — bis 1800 kWh und mehr. Die Netze sind so stark geworden und die Leiterimpedanz ist schon so klein, dass die erste Nullungsbedingung oft leicht einhaltbar ist. Die dritte und vierte Nullungsbedingung, die vorschreiben, dass am nächstgelegenen guten Erder anzuschliessen und dass der Nulleiter sicher zu verlegen ist, sind auch verhältnismässig leicht einhaltbar. Ausgesprochene Schwierigkeiten macht uns das Einhalten der zweiten Nullungsbedingung. Das ist jene, die uns für den Erdungswiderstand bei der Transformatorstation und bei den Netzausläufern sehr niedrige Werte vorschreibt. Dazu möchte ich darauf aufmerksam machen, dass Tirol und Salzburg, aber auch die Schweiz, steinreiche Länder sind. Die Herstellung einer guten Erdung gelingt uns nur mit grosser Mühe. Ich habe bemerkt, dass nur in jenem Fall, wo das Leiterseil direkt mit einem Gewässer in Berührung kommt, das sehr stark humussäurehaltig ist, ein Widerstand von 4 Ohm erhalten wird, dagegen bei Berührung mit Flusswasser 15 Ohm, in allen andern Fällen Werte von 150, 200, 4000 Ohm usw. möglich sind. Daraus ergibt sich, dass der Wert 2 Ohm bzw. 5 Ohm nicht erforderlich ist, da dies nur bei Bruch eines Aussenleiters ohne Nulleiterberührung und mit Erdübergangswiderständen unter 7 Ohm notwendig wäre. Ebenso ist die Forderung nach geringeren Erdübergangswiderständen an den Netzausläufern meines Erachtens — und ich befinde mich da in bester Gesellschaft — nicht gerechtfertigt, denn diese geringen Erdungswiderstände sind dadurch bedingt, dass man dem Fall eines Nulleiterbruches begegnen will. Hand aufs Herz, wie viele Unfälle sind durch einen Nulleiterbruch schon entstanden? Wie viele Unfälle sind dagegen entstanden durch Verwechslungen und ähnliche Dinge? Diese Zahl ist ungleich höher. Ich bin also der Meinung, dass man eher diese gute Schutzmassnahme dadurch erhalten soll und ihre Anwendungsmöglichkeit dadurch erweitert, dass man die Nullungsbedingungen nicht über Notwendigkeit verschärft. Ich bin mir aber ebenso bewusst, dass trotzdem Grenzen gesetzt sind, und dass man dann dort, wo die Nullung nicht anwendbar ist, die nächstbeste Schutzmassnahme, das ist zweifellos die Fehlerstromschutzschaltung, anwenden soll.

Unsere Untersuchung umfasste 1130 Schalter. Wir haben die Überprüfung so vorgenommen, dass wir zuerst die Prüftaste betätigt und dann festgestellt haben, ob der Schalter fällt oder nicht. Zweitens haben wir aber auch die Wirksamkeitsprüfung nach unserer Vorschrift E 40 durchgeführt, d. h. wir verursachten einen künstlichen Gehäuseschluss und stellten fest, ob die gesamte Schutzmassnahme wirksam war oder nicht. Die dabei erzielten Ergebnisse möchte ich Ihnen nun vorlegen. Bei der Betätigung der Prüftaste waren 1058 Schalter in Ordnung, 72 Schalter (6,48 %) haben nicht aus-



gelöst. Die Ursachen haben wir so weit als möglich eruiert: 18 Schalter (1,6 %) waren überhaupt funktionsuntüchtig; bei 16 Schaltern (1,4 %) war die Prüftastenfunktion und die Wirksamkeit nicht in Ordnung (zusammen sind das also 3 %). Bei weiteren 38 Schaltern (3,4 %) war wohl die Wirksamkeit in der Anlage in Ordnung, was allerdings das Wichtigste ist, aber die Prüftastenfunktion versagte. Bei der Wirksamkeitsprüfung verhielt es sich so, dass 1038 Anlagen in Ordnung waren, während 92 Anlagen (8,1 %) Defekte aufwiesen. Hinzu kommen noch 60 Schalter, die einigermaßen funktionierten, deren Versagen aber mit grosser Wahrscheinlichkeit zu erwarten war. Die Hauptursachen waren: Schaltschlossklemmung usw.: 14 Fälle, defekt durch Blitzschlag: 4 Fälle, defekte Prüf Widerstände: 20. Fehler an Schaltern durch unsachgemässe Behandlung: 5; Mittelpunktleiter nicht über den Schalter geführt: 1; Schalter überbrückt: 2; Schalter nicht angeschlossen: 1; Netz- und Verbraucherseite vertauscht: 3. Fehler, die mit dem Schutzleiter in Zusammenhang stehen: Schutzleiterunterbrechungen: 8; der Schutzleiter in der Steckdose nicht angeschlossen: 5; unsachgemässe Verlegung: 4; Schutzleiterverwechslungen: 9. In 76 Fällen waren schlechte Erdung, unterbrochene Erdungen usw. festzustellen. Insgesamt war in 152 Fällen die Wirksamkeit nicht in Ordnung.

Zum Schluss möchte ich nochmals auf einige Dinge kommen, die ich schon gestreift habe. Im Falle der Nullung wird die Schutzmassnahme durch das Elektrizitätswerk sozusagen kostenlos ins Haus geliefert; bei der Schutzschaltung, gleich welcher Art, ist das nicht mehr der Fall. Es muss nun der Installateur, der manchmal auch versagen kann, sich mit dieser Sache auseinandersetzen. Die Fehlerstromschutzschaltung ist nicht mehr so einfach wie die Nullung, obwohl sie besser als die Fehlerspannungs-Schutzschaltung ist.

Die Zahlen, die ich Ihnen genannt habe, schliessen zweifellos auch jene Schalter mit ein, die noch aus den ersten Serien mit verschiedenen Mängeln behaftet waren. Ich muss aber bemerken, dass die Erfahrungszeit sehr kurz ist. Es ist mit grosser Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass im Lauf der Zeit das Versagen der Schalter rasch grösser wird.

Es ist gesagt worden, dass die Überprüfung der Fehlerstromschutzschalter durch den Zählerableser erfolgen soll. Ich glaube, dass das im allgemeinen nicht gut durchführbar sein wird. Man muss bedenken, dass der Fehlerstromschutzschalter in vielen Fällen bei der Hauseinführung, also beim Sicherungskasten am Dachboden montiert ist, indes der Zähler sich im Parterre befindet. Der Zählerableser sieht sich in vielen Fällen nicht genötigt, im Falle eines Freileitungsnetzes unter den Dachboden hinaufzugehen, oder bei einem Kabelnetz in den Keller hinabzusteigen. Würden die Elektrizitätswerke (EW) die Zählerableser mit der Kontrolle der Fehlerstromschutzschalter betreiben, so dürfte das beträchtliche Zeit in Anspruch nehmen und grosse Kosten verursachen. Da nun die Zählerableser mit einem gewissen Akkordsatz arbeiten müssen, würde das bedeuten, dass dem EW dadurch bedeutend mehr Kosten erwachsen. Andererseits heisst dieses Vorgehen aber auch, dass das EW eine gewisse zusätzliche Verantwortung übernehmen müsste. Ich möchte noch einmal darauf hinweisen, dass wir die Nullung für die beste Schutzmassnahme halten; an Orten, wo nicht genullt werden kann, sollte man aber zur Fehlerstromschutzschaltung greifen.

## Dipl. Ing. H. Martin, Vorarlberger Kraftwerke AG, Bregenz Österreich

Die Vorarlberger Kraftwerke entschlossen sich schon in den Jahren 1955/56, die Fehlerstromschutzschaltung (FI-Schutzschaltung) allgemein zuzulassen. Das führte dazu, dass bis heute ungefähr 30 000 Schalter in unserem Netz eingebaut worden sind, d. h. ca. 40 % aller Anlagen sind bereits durch FI-Schutzschaltung geschützt. Im Gewerbe und in der Landwirtschaft ist dieser Prozentsatz noch bedeutend höher, wogegen im Haushalt noch vielfach mit der Schutz-erdung gearbeitet wird. Infolge stark unterschiedlicher Belastungsdichten in unserem Versorgungsnetz war die Nullung als einheitliche Schutzmassnahme weniger geeignet und man entschied sich aus praktischen Gründen für die Fehlerstromschutzschaltung. Dazu kam auch noch der Umstand, dass die Erdung am Wasserleitungsnetz immer problematischer wurde. Darüber hinaus waren es die Belange des Brand-schutzes, die uns dazu bewogen haben, besonders in der Landwirtschaft die Fehlerstromschutzschaltung auszubauen.

Über unsere Betriebserfahrungen kann ich das folgende mitteilen: es ist klar, dass wir verschiedene Anfangsschwierigkeiten in Kauf nehmen mussten. Dies zeigte sich besonders dadurch, dass in gewittergefährdeten Gebieten in den ersten Jahren sehr hohe Ausfälle infolge Blitzeinwirkung zu verzeichnen waren. In einigen besonders gewittergefährdeten Ortschaften, in denen 514 Schalter montiert waren, mussten in 7 Jahren deren 68 wegen Defekt durch Überspannungen ausgewechselt werden. Die neueren Typen sind jedoch wesentlich verbessert worden und diese Ausfallziffern konnten in der letzten Zeit sehr gesenkt werden. Dazu kommt, dass die Fehlerstromschutzschalter in der Regel vor dem Zähler montiert werden und dadurch natürlich die Zähler besser schützen. Sehr hoch ist eigentlich der Ausfall durch defekte Prüf Widerstände; weil die Schalter die Funktionsprobe bestehen, sind dies allerdings nur scheinbare Defekte. Auch hier konnten Verbesserungen erzielt werden. Verhältnismässig klein war die Ausfallziffer infolge mechanischer Fehler. Es kommt wohl hie und da vor, dass der Schalter klemmt; häufiger aber sind die Fälle, wo der Schaltmechanismus zu empfindlich ist, was sich hauptsächlich in rauheren Betrieben bemerkbar macht. Schliesslich waren anfangs noch einige konstruktive Mängel zu beheben. Grundsätzlich möchte ich die Bemerkungen von Herrn Meckel unterstreichen, dass es notwendig sei, einen Schalter vor der Zulassung wirklich zu prüfen. Man hat es in der Hand, durch Prüfvorschriften alle jene Fabrikate zum voraus auszuselektieren, die nicht den geforderten Bestimmungen entsprechen.

Trotz aller dieser aufgezeigten Mängel ist uns von den 30 000 Schalter kein Fall bekannt, wo es durch ein Versagen zu einem Unfall kam. Auch haben wir diesbezüglich noch keine Beschwerdebriefe erhalten. Eine Umfrage bei den Installateuren hat keine negativen Argumente ergeben. Die Anfangsschwierigkeiten können also im Wesentlichen als überwunden betrachtet werden.

Die Installation dieser Schalter stellt keine besonderen Anforderungen. Es kommt trotzdem immer wieder vor, dass noch irgendwelche Verbindungen von Mittelpunkt- bzw. Nulleiter mit dem Schutzleiter vorhanden sind, die zu Fehlauslösungen führen, für die der Schalter nicht verantwortlich

sein kann. Beim Einbau des FI-Schutzschalters in früher genullte Netze muss man vorsichtig sein. Herr Dr. Biegelmeier hat darauf hingewiesen, dass dafür Spezial-Schalter entwickelt worden sind. Wir stehen aber auch auf dem Standpunkt, dass die Schutzerde, selbst wenn die Anlage durch einen FI-Schutzschalter geschützt ist, so gut wie möglich ausgelegt werden soll. Den Installateuren wird vorgeschrieben, auch bei Anwendung der FI-Schutzschaltung hinter dem FI-Schalter alle metallenen Wasserleitungen usw. mit der Schutzleitung zu verbinden, um dadurch bei eventuellen Versagen des Schalters eine gewisse Potentialsteuerung zu erreichen.

Noch einige Gedanken zur Wirtschaftlichkeit. Von Seiten der Abnehmer und der Installateure wurde der relativ hohe Preis der FI-Schutzschalter beanstandet. Man hat nun vielfach versucht, eine höhere Wirtschaftlichkeit dadurch zu erreichen, dass man in Mehrfamilienhäusern bis zu drei Wohnungen durch einen gemeinsamen, allgemein zugänglichen FI-Schutzschalter schützte. Dagegen ist bei gewerblichen Anlagen eine Unterteilung wünschenswert, damit bei einem Defekt nicht ein allzugrosser Teil des Betriebes ausfällt. In der Landwirtschaft stiessen wir auf keine besonderen Schwierigkeiten, da auch die Feuerversicherungen eingriffen und den FI-Schutz propagierten. Hier hat der Fehlerstromschutzschalter, der mit Impulsauslösung arbeitet, seine Berechtigung, wenn er auch etwas höhere Kosten verursacht. Dasselbe gilt auch für Baustellen.

Meine Ausführungen möchte ich mit der Bemerkung schliessen, dass die Fehlerstromschutzschaltung, sofern wirklich einwandfreie Schalter verwendet werden, mit den andern Schutzmassnahmen ebenbürtig ist und dass sie neben der Nullung als eine der wenigen Schutzeinrichtungen gilt, die universell anwendbar ist.

#### **Dr. Hösl, Elektro-Beratung Bayern GmbH., München Bundesrepublik Deutschland**

Man darf aus diesen Fragen nicht eine Weltanschauung: hie Nullung, hie Fehlerstromschutzschalter (FI-Schutzschalter), machen. Man muss vielleicht an die erste Stelle den Grundsatz stellen: «Eines schickt sich nicht für alle.» Ausserdem gibt es eine weitere hervorragende Schutzmassnahme, die wir fördern müssen, wo wir können: die *Schutzisolierung*. Sicher hat die *Nullung* ihre Daseinsberechtigung; sie hat ihre ausgezeichneten Seiten, die nach wie vor gelten werden. Ich denke z. B. an die Kabelnetze mit der Unwahrscheinlichkeit eines Nulleiterbruches, und ich denke an die zwei *unbestreitbaren Vorteile* der Nullung: die Spannungshalbierung und die Einfachheit. Natürlich hat die Nullung auch schwere Nachteile, die sich an gewissen Stellen entscheidend auswirken können.

Sie haben hier Zahlen von *Kurzschlußströmen* genannt, die erstaunlich hoch sind. Wir haben dagegen an Kurzschlußströmen bis 40 A an Netzausläufern gemessen. Selbstverständlich hört da jede Nullung auf. Selbst der Mittelwert (50%-Wert), den wir gemessen haben, beträgt in ländlichen Netzen nur 200 A. Wir fanden maximal etwa 800 A. Der Installateur muss sich nach den deutschen Bestimmungen durch Kurzschlussmessungen und eventuell durch Berechnung überzeugen, welche Kurzschlußströme in der Anlage

vorhanden sind. Es genügt nicht, dass das Energieversorgungsunternehmen (EVU) an der Hausanschlußsicherung den 2,5fachen Nennstrom dieser Sicherung gewährleistet. In der Abnehmeranlage muss u. U., z. B. bei einer tragen 50-A-Sicherung im Kurzschlussfall, der 5fache Nennstrom der Sicherung, also 250 A fliessen. Wird dieser Wert nicht erreicht, muss der Installateur beispielsweise den FI-Schalter oder den FU-Schalter einbauen, obwohl an sich die Nullung vom EVU grundsätzlich zugelassen sein kann. *Nullung und FI-Schutzschaltung* beeinflussen sich gegenseitig nicht. Man kann also, und das geschieht bei uns in Bayern jedenfalls sehr häufig, beides tun.

Wir haben in Bayern schon vor 12 Jahren mit der Aufklärung über die FI-Schutzschaltung begonnen; daher finden wir dort auch schon sehr viele FI-Schalter. Erst vor kurzem habe ich eine Rundfrage im Bundesgebiet veranstaltet, um zu erfahren, wie viele FI-Schalter dort eingesetzt sind. Demnach sind z. Z. 1,35 Millionen derartige Schalter in Betrieb.

Wir prüfen die FI-Schutzschalter durch *Messung*; dabei hat sich herausgestellt, dass 2,5 % unbrauchbar waren. Dagegen haben wir bei den neuen Konstruktionen keine merklichen Ausfälle. In der Schweiz ist man glücklich, so spät angefangen zu haben, da sich dadurch Kinderkrankheiten vermeiden liessen.

*Überspannungsschäden* an FI-Schaltern sind nicht unbeträglich. Die Bayerische Versicherungskammer, die sämtliche Anwesen in Bayern versichert, hatte von 1959...1962 163 Überspannungsschäden an FI-Schaltern zu bezahlen. Unsere Erfahrungen zeigen, dass Spannungsstösse bei Gewittern auch über den Sekundärkreis auf die Schalter einwirken können. Man sollte deshalb keine Systeme verwenden, bei denen irgendeine Röhre oder ein Gleichrichter beschädigt werden kann.

Wenn bei der Nullung eine grössere Reihe von Unfällen geschildert werden kann, gibt es dagegen in den 12jährigen Erfahrungen, die wir in Bayern mit der FI-Schaltung haben, nur einen einzigen tödlichen Unfall, der auf den Schalter selbst zurückgeführt werden muss. Schalter dieser Art werden heute nicht mehr hergestellt. Dagegen sind mehrere tödliche Unfälle bekannt, bei denen die Erdung fehlte, zu schlecht war oder der Schutzleiter unterbrochen war.

Es ergaben sich jedoch auch eine ganze Reihe von Fällen, bei denen Schäden durch den FI-Schalter vermieden wurden. So wurden Erdschlüsse aufgezeigt, von deren Vorhandensein bisher niemand etwas wusste. Ein Grossbrand wurde nachweisbar durch den FI-Schalter verhindert.

Wir haben in Bayern aufgrund von Isolationsmessungen bei Zehntausenden von festverlegten Anlagen eine Statistik der Ableitströme angelegt. Es ergab sich, dass in 15 % aller Anlagen ein Ableitstrom von 1 mA überschritten wurde. Bei 5 % aller Anlagen betrug der Ableitstrom rund 20 mA. Infolgedessen dürfen gerade bei den gefährdeten Anlagen, also bei Baustellen und landwirtschaftlichen Betrieben, keine überempfindlichen FI-Schalter eingebaut werden. Mit einem Nennfehlerstrom von 0,5...1 A dagegen ergeben sich keine Schwierigkeiten.

Man lasse sich Zeit bei der Auswahl; man nehme den einfachsten Schalter und man schule die Installateure: dann ist diese Schutzmassnahme hervorragend geeignet, gerade die Nullung, wo sie nicht mehr ausreicht, zu unterstützen und zu ersetzen.

Wir haben heute von sehr vielen Erfahrungen mit Fehlerstromschutzschaltern (FI-Schutzschalter) gehört. Ich möchte deshalb hier nur begründen, weshalb wir bei den BKW mit solchen Versuchen noch zurückhaltend waren:

Seit etwa 1935 haben wir die Nullung intensiv gefördert und seit etwa 15 Jahren sind sämtliche Netze genullt. Dem Art. 26 der Starkstromverordnung (St.V.) werden wir gerecht durch eine sehr stark vereinfachte Rechnung und Kontrollmessung. Wir gehen von der Überlegung aus, es sei besser, alle Netze sehr vereinfacht zu rechnen, als exakt rechnen zu wollen und aus Zeitmangel — heute besonders — auf den rechnerischen Nachweis zu verzichten.

Die vereinfachte Rechnung berücksichtigt nur die Trafo- und die Leitungsschleifen-Impedanz und lässt den Parallelwiderstand der Erdungen zum Nulleiter weg. Desgleichen wird kein Widerstand an der Kurzschlußstelle in die Rechnung eingesetzt. So ist es möglich, in  $1\frac{1}{2}$  bis 3 Stunden — je nach Routine des Rechners und Vielfalt des Netzes — jedes Verteilnetz zu rechnen. Als Resultat ergeben sich relativ zahlreiche Streckensicherungen im Netz, aber auch die Gewissheit, dass bei Kurzschlüssen die vorgeschaltete Sicherung schmilzt. Die Rechnung erfolgt anlässlich der Projektierung, also vor dem Ausbau. Kontrollmessungen nach der Netzsanierung bestätigen jeweils die Rechnung. Die Ausbauten auch im Sekundärnetz müssen eine genügende Re-

Tabelle 1

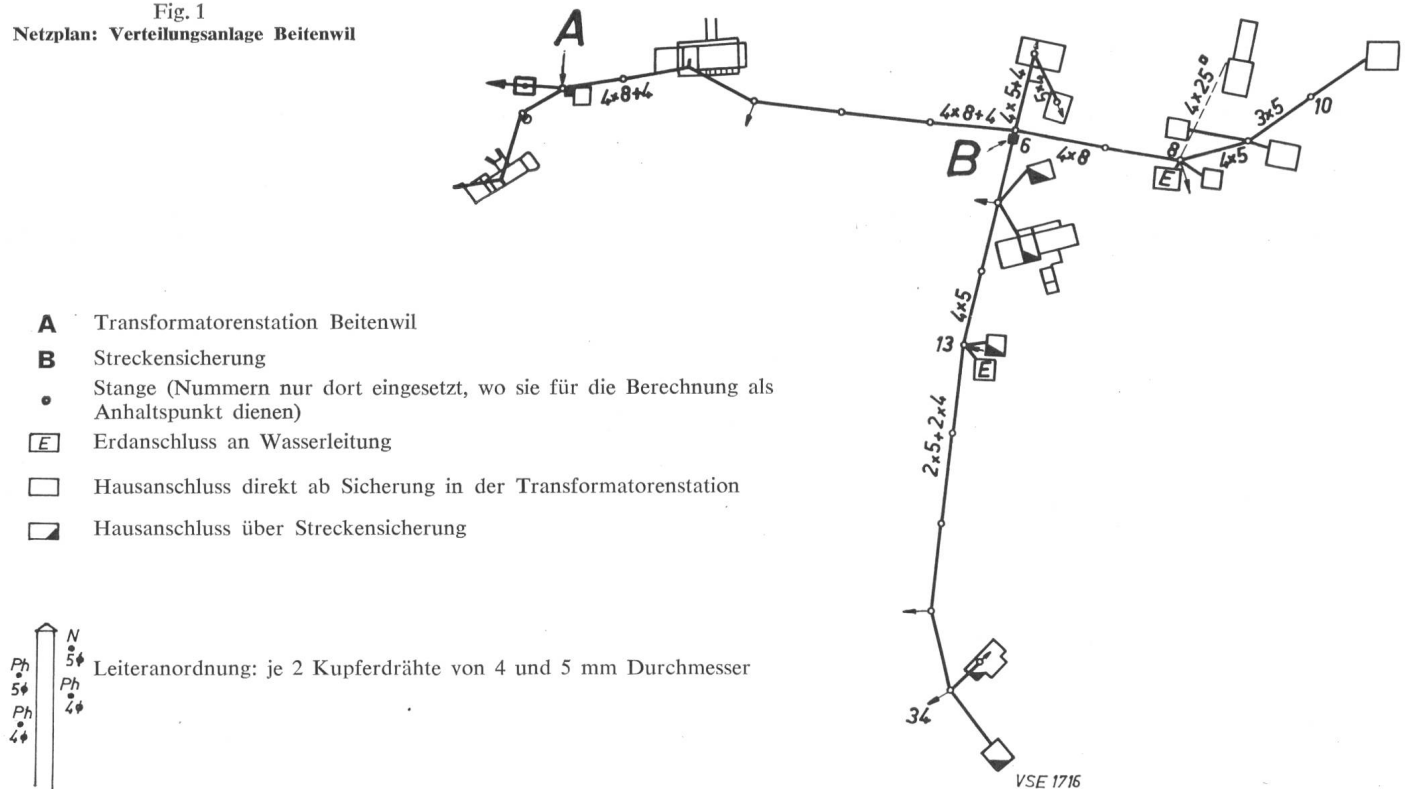
Freileitung Niederspannung mit Phasenabstand 60 cm				Kabel (nur ohm'sche Widerstände)		
Draht- durch- messer [mm]	Seil- querschnitt [mm] <sup>2</sup>	Kupfer	Aluminium	Querschnitt [mm] <sup>2</sup>	Kupfer	Aluminium
N + Ph	N + Ph	Ω/Km.	Ω/Km	N + Ph	Ω/Km.	Ω/Km.
3		5,02		6	5,83	10
4+3		3,952		10	3,5	6
4		2,884		16	2,19	3,75
5+4		2,4		25	1,4	2,4
5		1,916	3,14	35	1,0	1,71
	25		2,494			
6+5		1,663	2,684	50	0,7	1,2
6		1,41	2,228	70	0,5	0,858
	35		1,84			
7+6		1,266		95+70	0,434	0,744
7		1,122		95	0,368	0,632
8+6		1,178		120+70	0,396	0,678
8+7		1,034		120+95	0,33	0,566
8		0,946		120	0,292	0,5
	50	0,952	1,36	150+95	0,301	0,516
	70+50	0,875		150+120	0,263	0,45
	70	0,798	1,06	150	0,233	0,4
	95+50	0,83		185+120	0,241	0,412
	95+70	0,753		185+150	0,212	0,362
	95	0,708		185	0,189	0,324
	BJ 170		0,65			
	Al.					
	+ 40 St.					

### Berechnungsblatt

Tabelle II

Berechnung der zulässigen Absicherung										
ausgeführt durch: <u>hils</u> am <u>16.2.59</u>										
Sekundärnetz: <u>Beitenwil (Gde. Rubigen)</u> Transformator <u>125</u> kVA; $Z_{Tr} = \frac{8}{kVA} = 0,064 \Omega$										
Leitungs- strang	Strecke von bis	einfache Länge L (km)	Anzahl Drähte Ø resp. Quer- schnitte & Mat.	Impedanz pro km $Z_N + Z_{Ph}$	Strecken- impedanz $\Omega$ $Z_S = L(Z_N + Z_{Ph})$	$\Sigma Z_S$	$\Sigma Z_S + Z_{Tr}$	Absicherung: $\frac{87,5}{\Sigma Z_S + Z_{Tr}} A$	Kontroll- stelle (Netzpunkt)	Bemerkungen
Schmiede, Wirtschaft	Trafo - Stg 6	0,255	4x8	0,946	0,241					
	Stg 6 - Stg 8	0,095	4x8	0,946	0,090					
	Stg 8 - Altersheim	0,075	4x25 <sup>0</sup> K	1,40	0,105	0,436	0,500	175	Altersheim	
	Stg 8 - Stg 10'	0,125	3x5	1,916	0,240	0,671	0,735	119	Stg 10'	Strangsich. d. Trafostation = <u>100 A</u>
	Stg 6 - Stg 13	0,125	4x5	1,916	0,240					
	Stg 13 - Stg 34'	0,250	2x5+2x4	2,4	0,60	1,081	1,145	76,5	Stg 34'	Streckensich. auf Stange 6 für Leitung Guetli 75 resp. <u>60 A</u>
Ausgangsdaten aus Plan und Tabelle				Ausrechnung				gezogene Schlüsse		

Fig. 1  
Netzplan: Verteilungsanlage Beitenwil



serve in sich schliessen, damit der Belastungszuwachs nicht zu früh nach wieder stärkeren Sicherungen ruft.

Die vorstehenden Figuren und Tabellen geben einen Einblick in unsere Methode.

Die Tabelle I enthält die Schleifenimpedanzen aller normalerweise vorkommenden Aluminiumleiter- und Kupferleiterquerschnitte für Freileitungen und Kabel; es sind sowohl gleiche, als auch — wie es oft vorkommt — ungleiche Querschnitte von Nulleiter und Phasenleiter berücksichtigt.

Als Beispiel ist in Fig. 1 ein Netzstrang ab Transformatorstation wiedergegeben (Beitenwil: Strang Schmiede, Wirtschaft). Die Rechnung stützt sich nur auf die ordentlichen Pläne; sie erfordert also keine Anfertigung von separaten Skizzen zu den Berechnungsblättern.

Das als Tabelle II aufgeführte Berechnungsblatt ist für den Netzstrang gemäss Fig. 1 ausgefüllt.

Die Fig. 2 und 3 zeigen, dass der für Freileitungsnetze verwendete Streckensicherungskasten gefällig und gut für die Montage zugänglich ist.

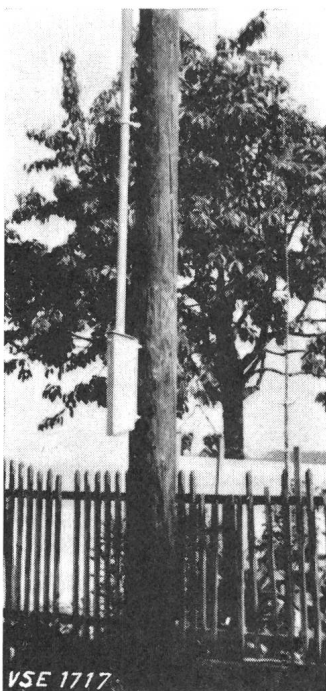


Fig. 2  
Streckensicherungskasten  
für Freileitungsnetze  
(geschlossen; Distanzansicht)

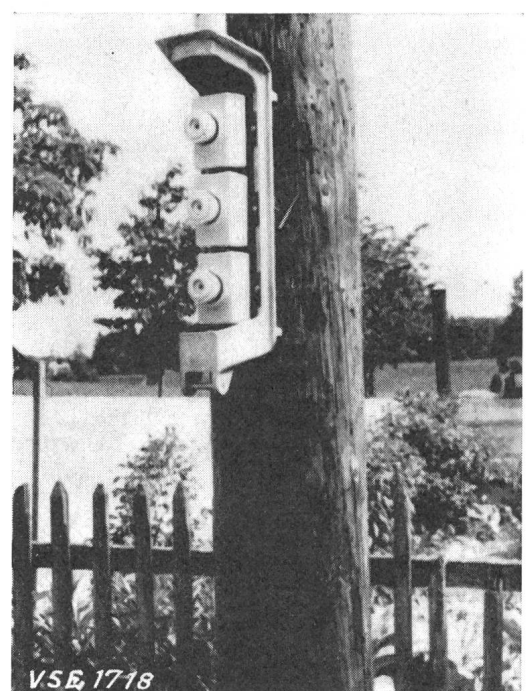


Fig. 3  
Streckensicherungskasten für  
Freileitungsnetze (offen, Nahansicht)



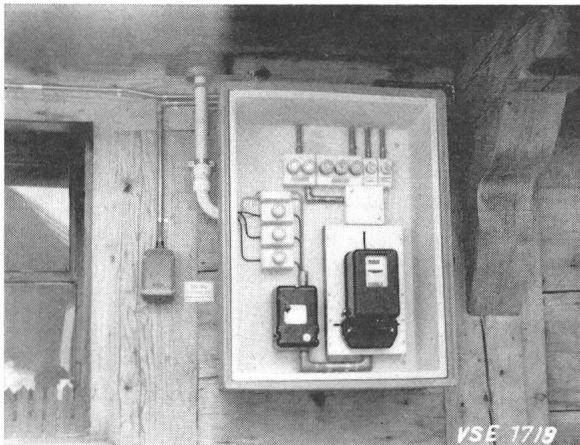


Fig. 4

Einbau eines FI-Schutzschalters (Feuersicherer Schutzkasten)

Die Erfahrungen mit der Nullung sind — als Folge dieser konsequenten Rechnung jedes Netzes sowie des steten Bedachts auf zuverlässige Verbindungen und gute Erdungen — sehr gut.

Trotzdem haben auch wir ein Bedürfnis, noch mehr zu tun, und hier kommt auch uns der FI-Schutzschalter gelegen, besonders dann, wenn wir mit obiger Rechnung Mühe haben, die Nullungsbedingungen zu erfüllen; dies trifft schätzungsweise bei 5...8 % unserer Abnehmer zu.

Fig. 4 zeigt den praktischen Einbau von Fehlerstromschutzschaltern, unmittelbar nach der Anschlußsicherung

vor dem Zähler; bei Holzhäusern verwenden wir einen feuersicheren Schutzkasten. Wir werden die Montage von Fehlerstromschutzschaltern noch nicht netzweise, sondern auch weiterhin nur von Fall zu Fall vornehmen; auf diese Weise wird es uns möglich sein, unsere eigenen Erfahrungen zu sammeln.

## Die Gruppe «Elektrizität» an der Schweizerischen Landesausstellung in Lausanne 1964

Die im Bulletin des SEV, Seiten des VSE, Nr. 6, Seite 266 angeführte Aufstellung über die in der Untergruppe «Übertragung und Verteilung» an der EXPO 1964 ausgestellten Objekte ist wie folgt zu ergänzen:

### Objekt

Darstellung des 125/50 kV Übertragungsnetzes des SE Lausanne

### Aussteller

Electro-Tableaux AG  
Trüb, Täuber & Cie AG

## Aus dem Kraftwerkbau

### Ausbau der Kraftwerkanlagen des Elektrizitätswerkes der Stadt Aarau

Im Jahre 1893 wurde in Aarau in der Oberen Mühle eine Kraftzentrale in Betrieb gesetzt. Aus diesen bescheidenen Anfängen hat sich im Laufe der Zeit das Elektrizitätswerk der Stadt Aarau (EWA) entwickelt, das heute einen Teil der Industriellen Betriebe der Stadt Aarau bildet.

Die Eigenerzeugung dieses Werkes, die stark von der Aarewasserführung abhängig ist, hat sich von 41 Millionen kWh im Jahre 1933 auf 122,5 Millionen kWh im Jahre 1960 gesteigert. Dies war nur durch einen Umbau der bestehenden Zentrale und des Stauwehrs möglich: die Francisturbinen wurden durch Kaplansturbinen ersetzt und das Stauwehr verstärkt und abgedichtet. In der Tat zeigten Messungen, dass eine Wassermenge von 3...5 m<sup>3</sup>/s unter den Wehrbauten hindurch in das tieferliegende Aarebett floss; es wurde deshalb eine Dichtungsschürze aus Spundbohlen eingezogen. Ausserdem hatte sich die Standfestigkeit der Wehrpfeiler seit der Errichtung erheblich verringert, sodass sie zum Teil neu erstellt werden mussten. Auch genügten die Apparate und Einrichtungen der alten elektrischen Schaltanlage des Maschinenhauses der gestiegenen Leistung nicht mehr und wurden ersetzt; ein neuer Kommandoraum, der Ende 1965 betriebsbereit sein wird, ist vorgesehen.

Der steigende Energiebedarf zwingt das Elektrizitätswerk Aarau, vom Aargauischen Elektrizitätswerk (AEW) und von der Aare-Tessin AG (ATEL) über 50-kV-Leitungen Ergänzungsenergie zu beziehen. Für die Zuführung dieser Energie nach Aarau ist eine neue 50-kV-Schaltanlage an der Erlinsbacherstrasse im Bau; sie kommt am Ende dieses Jahres in Betrieb.

Dieser grosszügige Ausbau bestehender und die Errichtung neuer Anlagen werden in grossem Masse dazu beitragen, die Energieversorgung der Stadt auf lange Sicht sicherzustellen.

Gr.

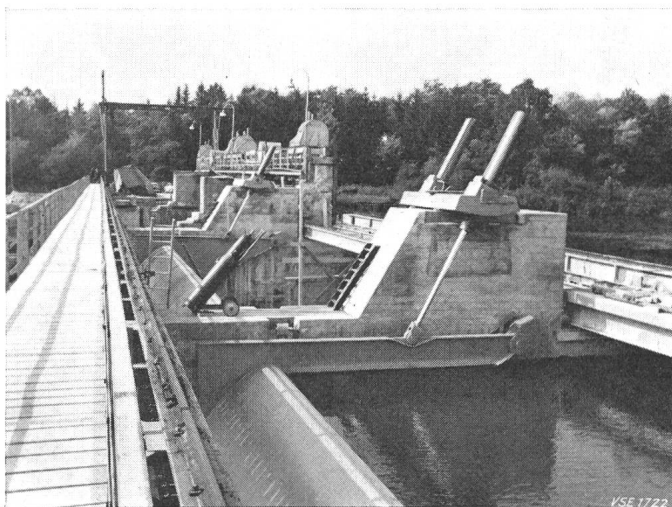


Fig. 1

Stauwehrsanie rung

Alte Schützen mit Aufbauten im Hintergrund; vorne die neuen Wehrabschlüsse



# Wirtschaftliche Mitteilungen

## Unverbindliche mittlere Marktpreise

je am 20. eines Monats  
Metalle

		März	Vormonat	Vorjahr
Kupfer (Wire bars) 1) .	sFr./100 kg	330.—	315.—	284.—
Banka/Billiton-Zinn 2) .	sFr./100 kg	1315.—	1390.—	1057.—
Blei 1) . . . . .	sFr./100 kg	105.—	105.—	71.—
Zink 1) . . . . .	sFr./100 kg	123.—	122.—	93.—
Aluminium für elektr. Leiter in Masseln 99,5 % 3) . . . . .	sFr./100 kg	235.—	235.—	255.—
Stabeisen, Formeisen 4) .	sFr./100 kg	53.50	53.50	53.50
5-mm-Bleche . . . . .	sFr./100 kg	49.—	49.—	49.—

1) Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 50 t. \*Börsenkurs, Verbraucher erhalten weiterhin Wirebars zu £ 236/244.—, je nach Produzent.

2) Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 5 t.

3) Preis per 100 kg franko Empfangsstation bei 10 t und mehr.

4) Preis franko Grenze, verzollt, bei Mindestmengen von 20 t.

## Flüssige Brenn- und Treibstoffe

		März	Vormonat	Vorjahr
Reinbenzin/Blei- benzin . . . . .	sFr./100 lt.	44.— <sup>1)</sup>	44.— <sup>1)</sup>	43.— <sup>1)</sup>
Diesöl für strassenmo- torische Zwecke . . .	sFr./100 kg	41.40 <sup>3)</sup>	41.70 <sup>3)</sup>	41.95 <sup>2)</sup>
Heizöl leicht . . . . .	sFr./100 kg	13.60 <sup>3)</sup>	15.— <sup>3)</sup>	17.30 <sup>2)</sup>
Industrie-Heizöl mittel (III) . . . . .	sFr./100 kg	10.30 <sup>3)</sup>	11.70 <sup>3)</sup>	12.70 <sup>2)</sup>
Industrie-Heizöl schwer (V) . . . . .	sFr./100 kg	7.60 <sup>3)</sup>	9.— <sup>3)</sup>	10.80 <sup>2)</sup>

1) Konsumenten-Zisternenpreise franko Schweizergrenze Basel, verzollt, inkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t.

2) Konsumenten-Zisternenpreise (Industrie), franko Schweizergrenze Buchs, St. Margrethen, Basel, Genf, verzollt, exkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 20 t. Für Bezug in Chiasso, Pino und Iselle reduzieren sich die angegebenen Preise um sFr. 1.—100 kg.

3) Konsumentenpreis franko Basel-Rheinhafen, verzollt.

## Kohlen

		März	Vormonat	Vorjahr
Ruhr-Brechkok I/II 1) .	sFr./t	115.—	115.—	108.—
Belgische Industrie- Fettkohle Nuss II 1) . . . . .	sFr./t	93.—	93.—	77.—
Nuss III 1) . . . . .	sFr./t	91.—	91.—	75.—
Saar-Feinkohle 1) . . . .	sFr./t	90.—	90.—	75.—
Französischer Koks, Loire (franko Genf) . .	sFr./t	124.40	124.40	127.60
Französischer Koks, Nord (franko Genf) . .	sFr./t	134.40	134.40	122.50
Lothringer Flammkohle Nuss I/II 1) . . . . .	sFr./t	90.—	90.—	78.—
Nuss III/IV 1) . . . . .	sFr./t	95.—	95.—	76.—

1) Sämtliche Preise verstehen sich franko Waggon Basel, verzollt, bei Lieferung von Einzelwagen an die Industrie.

## Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft

(Auszüge aus «Die Volkswirtschaft» und aus  
«Monatsbericht Schweizerische Nationalbank»)

Nr.		Januar	
		1963	1964
1.	Import . . . . . (Januar-Dezember) } 10 <sup>6</sup> Fr. {	1 033,7 (13 989,4)	1 245,4 —
	Export . . . . . (Januar-Dezember) }	707,0 (10 441,7)	786,7 —
2.	Arbeitsmarkt: Zahl der Stellen- suchenden . . . . .	5 169	1 265
3.	Lebenskostenindex*) } Aug. 1939 {	198,0	205,2
	Grosshandelsindex*) } = 100 {	229,6	234,1
	Detailpreise *): (Landesmittel)		
	Elektrische Beleuchtungs- energie Rp./kWh . . . . .	33	34
	Elektr. Kochenergie Rp./kWh .	6,8	6,8
	Gas Rp./m <sup>3</sup> . . . . .	30,0	30,0
	Gaskoks Fr./100 kg . . . . .	17,76	19,35
4.	Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 65 Städten . . . . .	2 176,0	4 426
	(Januar-Dezember)		
5.	Offizieller Diskontsatz . . . . %	2,0	2,0
6.	Nationalbank (Ultimo)		
	Notenumlauf . . . . . 10 <sup>6</sup> Fr.	7 757,6	8 354,8
	Täglich fällige Verbind- lichkeiten . . . . . 10 <sup>6</sup> Fr.	2 414,9	2 340,5
	Goldbestand und Gold- devisen . . . . . 10 <sup>6</sup> Fr.	11 470,4	11 983,4
	Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlich- keiten durch Gold . . . . . %	104,44	103,15
7.	Börsenindex Obligationen . . . . .	25. Jan. 99	31. Jan. 95
	Aktien . . . . .	826	770
	Industrieaktien . . . . .	1 076	985
8.	Zahl der Konkurse . . . . .	32	30
	(Januar-Dezember) . . . . .	(427)	—
	Zahl der Nachlassverträge . . . .	2	4
	(Januar-Dezember) . . . . .	(65)	—
9.	Fremdenverkehr Bettenbesetzung in % nach den vorhandenen Betten . . . . .	26	24
10.	Betriebseinnahmen der SBB allein:		
	Verkehrseinnahmen aus Personen- und Güterverkehr . . . . .	86,0	89,7 **
	(Januar-Dezember) . . . . .	(1 207,8)	—
	Betriebsertrag . . . . .	94,5	99,2 **
	(Januar-Dezember) . . . . .	(1 321,6)	—

\*) Entsprechend der Revision der Landesindexermittlung durch das Volkswirtschaftsdepartement ist die Basis Juni 1914 = 100 fallen gelassen und durch die Basis August 1939 = 100 ersetzt worden.

\*\*) Approximative Zahlen.

# Erzeugung und Abgabe elektrischer Energie durch die schweizerischen Elektrizitätswerke der Allgemeinversorgung

Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Energiewirtschaft 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		Ver- ände- rung gegen Vor- jahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende		Änderung im Berichtsmonat - Entnahme + Auffüllung			
	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64		1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64
	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 . . . .	1503	1649	27	1	44	29	342	201	1916	1880	— 1,9	3650	4809	— 730	— 414	363	290
November . . .	1365	1568	39	1	45	40	484	250	1933	1859	— 3,8	2921	4678	— 729	— 131	289	280
Dezember . . .	1256	1663	22	1	42	44	637	306	1957	2014	+ 2,9	2227	3815	— 694	— 863	261	311
Januar . . . . .	1228	1715	33	5	42	41	715	350	2018	2111	+ 4,6	1488	2644	— 739	— 1171	250	370
Februar . . . .	978		43		45		658		1724			877		— 611		169	
März . . . . .	1025		31		41		637		1734			563		— 314		194	
April . . . . .	1344		1		28		268		1641			518		— 45		219	
Mai . . . . .	1769		1		41		82		1893			935		+ 417		432	
Juni . . . . .	1984		1		53		57		2095			2545		+ 1610		640	
Juli . . . . .	2108		1		63		32		2204			4114		+ 1569		693	
August . . . . .	2033		0		69		61		2163			5083		+ 969		656	
September . . .	1914		2		46		67		2029			5223 <sup>1)</sup>		+ 140		565	
Jahr . . . . .	18507		201		559		4040		23307							4731	
Okt. ... Jan. . . .	5352	6595	121	8	173	154	2178	1107	7824	7864	+ 0,5			— 2892	— 2579	1163	1251

Monat	Verteilung der Inlandabgabe												Inlandabgabe inklusive Verluste					
	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft		Allgemeine Industrie		Elektrochemie, -metallurgie und -thermie		Elektrokessel <sup>1)</sup>		Bahnen		Verlust und Verbrauch der Speicher- pumpen <sup>2)</sup>		ohne Elektrokessel und Speicherpump.	Veränderung gegen Vor-jahr <sup>3)</sup> %	mit Elektrokessel und Speicherpump.			
	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64		
in Millionen kWh																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Oktober . . . .	723	756	304	322	238	238	2	6	96	97	190	171	1532	1579	+ 3,1	1553	1590	
November . . .	769	755	310	309	267	250	1	7	105	84	192	174	1628	1562	— 4,1	1644	1579	
Dezember . . .	820	844	297	309	263	260	2	9	122	98	192	183	1676	1692	+ 1,0	1696	1703	
Januar . . . . .	864	874	314	323	262	253	2	2	123	95	203 <sup>(17)</sup>	194 <sup>(2)</sup>	1749	1737	— 0,7	1768	1741	
Februar . . . .	751		286		231		1		104		182		1536			1555		
März . . . . .	731		280		242		1		110		176		1516			1540		
April. . . . .	670		260		253		4		84		151		1406			1422		
Mai . . . . .	688		272		215		13		74		199		1410			1461		
Juni . . . . .	640		256		193		44		80		242		1342			1455		
Juli . . . . .	641		256		203		61		94		256		1374			1511		
August . . . .	661		266		195		57		99		229		1394			1507		
September . . .	680		281		195		38		85		185		1408			1464		
Jahr . . . . .	8638		3382		2757		226		1176		2397 <sup>(379)</sup>		17971			18576		
Okt. ... Jan. . . .	3176	3229	1225	1263	1030	1001	7	24	446	374	777 <sup>(69)</sup>	722 <sup>(19)</sup>	6585	6570	— 0,2	6661	6613	

<sup>1)</sup> Mit einer Anschlussleistung von 250 kW und mehr und mit brennstoffgefeuerter Ersatzanlage.

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

<sup>3)</sup> Kolonne 15 gegenüber Kolonne 14.

<sup>4)</sup> Speichervermögen Ende September 1963: 5370 Millionen kWh.

# Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz

Mitgeteilt vom Eidgenössischen Amt für Energiewirtschaft

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

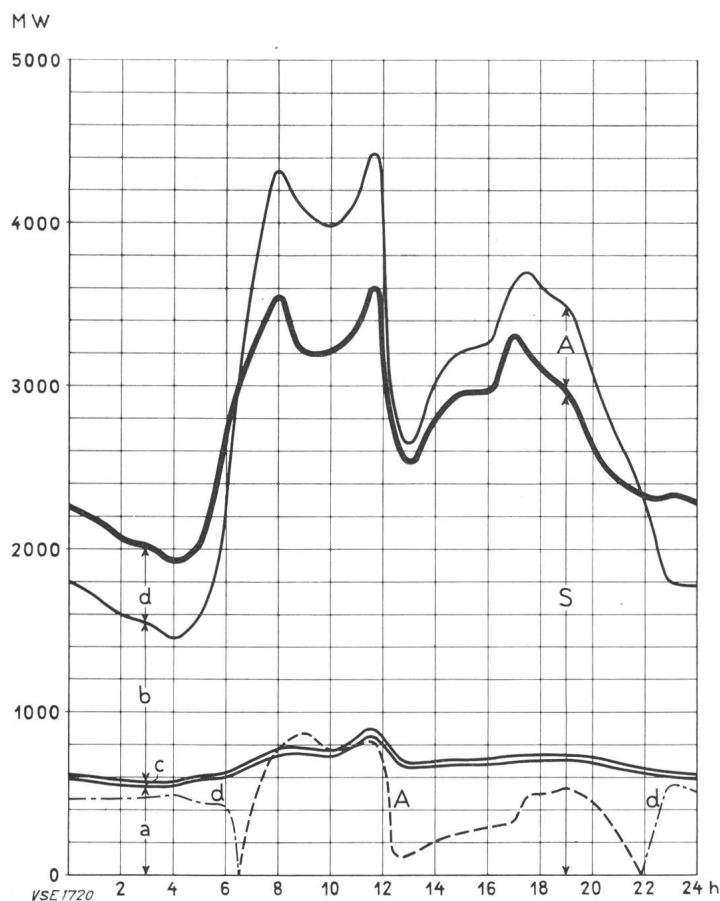
Monat	Energieerzeugung und Einfuhr									Speicherung				Energieausfuhr		Gesamter Landesverbrauch	
	Hydraulische Erzeugung		Thermische Erzeugung		Energieeinfuhr		Total Erzeugung und Einfuhr		Veränderung gegen Vorjahr	Energieinhalt der Speicher am Monatsende		Änderung im Berichtsmonat – Entnahme + Auffüllung					
	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64		1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64
	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 . . . .	1760	1912	38	14	354	206	2152	2132	– 0,9	3963	5189	– 776	– 429	388	316	1764	1816
November . . .	1544	1805	52	14	499	260	2095	2079	– 0,8	3192	5047	– 771	– 142	314	297	1781	1782
Dezember . . .	1409	1867	34	15	648	318	2091	2200	+ 5,2	2448	4120	– 744	– 927	280	328	1811	1872
Januar . . . . .	1373	1891	48	21	728	362	2149	2274	+ 5,8	1652	2876	– 796	– 1244	268	389	1881	1885
Februar . . . .	1111		59		669		1839			974		– 678		187		1652	
März . . . . .	1156		46		654		1856			622		– 352		210		1646	
April . . . . .	1537		12		281		1830			564		– 58		237		1593	
Mai . . . . .	2120		10		83		2213			1011		+ 447		475		1738	
Juni . . . . .	2389		9		59		2457			2771		+ 1760		705		1752	
Juli . . . . .	2539		9		32		2580			4424		+ 1653		764		1816	
August . . . . .	2454		8		61		2523			5469		+ 1045		722		1801	
September . . .	2286		10		68		2364			5618 <sup>2)</sup>		+ 149		610		1754	
Jahr . . . . .	21678		335		4136		26149							5160		20989	
Okt. ... Jan. . . .	6086	7475	172	64	2229	1146	8487	8685	+ 2,3			– 3087	– 2742	1250	1330	7237	7355

Monat	Verteilung des gesamten Landesverbrauches															Landes- verbrauch ohne Elektrokessel und Speicher- pumpen	Verän- derung gegen Vor- jahr
	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft		Allgemeine Industrie		Elektrochemie, -metallurgie und -thermie		Elektro- kessel <sup>1)</sup>		Bahnen		Verluste		Verbrauch der Speicher- pumpen				
	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	1962/63	1963/64	
in Millionen kWh																	%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Oktober . . . .	740	773	331	359	341	345	3	8	135	140	194	186	20	5	1741	1803	+ 3,6
November . . .	787	771	337	347	306	326	2	9	133	135	201	183	15	11	1764	1762	— 0,1
Dezember . . .	839	863	324	342	283	301	3	11	145	150	199	202	18	3	1790	1858	+ 3,8
Januar . . . . .	884	894	345	355	267	271	3	3	153	149	212	210	17	3	1861	1879	+ 1,0
Februar . . . .	770		313		227		2		135		187		18		1632		
März . . . . .	750		316		252		3		127		176		22		1621		
April. . . . .	684		299		307		7		127		157		12		1574		
Mai . . . . .	703		311		353		21		130		180		40		1677		
Juni . . . . .	653		291		350		58		133		194		73		1621		
Juli . . . . .	658		293		366		77		140		203		79		1660		
August . . . . .	678		302		357		71		140		195		58		1672		
September . . .	696		318		351		46		136		187		20		1688		
Jahr . . . . .	8842		3780		3760		296		1634		2285		392		20301		
Okt. ... Jan. . . .	3250	3301	1337	1403	1197	1243	11	31	566	574	806	781	70	22	7156	7302	+ 2,0

<sup>1)</sup> Mit einer Anschlussleistung von 250 kW und mehr und mit brennstoffgefeuerter Ersatzanlage.

<sup>2)</sup> Speichervermögen Ende September 1963: 5760 Millionen kWh.

# Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz



## 1. Verfügbare Leistung, Mittwoch, den 15. Januar 1964

	MW
Laufwerke auf Grund der Zuflüsse, Tagesmittel	660
Saisonspeicherwerke, 95 % der Ausbauleistung	4940
Thermische Werke, installierte Leistung	200
Einfuhrüberschuss zur Zeit der Höchstleistung	—
Total verfügbar	5800

## 2. Aufgetretene Höchstleistungen, Mittwoch, den 15. Januar 1964

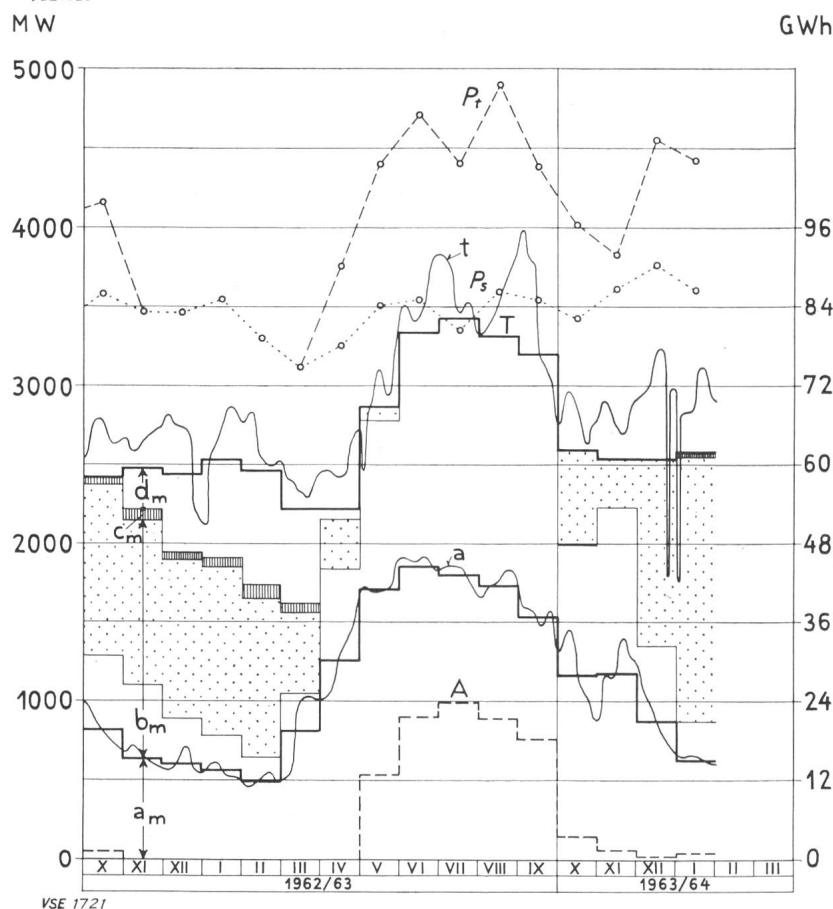
Gesamtverbrauch	4420
Landesverbrauch	3600
Ausfuhrüberschuss	860

## 3. Belastungsdiagramm, Mittwoch, den 15. Januar 1964

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

## 4. Energieerzeugung und -verwendung

	Mittwoch 15. Jan.	Samstag 18. Jan.	Sonntag 19. Jan.
	GWh (Millionen kWh)		
Laufwerke	15,8	14,7	13,2
Saisonspeicherwerke	51,6	40,0	21,0
Thermische Werke	0,8	0,4	0,2
Einfuhrüberschuss	—	1,9	10,9
Gesamtabgabe	68,2	57,0	45,3
Landesverbrauch	64,9	57,0	45,3
Ausfuhrüberschuss	3,3	—	—



## 1. Erzeugung an Mittwochen

- a Laufwerke
- t Gesamterzeugung und Einfuhrüberschuss

## 2. Mittlere tägliche Erzeugung in den einzelnen Monaten

- a\_m Laufwerke
- 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.

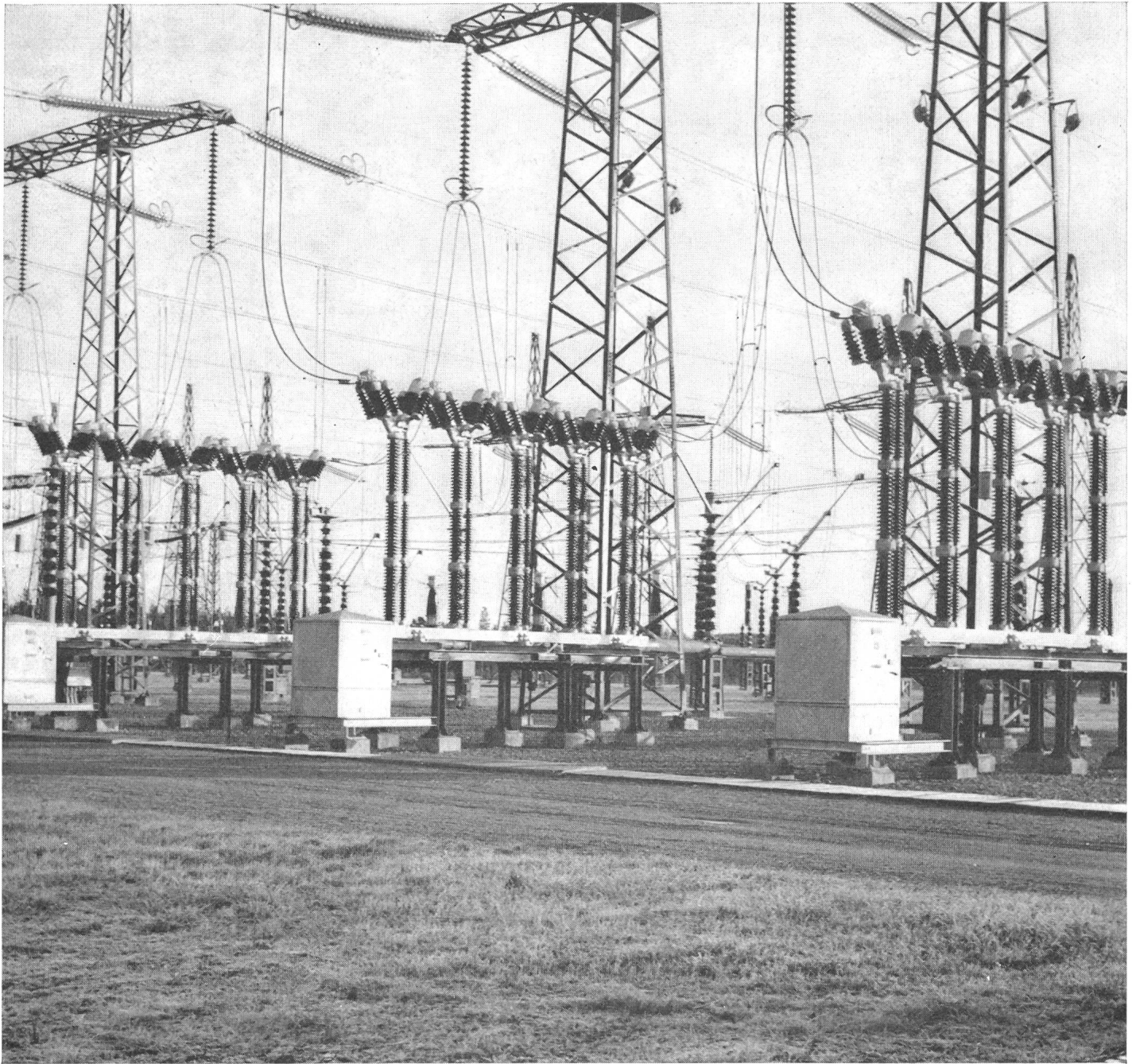
Redaktor: Ch. Morel, Ingenieur.

Sonderabdrucke dieser Seiten können beim Sekretariat des VSE einzeln und im Abonnement bezogen werden.



# Oelstrahlschalter mit Mehrfachunterbrechung für 123 - 735 kV

Durch Elementprüfung voll nachgewiesene Nennausschaltleistung  
Nachgewiesene Beherrschung des Abstandskurzschlusses  
Rückzündungsfreies Ausschalten leerlaufender Leitungen  
Geräuschloser Betrieb  
Sichere Isolation  
Bei Ausfall der Hilfsbetriebe voll schaltbar



Oelstrahlschalter mit Mehrfachunterbrechung  
Typ HPF 516 380-420 kV  
Anlage  
Kraftwerk Storfönnforsen der Kangede AB Schweden

N 0411



**Accum**

## Elektrische Raumheizungen für jeden Zweck

Accum baut seit Jahrzehnten elektrische Heizungen für Kirchen, Kindergärten, Schulhäuser, Säle, Berg-hotels, Wohn- und Ferienhäuser, Garagen, Kraftwerke, Unterstationen, Stellwerke, Pumpwerke, Baubarakken, Fabrikräume, Zugsheizung usw.

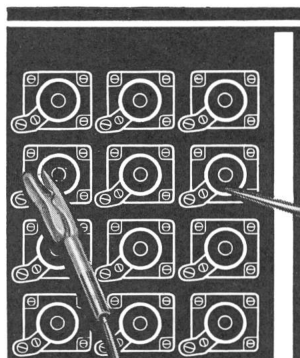


**Accum  
AG  
Gossau  
ZH**

## nicht mehr kurbeln...

ein Tastendruck genügt!

Zeitersparnis und Arbeitserleichterung bietet Ihnen dieses handliche, preiswerte Gerät mit aufladbarer Dauerbatterie. Meßbereiche: 0-50 M $\Omega$  (nach VDE 0100), 0-500  $\Omega$ , bis 1000 V ~



Isolationsmesser  
Type JM



**NEUBERGER**

Generalvertretung

J. Kastl

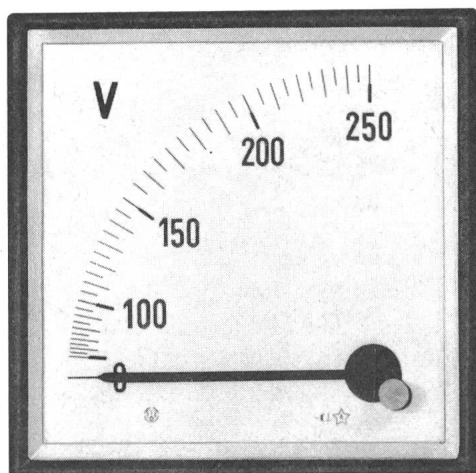
Dietikon ZH Tel. 051 88 85 88

## Neue Schalttafel-Instrumente

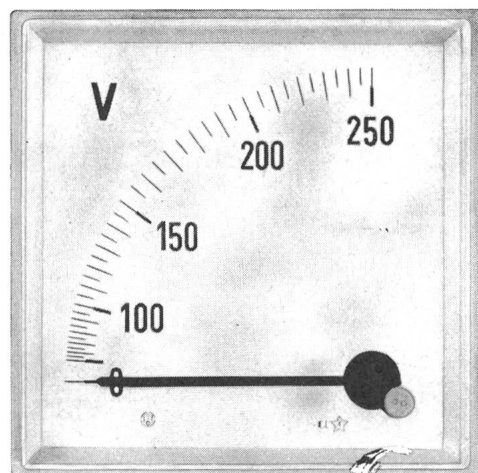
### Das neue Gesicht moderner Messinstrumente

#### Vorteile

Einfache Schalttafelmontage  
Einfacher Klemmanschluss  
Stoss- und Rüttelsicherheit  
Klare, übersichtliche Skala  
Grössere Skalenlänge



**Schmalrahmen**



**Vollssichtskala**

Vorläufig lieferbar  
in der Grösse 96 x 96 mm



**TRÜB, TÄUBER & CO. AG. - ZÜRICH**

Fabrik elektrischer Messinstrumente und wissenschaftlicher Apparate

Tel. 051 - 42 16 20

Ampèrestrasse 3