

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 58 (1967)
Heft: 12

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

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 09.01.2026

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

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Wahl der Schutzmassnahmen gegen Berührungsspannungen in Hausinstallationen

Bericht über die 31. Diskussionsversammlung des VSE vom 2. Juni 1966 in Zürich und vom 28. Sept. 1966 in Lausanne

Nullung gemäss Schema III, Übergang zum Schema II und anschliessend zum Schema I

von A. Bühlmann, Genf

621.316.311.62-78

Die Direktion des Elektrizitätswerkes Genf war bereits vor 1957 über die grosse Anzahl der zufällig unter Spannung gesetzten elektrischen Apparate besorgt. Bisher hatten sich noch keine schweren oder dramatischen Unfälle ereignet, doch wurden viele leichtere Zwischenfälle gemeldet.

Wie in vielen anderen Netzen unseres Landes wurde das Schema III angewendet.

Ohne eingehend auf sämtliche wohlbekannte Eigenarten des Schemas III einzutreten (Unterspannungsetzen des Apparategehäuses beim Nulleiterunterbruch) stellen wir fest, dass die Monteure über diese besonderen Umstände offensichtlich ungenügend informiert waren. Nicht selten suchte ein Reparatur hartnäckig einen vermeintlichen Isolationsfehler an einem Apparat, während die Störung einzig durch einen defekten Nulleiter verursacht wurde.

Man erkannte ebenfalls, dass eine vollkommene Trennung des Nulleiters grundsätzlich durch den Betriebsunterbruch des Apparates angekündigt werden sollte (speziell bei einphasigen Apparaten), was aber selten zutraf.

In den meisten Fällen war aber die Unterbrechung des Nulleiters unvollständig oder aussetzend. Der Benutzer konnte das fehlerhafte Funktionieren seines Gerätes, welches zeitweise auch wirklich gefährlich wurde, nicht unverzüglich erkennen.

Durch ihre an sich lobenswerte Absicht, die Abmessungen ihrer Apparate zu vermindern, waren die Hersteller von Sicherungskasten zu einer Beschränkung des für den Nulleitertrenner bestimmten Raumes veranlasst worden.

Die neuen Nulleitertrenner besaßen oft schlechte Kontakte, die sich erwärmten, wodurch die Schutzgehäuse oft verbrannten.

Der Anschluss des Schutzleiters war an solchen Trennern oft wenig zuverlässig.

Eine weitere beunruhigende Feststellung ergab sich in gewissen Räumen der Industriebetriebe und Garagen: nämlich die Brand- oder Explosionsgefahr, welche durch tragbare Werkzeuge mit einphasigen Zuleitungen von grösserer Länge eintreten konnte. Der normale Spannungsabfall im Nulleiter verursachte Spannungen von einigen Volt (7 bis 8 Volt) gegenüber der Erde am zu schützenden Werkzeug, die aber immerhin zur Funkenbildung und zur Entzündung leicht brennbarer Stoffe ausreichen.

Die oben erwähnten Feststellungen sowie weitere Betriebszwischenfälle (welche in Unfälle hätten ausarten können),

bewogen das Elektrizitätswerk, in bestimmten Fällen das Schema II zu benutzen.

Im Einverständnis mit dem Starkstrominspektorat wurde das Schema II ab Frühling 1958 in folgenden Fällen angewendet:

- Wohnräume mit Wasserleitungen (Badezimmer und Waschküchen in Wohnungen und Villen)
- Werkplätze
- Industrielle Anlagen in nassen oder mit leitenden oder ätzenden Substanzen getränkten Räumen
- Explosions- und brandgefährdete Räume wie Garagen, Tankstellen, usw.

Die teilweise Anwendung des Schemas II lieferte zwischen 1958 und 1961 folgende Ergebnisse:

Für Wohnungen, Mietshäuser und Villen ergaben sich keine Schwierigkeiten; die sehr geringfügige Kostenenerhöhung wurde von den Bauherren nicht beanstandet.

Auf den im Freien befindlichen Werkplätzen verfügten verschiedene Unternehmer über einen Vorrat vieradriger Kabel, die für ihre provisorischen Installationen bestimmt waren.

Es fiel nicht leicht, dieses oft ausgezeichnet erhaltene Material zu verschrotten.

Soweit dies möglich war, wurden die Empfänger mit 220 V über einen Trenntransformator 380/220 V gespeist.

In gewissen Fällen mussten wir die Installation eines separaten, die Speiseleitung begleitenden Schutzleiters zulassen.

Die industriellen und gewerblichen Anlagen bereiteten uns allerhand Schwierigkeiten und Unsicherheiten.

Die erste Unsicherheit tauchte anlässlich der Bestimmung des Gefährdungsgrades der auszurüstenden Räumlichkeiten auf. Mühselige Besprechungen zwischen gewissen Bauherren und deren Installateuren erforderten oft die Vermittlung der Kontrollstelle, ja sogar des kantonalen Sicherheitsamtes. Diese Auseinandersetzungen bezogen sich dabei auf Preisdifferenzen, welche keine Berücksichtigung verdienten.

Das Elektrizitätswerk Genf hatte den Elektrikern Anweisungen und Schematas für die verschiedensten Fälle zur Verfügung gestellt; diese Instruktionen schienen vollkommen ausreichend.

Eine weitere Schwierigkeit ergab sich allerdings nicht infolge der beschränkten Anwendung, sondern wegen der Struktur des Schemas II selber.

Bei den oft komplizierten industriellen und gewerblichen Anlagen wurde die Anwendung des Schemas II oft reichlich problematisch.

Dabei möchten wir darauf hinweisen, dass der Abschnitt Nr. 41.2 der HV und seine Schematas sich nur auf relativ einfache Installationen beziehen.

In einer bedeutenden und komplexen Installation können Bezeichnungen wie beispielsweise «Reihenhausleitung», «Hausleitung», «Bezügerleitung» verschiedenartig aufgefasst werden; die Notwendigkeit des Einsatzes eines zusätzlichen Schutzleiters ist nicht immer offensichtlich.

Zwischen den Installateuren, den Bauherren und den Installationsexperten (beratenden Ingenieuren) fanden nun wieder viele nutzlose Besprechungen statt, die sich hier ebenfalls auf ganz unwesentliche Preisdifferenzen bezogen, welche die Installationskosten nur geringfügig beeinflussen.

Dabei wurden wie immer, je nach der Ausführungsart der Arbeit gemäss Kostenvoranschlag oder Regie, recht verschiedenartige Ansichten vertreten. Diese Unklarheiten wurden durch die Aufnahme des Schemas I beseitigt. Nach den gemeinsam mit dem Eidg. Starkstrominspektorat durchgeführten Untersuchungen und Prüfungen entschloss sich das Elektrizitätswerk der Stadt Genf 1961 zur Einführung des Schemas I.

Seit März 1961 wurde das Schema I während einer Übergangsperiode benützt (Abschluss der laufenden Arbeiten, Wiederaufnahme von Projekten und Kostenvoranschlägen); die obligatorische Anwendung des Schemas I erfolgte ab 1. Januar 1962.

Das neue Schema, welches sich inzwischen bewährt hat, veranlasste weniger widersprüchliche Auslegungen und wurde ohne Schwierigkeiten angewendet.

Beachten wir ausserdem, dass in bedeutenden Anlagen, bei welchen mehrere Leiter in der gleichen (oder teilweise gleichen) Strecke verlaufen, ein einziger gemeinsamer Schutzleiter für sämtliche Leitungen vorgesehen werden kann, was die Installation vereinfacht (siehe HV 41 213).

In den Leitungen mit starkem Querschnitt beträgt der Mehrpreis des zusätzlichen isolierten Schutzleiters, im gleichen Rohr verlegt, ca. 15 bis 20 %.

In Einverständnis mit dem Starkstrominspektorat war es in einigen Fällen möglich, den (gemäss HV 41 213.3) berechneten Querschnitt des Schutzleiters zu verringern und zu diesem Zweck einen kleineren Querschnitt als die halbe Summe der Querschnitte der Polleiter zu wählen.

Andererseits darf man im Schema I einen gemeinsamen nackten Schutzleiter (HV 41 223) in der mehreren Hausleitungen gemeinsamen Strecke benutzen und in diesem Falle kann der Querschnitt des nackten Schutzleiters auf max. 50 mm² begrenzt werden. Sicherheitshalber darf dieser Querschnitt vergrössert werden, sofern starke Kurzschlussströme zu befürchten sind.

Diese letzterwähnte, dem Schema I zugebilligte Erleichterung, kann nennenswerte Einsparungen bewirken.

Die Einführung des Schemas I hat gewöhnlich keine finanziell begründete Opposition der Bauherren ausgelöst, abgesehen von Einzelfällen, bei welchen sich einige Installateure etwas massiv «sanieren» wollten.

Es wird allgemein angenommen, dass sich die durch die Einführung des Schemas I bewirkte Preiserhöhung der Installation bei Wohnräumen (Wohnungen, Villen) in der Grössenordnung von 3 % bewegt.

Bei grösseren Anlagen wird diese Verteuerung auch stärker ausfallen, insbesondere in Anbetracht der grossen Leitungen, aber wenn die Verteilung, wie wir es vorgehend erwähnten, sorgfältig geplant und die Benutzung eines gemeinsamen Schutzleiters ermöglicht wurde, so können die Kosten sogar erheblich gesenkt werden.

Eine sorgfältige Planung der Schalttafeln ermöglicht ebenfalls gewisse Preisreduktionen. Bietet der Einsatz der Anschlussklemmen manchmal Schwierigkeiten, so kann die Montage einer gemeinsamen Sammelschiene für den Anschluss der Schutzleiter die Abmessungen auf die für Schema III reduzieren.

In einigen Fällen kann die Erdschiene als Unterlage einzelner Klemmen und als Abgangserdung dienen.

In den Industrieanlagen werden äquipotentiale Schaltungen empfohlen; mit Ausnahme der Gasleitungen kann der Schutzleiter sowohl an Wasserleitungen (warm und kalt), Heizungen, Druckluftleitungen usw. angeschlossen werden.

Bei besonderen Anlagen, wie beispielsweise Laboratorien und bei der Benützung elektronischer Apparate, musste die Nullung selbst beim Schema I durch eine separate Erdung ersetzt werden.

Bei der Erweiterung älterer, nach Schema III ausgeführten Installationen, oder bei der Erstellung neuer Räumlichkeiten oder Anbauten darf das Schema I gemäss Zustimmung des Eidg. Starkstrominspektorates für die neuen Anlagen benutzt werden. Das mit dem Unterhalt betreute Personal muss aber über die unterschiedliche Benutzung der Steckvorrichtungen (mit oder ohne interner Verbindung zwischen Nulleiter- und Schutzleiterklemme) genau informiert werden.

Was die Konzessionsinhaber anbetrifft, konnten wir feststellen, dass die Schaltfehler bei den Steckvorrichtungen seit der Aufgabe des Schemas III fast vollständig verschwanden, während sie früher derart häufig waren, dass dem fehlbaren Installateur jedesmal eine Busse von Fr. 20.— auferlegt werden musste.

Ein zweifarbiges Leiter erweckt bestimmt die Aufmerksamkeit des Monteurs und erleichtert gleichzeitig die Arbeit der Kontrolleure.

Trotz einiger zusätzlicher Leiter und Anschlußstellen können wir heute im allgemeinen feststellen, dass die nach Schema I ausgeführten Installationen nicht schwieriger zu kontrollieren sind als die alten, nach Schema III errichteten Anlagen.

Die während der Übergangszeit eingetretene Überlastung der Kontrollabteilung des Elektrizitätswerkes Genf ist nicht — oder höchstens in geringem Masse — auf die Kontrolle der neuen Installationen gemäss Schema I zurückzuführen.

Diese Überlastung wurde durch die Kontrolle der Projekte verursacht, welche von Installateuren, Spezialisten (Heizung, Lüftung usw.) oder den beratenden Ingenieurfirmen eingereicht wurden. Einige Schalttafel-Hersteller — leider mehr Schlosser als Elektriker — konnten sich nur mit einiger Mühe anpassen.

Ausserdem sei noch daran erinnert, dass die Übernahme des Schemas I (oder des Schemas II) der künftigen Einführung der Fehlerstromrelais den Weg bereitet.

Die Benützung solcher in den nach Schema III erstellten Anlagen würde offensichtlich eine zusätzliche komplexe

Verdrahtung erfordern, welche sich oft schwer in die bestehenden Installationen einfügen liesse.

Adresse des Autors:

Auguste Bühlmann, Elektrotechniker, Ex-Abteilungschef, 4, chemin d'Iris, 1216 Cointrin.

Der Fehlerstromschutzschalter und seine Anwendung in Anlagen, die nach Schema I und III der Hausinstallationsvorschriften (HV) genullt sind

von Pierre Maurer, Lausanne

621.316.311.62-78

Im vorliegenden Artikel erläutert der Verfasser das Prinzip des Fehlerstromschutzschalters und zeigt, dass Fehlerstromschutzschalter in Anlagen nach Schema I vorteilhaft eingebaut werden können, jedoch in Anlagen nach Schema III unbrauchbar sind.

Die Redaktion

Die konventionellen elektrischen Anlagen können, trotz der üblichen Schutzmassnahmen, für die Benutzer gefährlich werden, insbesondere, wenn durch schadhafte Geräte ein Fehlerstrom durch die Schutzleiter, oder noch schlimmer, durch den Körper eines Menschen fliesst.

Je nach der Art des Fehlers und der Anlage kann es vorkommen, dass der entstehende Fehlerstrom zu niedrig bleibt, um die Sicherungen zum Schmelzen zu bringen. Dadurch können grosse Gefahren entstehen, denn die metallischen Gehäuse können dabei hohe Spannungen gegenüber Erde annehmen. Zur Vermeidung solcher Gefahren kann der Fehlerstromschutzschalter verwendet werden. Diese Vorrichtung, ursprünglich zum Schutz von Anlagen ohne Schutzleiter entwickelt, unterbricht die Energiezufuhr sofort nach dem Auftreten eines Fehlerstromes. In Fig. 1 ist ein Netz dargestellt, in welchem keiner der vier Leiter direkt geerdet ist. Sobald ein Fehlerstrom fliesst, bewirkt der Fehlerstromschutzschalter eine Unterbrechung der Speisung.

Nachstehend das Arbeitsprinzip der Vorrichtung: Die nach dem Fehlerstromschutzschalter angeschlossene Last kann man als Knotenpunkt betrachten, auf den der erste Kirchhoff'sche Lehrsatz anwendbar ist. Es ist sofort ersichtlich, dass man die folgende Gleichung aufstellen kann:

$$i_R + i_S + i_T + i_N = i_d$$

Der Fehlerstrom wird in dieser Gleichung mit i_d bezeichnet. Die im Relais auftretende Durchflutung wird:

$$\theta = N(i_R + i_S + i_T + i_N) = N i_d$$

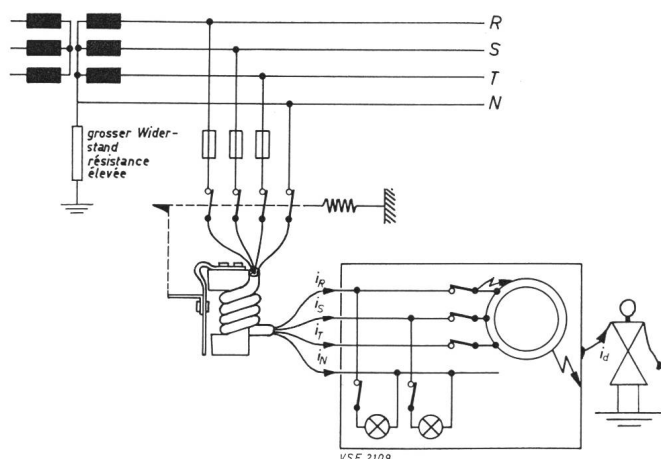


Fig. 1

Fehlerstromschutzschalter zum Schutz einer Anlage ohne Schutzleiter

Hierin bedeutet N die Windungszahl der Vierleiterwicklung.

Wenn der Fehlstrom einen bestimmten Wert erreicht, bewirkt das Relais eine Abschaltung sämtlicher Stromkreise in der zu schützenden Anlage.

Dieses Relais erfüllt in den Anlagen nach Schema I die ihm zugedachte Aufgabe vollkommen. Bei dieser Art von Anlagen unterscheidet man zwischen dem Nulleiter zur Aufnahme der homopolaren Drehstrom-Komponente und dem Schutzleiter, der stromlos bleiben soll, solange die Anlage in Ordnung ist (Fig. 2). Daraus folgt, dass ein Fehlerstrom sofort durch den Schutzleiter fliesst oder eventuell auch direkt zur Erde abfliesst. Wenn der abfliessende Strom einen eingestellten Wert überschreitet, unterbricht das Relais die Stromzufuhr sofort. Unabhängig von der Schadensart fliesst der Fehlerstrom durch den Schutzleiter oder über einen andern Weg ab, und die nachstehende Gleichung behält immer ihre Gültigkeit:

$$i_R + i_S + i_T + i_N = i_d$$

Hierin bedeutet i_d die Summe der Fehlerströme.

Folglich wird das Relais sofort ansprechen, wenn der Gesamtfehlerstrom i_d einen eingestellten Wert überschreitet. Hinzugefügt sei noch, dass eine Unterbrechung des Nulleiters keine Gefahren bringt; einzig die Geräte, welche zwischen einem Polleiter und dem Nulleiter angeschlossen sind, werden nicht oder nur schlecht funktionieren.

Im Folgenden sollen die Anlagen nach Schema III sowie die Verwendungsmöglichkeit von Fehlerstromschutzschaltern innerhalb derselben untersucht werden. Bei dieser Art von Anlagen macht man absichtlich keinen Unterschied zwischen dem Null- und dem Schutzleiter. Es ist leicht ersichtlich, dass

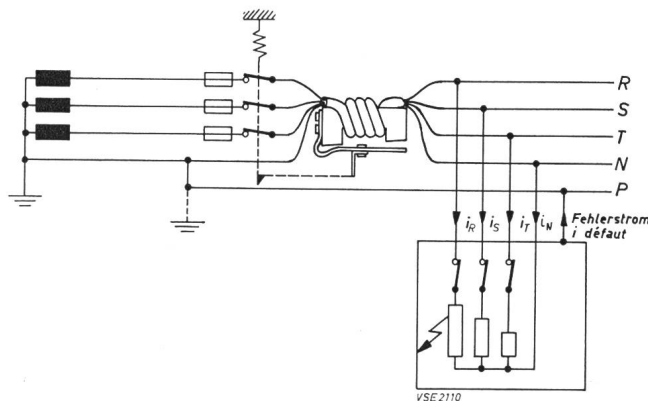


Fig. 2

Fehlerstromschutzschalter in einer Anlage mit an den Nullpunkt angeschlossenem, jedoch separat geführtem Schutzleiter (HV Schema I)

Es ist empfehlenswert, an der Abzweigstelle von Null- und Schutzleiter eine weitere Erdung vorzusehen. Das Relais spricht unabhängig vom Weg des Fehlerstromes an.

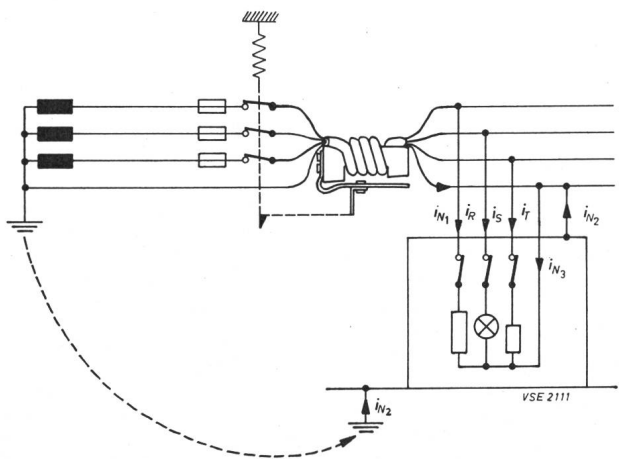


Fig. 3

Fehlerstromschutzschalter in einer Anlage nach Schema III, in der Null- und Schutzleiter identisch sind

Das Relais spricht sofort an, wenn ein genulltes Gehäuse mit der Erde in Berührung kommt, sogar wenn kein Schaden vorliegt.

das Relais die Stromzufuhr der Anlage unterbrechen kann, ohne dass dieselbe dazu unbedingt defekt sein muss. Solche Abschaltungen verursachen grossen Ärger.

Zu der Figur 3 kann man sofort schreiben:

$$\Theta = N(i_R + i_S + i_T + i_{N1})$$

Andererseits gilt:

$$i_{N3} = i_{N1} + i_{N2}$$

und, da die Anlage in Ordnung ist, wird:

$$i_R + i_S + i_T + i_{N3} = 0$$

Daraus erhält man:

$$\Theta = N(i_R + i_S + i_T + i_{N3} - i_{N2}) = -N i_{N2}$$

Man sieht, dass der Strom i_{N2} auf das Relais die gleichen Auswirkungen wie ein Fehlerstrom hat. Die Stromzufuhr wird unterbrochen, obwohl die gesamte Anlage in Ordnung ist.

Betrachten wir andererseits die Fig. 4, die ein defektes Gerät darstellt, dessen metallisches Gehäuse nicht mit der Erde

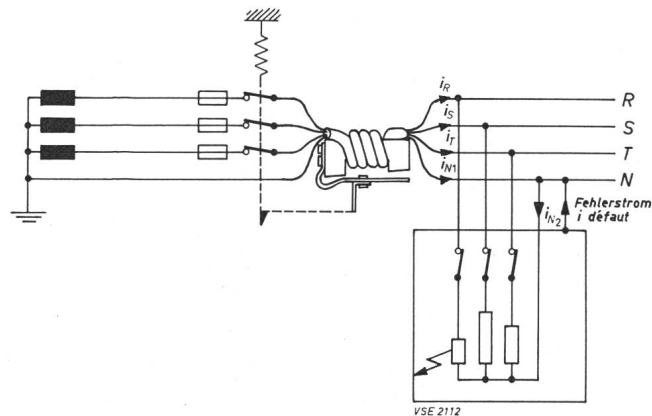


Fig. 4

Fehlerstromschutzschalter in einer Anlage nach Schema III

Bei einem Massenschluss spricht das Relais nicht an, da $(i_R + i_S + i_T + i_{N1}) = 0$.

verbunden ist. Das Metallgehäuse lässt den Fehlerstrom über den Nulleiter zurückfliessen. Somit bleibt er für das Fehlerstromrelais nicht feststellbar. Aus diesem Grunde kann letzteres in der Anlage unmöglich irgendeine Schutzwirkung ausüben, es sei denn, dass der Apparat mit einer Person in Berührung kommt und dadurch ein Strom zur Erde abfliesst, der das Relais zum Auslösen bringt.

Diese Betrachtungen zeigen, dass der Fehlerstromschutzschalter wirklich nur in Anlagen nach Schema I nutzbringend eingesetzt werden kann; zur Anwendung eines solchen Schalters ist es also absolut notwendig, dass die Anlagen nach Schema I ausgeführt sind. In Anlagen nach Schema III würde das Relais nur eine Störungsquelle sein, die durch alle mit ihren metallischen Gehäusen mit der Erde in Berührung stehenden Apparate Abschaltungen hervorrufen würde.

Adresse des Autors:

Pierre Maurer, Assistent beim Lehrstuhl für elektrische Anlagen an der Technischen Hochschule der Universität Lausanne, Chemin des Fleurettes 49, 1000 Lausanne.

Diskussion

Nachdem die Vorträge von Zürich und Lausanne über die Wahl der Schutzmassnahmen gegen Berührungsspannungen in Hausinstallationen sowie der Aufsatz von Herrn P. Maurer über den Fehlerstromschutzschalter und seine Anwendung in Anlagen

die nach Schema I und III der Hausinstallationsvorschriften (HV) genullt sind, nunmehr veröffentlicht sind, beginnen wir nachstehend mit dem Abdruck der Diskussionsbeiträge, wobei wir wiederum mit Zürich anfangen.

Die Redaktion

W. Frei, EW Bad Ragaz

Ich möchte noch auf einen Punkt aufmerksam machen, auf den heute nicht oder zu wenig aufmerksam gemacht wurde. Ob Sie Schema I oder Schema III anwenden, hat der Netzmittleiter von der Transformerstation bis zum Eingang der Anschlussicherung die gemeinsame Funktion des stromführenden Nulleiters und des Schutzleiters. Bei Überlandwerken, die lange Verteilungen haben, ist es nun sehr kritisch, wenn der Netzmittleiter einen relativ hohen Strom führt. Dadurch erhalten wir Spannungsabfälle im Netzmittleiter und damit an bestimmten Punkten des Netzes Potentiale gegen Erde, die unerwünscht sind. In Kenntnis dieser Erscheinungen ist es fast erschreckend, wie hoch die Leistungen gewisser einphasiger Apparate heute werden. Ich möchte sie hier aufrufen, über dieses Problem nachzudenken und die Anschlusswerte einphasiger Apparate nicht allzu hoch werden zu lassen, da speziell in Überlandwerken hohe Ausgleichströme im Netzmittleiter eine sehr gefährliche Rolle spielen.

Im weiteren möchte ich doch mein Erstaunen darüber ausdrücken, wie immer von den falsch angeschlossenen Steckdosen

geredet wird. Nach den Vorschriften sollen elektrische Installationen durch Fachpersonal ausgeführt werden. Es heisst dies, dass die Steckdosen von Fachleuten anzuschliessen sind. Heute reden wir als Fachleute davon, wie die Steckdosen von Laien angeschlossen werden sollen. Hier müssen wir dafür sorgen, dass dem Gesetz nachgelebt wird. Es ist etwas beschämend, wenn man hört, wieviele % der Lichtsteckdosen an gewissen Orten falsch angeschlossen sind. Wir instruieren unsere Lehrlinge von Anfang an eindeutig, geben ihnen die Gefahren bekannt, die im Schema III bei falschem Anschluss bestehen und haben das Glück, dass sogar die Lehrlinge bis heute keine Verwechslungen beim Anschluss der Steckdosen gemacht haben. Bei Installationsänderungen in bestehenden Anlagen sind unsere Leute verpflichtet, jede Steckdose im Hause nach beendeter Arbeit auf richtigen Anschluss zu prüfen. Mit den einfachen Hilfsmitteln, die uns heute zur Verfügung stehen, sollte das nicht eine allzugrosse Aufgabe sein.

Im Anschluss an den Vortrag von Herrn Obering. Homberger möchte ich auf den folgenden, für die Elektrizitätswerke wichtigen Punkt aufmerksam machen: Das energieliefernde Werk kann heute zwischen den drei Nullungsarten nach Schema I, II oder III auswählen. Im Text der heute gültigen Hausinstallationsvorschriften des SEV, Ausgabe 1960, sind die drei Nullungsarten als gleichwertig nebeneinander aufgeführt.

Nun haben aber sowohl die Erfahrung verschiedener Werke als auch das Referat von Herrn Oberingenieur Homberger gezeigt, dass die Nullung nach Schema III in sicherheitstechnischer Beziehung im Vergleich zu den andern Nullungsarten einige wesentlich ins Gewicht fallende Nachteile aufweist. Aus diesem Grunde sind wir nun auch in Basel daran, von der bisherigen Nullung nach Schema III auf Schema I umzustellen. Dabei sind wir aber trotz der geringen Mehrkosten der Nullung nach Schema I von Seite der Behörden auf Widerstand gestossen, weil die

SEV-Vorschriften die drei Nullungsarten als gleichwertig behandeln und die Nullung nach Schema I nicht ausdrücklich als die beste Nullungsart verlangt oder mindestens empfohlen wird.

Das Starkstrominspektorat vertritt sowohl nach dem heutigen Vortrag seines Oberingenieurs als auch nach anderen, früheren Äusserungen die begründete Auffassung, dass die Nullung nach Schema I die beste und sicherste Nullungsart ist. Da aber die Vorschriften seit 1960 noch auf dem damaligen Stand verblieben sind, sollte das Starkstrominspektorat für eine sofortige Anpassung der Vorschriften an den heutigen Stand der Technik und an die seit 1960 gemachten Erfahrungen sorgen. Ich möchte auch die Werkvertreter bitten, sich in der zuständigen Kommission dafür einzusetzen, dass nun nachgeholt wird, was 1960 versäumt wurde, nämlich eine eindeutige Empfehlung der Nullung nach Schema I durch die Hausinstallationsvorschriften des SEV.

F. Hofer, Chef der Installationsabteilung CKW, Luzern

Als Präsident des FK 200 erlaube ich mir, ergänzend zum Problem wie folgt Stellung zu nehmen:

Einmal geht es um die Frage, ob Isolationsmessungen durchzuführen sind oder nicht. Aus den Vorträgen vernahmen wir, dass diese bei Nullung nach Schema III grosse Schwierigkeiten bieten. In den HV sind die Isolationswerte, die eine elektrische Anlage aufweisen muss, angegeben. Nirgends ist aber vermerkt, ob gemessen werden muss. Herr Homberger wies in seinem Referat darauf hin, dass die Installationen durch atmosphärische Entladungen zerstört werden können, was das Auftreten von gefährlichen Erdschlüssen ermöglicht, ohne dass die Sicherungen ansprechen. Im Reglement des Eidg. Starkstrominspektorates über die Hausinstallationskontrolle ist die Durchführung der Messungen verankert. Es bleibt daher sehr fraglich, ob sich die Leitung einer Kontrollinstanz entschliessen könnte, beispielsweise schriftlich eine Weisung herauszugeben, wonach der Isolationswiderstand nicht mehr zu messen sei. Daher drängt sich der Übergang auf ein System auf, das die Durchführung der Messungen in einfacher Weise gestattet, nämlich die Nullung nach Schema I.

In bezug auf die Mehrkosten der elektrischen Installationen bei Anwendung der Nullung nach Schema I, hat Herr Accola, Chur, doch etwas zu hoch gegriffen. Er sprach von 20 %. Ich glaube aber kaum, dass heute Kochherde und Boiler noch an

220 Volt angeschlossen werden. Bei 380-Volt-Verbrauchern entstehen beim Übergang auf Schema I keine Mehrkosten. Letztere dürften, allgemein gesehen, ungefähr bei 5 % liegen.

Herr Grossen gibt zu, dass beim Schutzsystem nach Schema III die Durchführung der Isolationsmessung schwierig ist. Ich glaube aber kaum, dass man sich über die bestehenden Vorschriften hinwegsetzen kann. Auf weite Sicht gesehen müssen wir bestrebt sein, unseren Abonnenten mit der grösstmöglichen Schutzmassnahme zu dienen. Auch im Strassenverkehr strengt man sich an, Unfälle nach Möglichkeit zu verhüten. Die Gaswerke tun mit der Entgiftung des Gases dasselbe. Entsprechend der Anwendung der Elektrizität entstehen verhältnismässig wenig Unfälle. Dies darf uns aber nicht hindern, trotzdem als Schutzmassnahme das Beste zu wählen.

Die Einführung der Nullung nach Schema I bezieht sich nur auf Neubauten. In bestehenden Liegenschaften wäre die Umstellung zum grössten Teil nicht möglich. Das Schutzsystem nach Schema III darf man sicher ebenfalls als gut bezeichnen. Eine Diskriminierung wäre daher fehl am Platze. Das CEI hat in Athen einen hellblauen Nulleiter vorgeschlagen. In internationaler Sicht sollten wir den stromführenden Nulleiter unbedingt vom Schutzleiter trennen, um spätern Schwierigkeiten auszuweichen. Jeder muss selbst entscheiden, welchem Schutzsystem der Vorzug zu geben ist.

H. Hess, Chef der Installationsabteilung der EKZ, Zürich

Im Jahre 1925 behandelte die SEV/VSE-Kommission für die Revision der Bundesvorschriften, Gruppe c (Hausinstallationen), die verschiedenen Nullungsarten, d. h. die Systeme I, II, III und IV. Die Systeme I, II und III sind bekannt, und noch heute kann das energieliefernde Werk bestimmen, nach welchem Schema in seinem Versorgungsgebiet zu nullen ist. Die Nullung nach Schema IV hätte im ortsfesten und im ortsveränderlichen Installationsstil der Nullung nach Schema III entsprechen, wobei der stromführende Nulleiter also auch in der ortsveränderlichen Leitung als Schutzleiter mitbenutzt worden wäre unter Verwendung einer unvertauschbaren Steckverbindung. Die Nullung Schema IV wurde damals wegen der Möglichkeit von Nulleiterunterbrüchen als zu gefährlich betrachtet und einstimmig ausgeschieden. Ein Teil der Kommission war der Auffassung, dass auch das System III Gefahrenmomente in sich schliesse. Herr E. Baumann, Dir. des EW der Stadt Bern, war der Auffassung, dass man das System III wie IV verbieten und die Mehrkosten für die Systeme I oder II nicht scheuen sollte. Aus finanziellen Überlegungen drangen diese Stimmen damals leider nicht durch, und seither wurden alle drei Nullungsarten in den Hausinstallationsvorschriften des SEV (HV) gleich gewertet.

Im Jahre 1930 wurde bei den EKZ die Einführung der Normalspannung $3 \times 380/220$ V und der Nullung beschlossen. Um die Umbaukosten bestehender Anlagen tief zu halten, wurde die Nullung nach Schema III gewählt. Diese Nullungsart konnte damals mit mehr oder weniger gutem Gewissen gerechtfertigt wer-

den, da die Verbreitung erdungspflichtiger Apparate vor allem im Haushalt, Gewerbe und in der Landwirtschaft gegenüber heute sehr gering war. Hauptsächlich nach dem zweiten Weltkrieg kamen immer mehr erdungspflichtige Energieverbraucher zur Anwendung, und im Jahre 1953 wurden die neuen Steckvorrichtungen 2P+E, 250 V, 10 A eingeführt. Mit den neuen Netzsteckdosen Typ 12, 13 und mit dem Übergangsmodell Typ 14 kommt man mit der Zeit vom sogenannten Raumerdungssystem auf das Apparaterdungssystem. Diese neuen Steckdosen haben bei der Nullung nach Schema III den Nachteil, dass der Schutzleiterkontakt durch eine teilweise schlecht sichtbar eingebaute Brücke mit dem Nulleiterkontakt verbunden ist. Anlässlich der Installationskontrollen wurden daher auch sehr oft unter Spannung stehende Schutzleiterkontakte infolge Pol und Nulleiterverwechslungen festgestellt. Diese Leiterverwechslungen und vor allem die bekannte grosse Unfallgefahr bei einem Nulleiterunterbruch veranlassten die EKZ im Februar 1957, für Neuanlagen und Erweiterungen die Nullung nach Schema I vorzuschreiben, obwohl wir die Nullungsbedingungen im Netz seit jeher strikte eingehalten haben. Diese Umstellung bereitete weder uns noch dem privaten Installationsgewerbe irgendwelche Schwierigkeiten.

Die Installationen werden bei uns im Sinne der Figur 1 der HV ausgeführt und der Schutzleiter entsprechend den HV-Ziffern 41 224.2 und 41 225.3 mit einem Leiter von mindestens 16 mm² Querschnitt mit der metallenen Hauswasserleitung in der Nähe der Eintrittsstelle verbunden. Der Anschluss an den Schutzleiter hat vor dem Nulleitertrenner der Anschlussicherung

oder, wenn der Querschnitt des Schutzleiters der Hausleitung mindestens 16 mm² aufweist, an einer Abzweigdose der Hausleitung zu erfolgen. Damit das Kontrollpersonal bei der Isolationsmessung keine Nulleiter losklemmen muss, dürfen bei uns nur Nulleitertrenner verwendet werden. Die «lösbaren Nulleiterverbindungen» gemäss der HV-Ziffer 9 114 werden bei uns nicht zugelassen.

Die hauptsächlichsten Vorteile der Nullung nach Schema I gegenüber dem Schema III sind die erhöhte Personensicherheit und die für die kontrollpflichtigen Unternehmungen finanziell ins Gewicht fallende einfachere und in kürzester Zeit durchführbare Isolationsmessung. Da die Nulleiterverbindungen an den genullten Objekten nicht mehr gelöst werden müssen, hat der Kontrolleur lediglich die in Betracht kommenden Überstromunterbrecher mit den zugehörigen Nulleitertrennern zu lösen und die Isolation der Pol- und Nulleiter zusammen mit den ein-

geschalteten Verbrauchern gegen Erde zu messen. Zudem hat die Nullung nach Schema I gleich wie die Schutzerdung den grossen Vorteil, dass ohne Änderungen an den Hausinstallationen die heute in einwandfreier Qualität erhältlichen Fehlerstromschutzschalter eingebaut werden können.

Von den Verfechtern der Nullung Schema III werden hauptsächlich die Mehrkosten der Nullung Schema I ins Feld geführt. Diese sind aber gemessen an den Vorteilen, die uns das Schema I bietet, unbedeutend. Kostenvergleiche, die wir im Jahre 1956 und 1966 für Installationen in vollelektrifizierten Wohnbauten (ohne gelieferte Energieverbraucher) anstellten, ergaben Mehrkosten von 2,8 bis 3,4 %. Wirkliche Nachteile der Nullung Schema I gegenüber dem Schema III sind uns keine bekannt, und wir bedauern nur, dass wir nicht schon einige Jahre früher, d. h. mindestens mit der Einführung der neuen Netzsteckdosen im Jahre 1953, auf die bessere Nullungsart übergegangen sind.

N. Steiner, Elektra Birseck, Münchenstein

Das grosse Interesse, welches die Themen der heutigen Diskussionsversammlung bei den Fachleuten der EW gefunden hat, beweist, dass diesen die Frage der geeigneten Schutzmassnahmen sehr am Herzen liegt und dass vielerorts noch nach überzeugenden Richtlinien in der Anwendung der verschiedenen Schutzmöglichkeiten gesucht wird. Bevor ich Ihnen erläutere, welches unsere Gedanken über dieses Thema sind, gestatten Sie mir, Ihnen die Elektra Birseck kurz vorzustellen:

Die EBM liefert in 50 politischen Gemeinden des unteren Teils des Baselbietes, des Solothurner- und Berner Juras sowie in 12 Gemeinden des angrenzenden elsässischen Gebietes an 58 000 Bezüger jährlich rund 550 Mio kWh elektrische Energie.

Im Niederspannungsverteilnetz wird bei uns zur Zeit als Schutzmassnahme die Nullung nach Schema III angewendet. Der Nulleiter wird bei der Hauseinführung mit der Wasserleitung verbunden. Zu Versuchszwecken haben wir in 6 neu angeschlossenen Bauernhöfen F I-Schutzschalter installiert.

Eine vor 3 Jahren bei Architekten, Installateuren, Betriebsinhabern und Werken durchgeführte Rundfrage, ob die Einführung der Nullung nach Schema I opportun wäre, ergab folgendes Resultat: Die Architekten, Installateure und Besitzer kleinerer Unternehmungen befürchteten eine Verteuerung der Anlagen und lehnten den Vorschlag ab. Die Nullung nach Schema III hatte bis zu jenem Zeitpunkt für die Angefragten keine negativen Aspekte gezeigt, sodass sie keine Veranlassung hatten, den Übergang auf Schema I zu beantragen. Mehrere angefragte EW kamen zu ähnlichen Schlüssen.

Anders war die Reaktion der verantwortlichen Leute grösserer Industriebetriebe: Sie anerkannten den grösseren Schutz, den die Nullung nach Schema I bietet und waren sich bewusst, dass beim Auftreten eines elektrischen Unfalles im Betrieb die Frage nach der Verantwortung und nach den Massnahmen für eine möglichst umfassende Sicherheit gestellt würde. Die Einführung der Nullung Schema I wurde von ihnen befürwortet.

Wir sind — wie Sie alle hier — auch der Meinung, dass die Frage über die Art der Schutzmassnahmen nicht nach dem Resultat einer Abstimmung unter den Bezügern zu entscheiden, sondern nach den gemachten Erfahrungen und nach möglichst objektiven Gesichtspunkten zu beantworten ist.

Wenn wir nach dieser Umfrage darauf verzichteten, sofort auf Schema I umzustellen, so sind wir heute noch damit beschäftigt, den Übergang vorzubereiten. Dabei streben wir eine regionale Lösung zusammen mit unseren Nachbarwerken, der Elektra BL und dem EWB an.

Die Gründe, die uns zum Übergang auf Schema I bewegen, sind im grossen ganzen dieselben, wie sie Herr Hofer von den CKW bereits dargelegt hat, nämlich eine Verbesserung des Personenschutzes einerseits und andererseits die Möglichkeit der rascheren Durchführung von periodischen Kontrollen. Unsere Erfahrungen mit der Nullung nach Schema III sind auf den ersten Blick gesehen nicht ungünstig. Unfälle treten relativ selten auf, Nulleiterunterbrüche blieben bisher ohne derartige Folgen wie sie Herr Meier vom EWZ erlebt hat.

Trotzdem möchten wir nicht erst unter dem Zwang solcher Ereignisse einen umfassenderen Personenschutz (wie er mit der

Nullung nach Schema I zweifellos erreicht wird) einführen müssen.

Meine vorherige Bemerkung, dass unsere Erfahrungen mit der Nullung Schema III auf den ersten Blick gesehen nicht ungünstig wären, lässt aber darauf schliessen, dass gewisse Vorkommnisse uns doch an der Wirksamkeit unserer Nullung zweifeln lassen. In den letzten 3—4 Jahren hatten wir in unserem Gebiet einige tödliche Unfälle auf die ich hier kurz eintreten möchte:

Ein Nichtfachmann installierte an einem Arbeitsplatz im Freien mit einer primitiv eingerichteten provisorischen elektr. Anschlußstelle eine zusätzliche Steckdose und schloss dabei den Polleiter am Schutzkontakt an. Er selbst verunglückte mit einer Bohrmaschine an der von ihm montierten Steckdose tödlich.

Beim Tapezieren seines Wohnzimmers verunglückte ein Mann tödlich, als er an einer Steckdose den Deckel löste, dabei mit dem Zeigfinger der linken Hand den unter Spannung stehenden Steckkontakt und gleichzeitig mit dem nackten Oberarm die noch feuchte Wand berührte.

Der in einem Prüflokal beschäftigte Angestellte kam ums Leben, weil er vergessen hatte, vor den Reinigungsarbeiten hinter dem Prüfstand den Hauptschalter auszuschalten.

Ein Landwirt berührte beim Ausschrauben eines Schraub-Steckkontaktes das unter Spannung stehende Fassungsgebinde und war sofort tot.

Eine schwangere Frau hatte eine Totgeburt, nachdem sie einen unter Spannung stehenden Kontaktteil eines Schalters mit fehlender Abdeckung berührte.

Alle diesen schweren Unfälle, — es sind die einzigen mit tödlichem Ausgang oder mit tödlicher Nebenwirkung in den vergangenen 3 Jahren in unserem Gebiet —, wären auch mit der Nullung nach Schema I nicht zu verhindern gewesen. Ich möchte damit sagen, dass auch die Nullung nach Schema I kein Allheilmittel darstellt und die ständige Unfallgefahr nicht ganz zu bannen vermag. Wir Fachleute müssen zusätzlich weitere Schutzmassnahmen prüfen und anwenden und die Sicherheit ausbauen. Die Nullung Schema I wird nur ein Schritt in dieser Richtung sein. Die nach dieser Art ausgeführte Installation gestattet es uns, z. B. später ohne Schwierigkeiten wirksame und erprobte Fehlerstrom-Schutzschalter einbauen zu können. Die von mir aufgezählten Unfälle wären mit grösster Wahrscheinlichkeit ohne die schlimmen Folgen geblieben, wenn die Fehlerströme kurzzeitig abgeschaltet worden wären. Auch eine immer wiederkehrende Aufklärung unserer Bezüger über die Gefahren des elektrischen Stromes könnte manchen von Manipulationen an elektrischen Anlagen abhalten.

Von wesentlicher Bedeutung scheint uns auch zu sein, alle leitfähigen Bauteile und Installationen eines Gebäudes metallisch miteinander zu verbinden und auf diese Art einen Potentialausgleich zu erreichen. In einer grösseren Anlage sind wir auf einen Erdschlußstrom von ca. 100 A gestossen, der seit längerer Zeit vorhanden gewesen sein muss. Auch mit der täglich auftretenden Belastung zusammen vermochte er die vorgeschaltete Sicherung nicht zum Durchschmelzen zu bringen. Bei der Entdeckung dieses Falles erzählte mir der Fabrikelektriker, dass auf unerklärliche

Art und Weise die metallene Verbindungsleitung zwischen einem Motor einer grossen Maschine und dem dazugehörenden Anlasser, der an einer eisernen Tragsäule befestigt war, derart heiss geworden sei, dass die Leitung zerstört wurde. Dabei seien doch der Motor wie auch der Anlasser in einwandfreiem Zustand gewesen! Ein Wunder, dass in dieser Anlage kein Unfall entstanden und kein Brand ausgebrochen ist. Eine Ausgleichsleitung hätte diesem Erdschlußstrom ein baldiges Ende bereitet.

Als Ansatz in dieser Richtung betrachten wir die von uns verlangte Verbindung vom Nulleitereingang der Anschluss-Sicherung auf die Wasserleitung mit Anschluss bei der Einführung. Diese Leitung ist auch dann zu erstellen, wenn die Hauswasserzuleitung bis kurz vors Haus aus nichtleitendem Material besteht. Von dieser Massnahme erwarten wir eine nochmalige Verbesserung der Nullungsverhältnisse und erreichen zugleich damit, dass bei einem Nulleiterunterbruch im Netz kein gefährliches Spannungsgefälle zwischen dem Schutzleiter der Anlage und der Wasserleitung entsteht. Dabei sind wir uns bewusst, dass die gesamten Installationen unter Umständen ein recht ansehnliches Potential annehmen können.

Die Mehrkosten für eine Installation nach Schema I errechneten wir zu 3—4,5 %. Wir sind der Ansicht, dass diese Kosten — auf das gesamte Bauvolumen bezogen — unbedeutend sind und durch eine geschickte Bauweise, teilweise auch durch ein

Zugeständnis an den bei uns so sehr gepflegten Perfektionismus in der Bauausführung aufgefangen werden können. Die von den Installateuren z. Z. offerierten Abgebote übersteigen in jedem Fall den erwähnten Prozentsatz.

Kostenmindernd würde auch eine einheitliche schweizerische Lösung der Schutzmassnahmen wirken. Es sollte nicht der Fall sein, dass eine Installationsfirma, welche bei verschiedenen EW konzessioniert ist, auch ebensoviele verschiedene Schutzmassnahmen installieren muss. Die Möglichkeit der Fehlerquellen ist zu gross. Aus diesem Grunde werden wir in der Region Basel zusammen mit dem EW Basel und wenn möglich auch mit der Elektra BL die Nullung nach Schema I in absehbarer Zeit gleichzeitig einführen.

Zusammenfassend möchte ich sagen, dass der Übergang von der Nullung Schema III auf die Nullung Schema I wohl gewisse Verbesserungen mit sich bringt, dass damit allein aber das Schutzproblem noch nicht gelöst ist. Der Schritt soll dann gemacht werden, wenn man gewillt ist, den Gedanken des Ausbaues der Sicherheit kosequent weiter zu verfolgen und mit der Nullung Schema I zusammen die weiteren uns zur Verfügung stehenden Schutzeinrichtungen einzusetzen. Der Mehraufwand lässt sich erst dann rechtfertigen, wenn alles getan wird, Menschen vor den Gefahren des elektrischen Stromes zu schützen. Und dies, meine Herren, ist eine unserer wichtigsten Aufgaben.

R. Jenny, Elektrizitätswerk Muri (AG)

Ich habe festgestellt, dass den Gegnern der Nullung nach Schema I immer die Verteuerung als Hauptargument ins Feld führen. Ich möchte deshalb die zuständigen Herren vom Starkstrominspektorat anfragen, ob die Anzahl Leiter in den Rohren nicht erhöht werden könnte. Wenn dies abgeklärt und bewilligt würde, wäre die von den Gegnern berechnete Verteuerung von 5 % illusorisch. In der Praxis wäre es beispielsweise möglich in 9 mm Rohren 4—5 Leiter von 1,5 mm² Querschnitt einzuziehen. Nach Vorschrift dürfen aber nur 2 Leiter eingezoogen werden.

W. M. Johner, Starkstrominspektorat, Zürich

Zu diesen Äusserungen möchte ich sagen, dass noch eine Möglichkeit durch vermehrtes Anschliessen von Verbrauchern an 380 Volt besteht. Damit kann man die Installationen auch verbilligen, zudem gehen die Verluste und der Spannungsabfall zurück. Wenn man hier rechnen würde, käme man auf günstigere Verhältnisse. Zu den Isolationsmessungen möchte ich erwähnen, dass diese in 500 und 380 Volt-Drehstrom-Anlagen ohne Nulleiter anstandslos durchgeführt werden können. Bei den 220 Volt-Leitungen der nach Schema III genullten Anlagen werden die Isolationswiderstände von den Gruppensicherungen weg gemessen. Zum Messen der Zuleitungen zu den Gruppensicherungstafeln sind alle Sicherungen dieser Tafeln herauszunehmen, was oft ziemlich viel Zeit erfordert. Demgegenüber hat das Schema I in messtechnischer Hinsicht einen grossen Vorteil der Vereinfachung, der darin besteht, dass man den Isolationswiderstand der gesamten Anlage direkt von den Hauptsicherungen weg messen kann.

P. Missland, Dir. EW Obwalden

Wir haben uns definitiv entschlossen, die Nullung nach Schema I einzuführen. Unser Netz erstreckt sich zwischen Höhenlagen von 400 und 2000 m, dies als allgemeine Orientierung. Aus dem Votum von Herrn Johner vom St. I. möchte ich zwei Punkte aufgreifen. Erstens: das Herausnehmen der Sicherungen genügt in einem 380-V- oder 500-V-Netz ohne Nulleiter für die Isolationsmessung.

Zweitens: In unseren normalen Hausinstallationen mit 3×380/220 V lässt sich das Problem der Isolationsmessung einzelner Gruppenleitungen durch Herausrauben der Sicherungen, auch bei Nullung nach Schema I, nicht bewältigen. Die Nulleitertrenner müssen bei der Isolationsmessung einzelner Gruppen gelöst werden, ob es sich um Nullung gemäss Schema I oder

Zum Thema Verwechslungen der Leiter nach Nullung Schema III möchte ich folgendes beifügen:

Ich bin der Meinung, wenn die Statistiken richtig nachgeführt würden, oder besser gesagt, wenn die Kontrolleure jede Steckdose, die unrichtig angeschlossen ist, melden würden, entstünde ein anderes Bild. In Zürich habe ich bei meiner Tätigkeit feststellen können, dass ca. jede 15te Steckdose verkehrt angeschlossen war (Kühlschrankskontrolle).

Da bei 380/220 Volt-Anlagen, die nach Schema I genullt sind, für die 380 V-Drehstromleitungen auch dann fünf Leiter verlegt werden müssen, wenn als 220 Volt-Verbraucher nur einige kleine Signallämpchen oder Steuerleitungen angeschlossen sind, kann man in solchen Fällen für die 220 Volt-Speisung einen Beleuchtungs-, Signal- oder Steuertransformator 380/220 Volt an zwei 380 Volt-Polleiter anschliessen und den stromführenden Nulleiter der erwähnten Fünfleiter-Hauptleitung weglassen. 220 V-Signallämpchen können auch mit einem passenden Vorschaltwiderstand an zwei 380 V-Polleiter der dann nur 4 Leiter aufweisenden Drehstromleitung angeschlossen werden. Eine weitere Verbilligung von nach Schema I zu nullenden Installationen kann man dadurch erreichen, dass man metallene 220 V-Belichtungskörper wie z. B. Metallalarmlampen von Maschinen unter Weglassung des Schutzleiters mit einem blanken Kupferdraht von mindestens 6 mm² Querschnitt mit dem Eisengestell der zugehörigen Maschine verbindet. Die Sicherheit gegen Elektrisieren ist so unter Umständen noch grösser, als bei der Verwendung eines dünnadrätigen Schutzleiters.

Schema III handelt. Bei Nullung nach Schema III sind allerdings zusätzlich noch alle Nulleiterverbindungen an den Apparaten zu lösen. Die Nullung nach Schema I bringt dagegen, wie Herr Johner ausführte, eine grosse Erleichterung, wenn eine Isolationsmessung der gesamten Installation vorgenommen werden soll, was angängig ist, wenn alle Gruppen annähernd gleich gut isoliert sind. In unserem Netz mit viel Landwirtschaft werden meist aber die Stall-Leitungen wesentlich schlechtere Werte aufweisen. Durch die Gesamtmessung geht in solchen Fällen die Übersicht über den Isolationszustand der einzelnen Anlageteile verloren. Im Übrigen begrüsse ich die klare Stellungnahme des St. I. besonders hinsichtlich der Isolationsmessungen.

Bei der Einführung von Fehlerstromschutzschaltern bestehen wohl noch einige Bedenken. Diese Schalter sind jedoch mit einer Taste ausgestaltet, welche mechanisch praktisch eine 100 %ige und elektrisch mindestens eine teilweise Kontrolle erlaubt.

Es ist verschiedentlich darauf hingewiesen worden, dass die Frage «Nullung nach Schema I oder III» weit mehr ein menschlich-moralisches, als ein kommerzielles Problem sei. Diese Auf-

fassung scheint mir vollkommen richtig zu sein. Diejenigen Herren, welche glauben, der Aufwand für Schema I lasse sich finanziell nicht rechtfertigen, werden ihre Ansicht rasch ändern, wenn sie durch einen Elektrounfall, der auf Mängel der Nullung Schema III zurückzuführen ist, direkt betroffen werden, sei es als verantwortlicher Leiter eines Unternehmens, sei es, dass eigene Angehörige oder nahe Bekannte zu Schaden kommen.

E. Homberger, Obering. des Starkstrominspektorates, Zürich

Der bisherigen Diskussion habe ich entnehmen können, dass Sie von mir eine eindeutige Stellungnahme bezüglich der Wahl der Nullungsart erwarten. Indessen muss ich darauf hinweisen, dass nach den Bestimmungen der Hausinstallations-Vorschriften des SEV die drei Nullungsarten, die Schutzerdung und die Fehlerstromschutzschaltung als gleichwertig betrachtet werden. Es geht deshalb nicht an, dass das Starkstrominspektorat die Anwendung einer bestimmten der erwähnten Schutzarten vorschreibt, ausgenommen wenn besondere Verhältnisse vorliegen, so z. B. in Fabrikanlagen mit vielen explosionsgefährdeten Räumen, an Orten, wo extrem viele elektronische Apparate verwendet werden usw. Immerhin haben Sie meinen Ausführungen entnehmen können, dass die Nullung nach Schema I der HV verschiedene sicherheitstechnische Vorteile aufweist. Ich glaube auch feststellen zu können, dass diese Vorteile nicht angezweifelt werden. Die Diskussion geht eher darum, ob die Kosten gerechtfertigt seien, von der bisher vorwiegend angewendeten Nullung nach Schema III auf Schema I überzugehen. Mit gewissem Recht können nämlich viele Elektrizitätswerke nachweisen, dass die Nullung nach Schema III zu keinen Schwierigkeiten Anlass gegeben hat. Diesbezüglich möchte ich allerdings erwähnen, dass die Gesamtzahl der Elektrounfälle relativ klein und davon der Anteil der Unfälle, die durch Versagen des Schutzsystems verursacht wurden, naturgemäss noch bedeutend geringer ist. Die einzelnen Elektrizitätswerke können deshalb nicht ohne weiteres einen Überblick über die Güte einer bestimmten Schutzart gewinnen.

Es ist eine Tatsache, dass in Anlagen, die nach Schema III genullt sind, hin und wieder Unfälle durch Nulleiterunterbrüche auftreten. Weit häufiger sind aber Unfälle, die auf Verwechslungen der Null- und Polleiteranschlüsse zurückzuführen sind. Die Hauptursache solcher Verwechslungen besteht nach meiner Ansicht darin, dass bei Nullung nach Schema III nur einfarbige Leiter zur Verfügung stehen. Würde der zur Stromführung und gleichzeitig zur Nullung dienende Nulleiter zweifarbig verlangt, wäre eine Abnahme der Verwechslungen zu erwarten. Es zeigt sich nämlich, dass in den nach Nullung Schema I ausgeführten Anlagen Schutzleiter-Polleiter Verwechslungen praktisch nicht vorkommen. Im weiteren geben in den nach Schema III genullten Netzen die Steckdosen mit fest eingebauten Brücken zwischen Schutz- und Nulleiter-Anschlussstelle immer wieder zu Unfällen Anlass.

Auf die Frage von Herrn Troller, EW Basel, ob man die Nullung nach Schema I nicht zur Vorschrift erheben könnte, möchte ich feststellen, dass hierüber zuerst im Fachkollegium 200 des CES ein Beschluss gefasst werden sollte. Solange nicht von einer Gemeingefährlichkeit gesprochen werden kann, könnte das Starkstrominspektorat jedenfalls keine entsprechende Weisung erlassen. Im übrigen ist darauf hinzuweisen, dass auch in den Netzgebieten, wo die Nullung nach Schema I bereits für neue Installationen eingeführt ist, es noch während Jahrzehnten nach Schema III genullte Anlagen geben wird.

Ich bin im übrigen etwas erstaunt, dass gegenwärtig vorwiegend die städtischen Elektrizitätswerke sich für die Nullung nach Schema I einsetzen und die Überlandnetze in dieser Angelegenheit eher Zurückhaltung üben. Es ist nämlich eine Tatsache, dass heute auf dem Lande mehr als 50 % nicht leitende Wasserleitungsrohre verlegt werden. Früher oder später werden also die Nullungsbedingungen nicht mehr eingehalten werden können so dass die Gefahr von Berührungsspannungen in genullten Anlagen zunimmt. Die Gefahr ist besonders gross bei Nulleiterunterbrüchen, die ja bekanntlich bei Naßschneefällen immer wieder auftreten. Ist eine gut leitende Wasserleitung vorhanden, so bildet diese noch einen Nebenpfad zum Nulleiter, sodass meistens nicht die vollen Spannungen auf die genullten Geräte übertragen werden. Fehlt hingegen die metallene Wasserleitung,

so kann das Auftreten von Berührungsspannungen am besten durch Fehlerstromschutzschalter vermieden werden. Der Einbau von solchen Schaltern ist nun aber nur möglich, wenn ein vollständig vom Nulleiter getrennt geführter Schutzleiter, also gemäss Nullung nach Schema I, vorhanden ist.

Bei der Diskussion solcher Probleme sollte auch die internationale Entwicklung etwas berücksichtigt werden. Diesbezüglich ist festzustellen, dass im Ausland der separat geführte Schutzleiter sehr gefördert wird. Der Umstand, dass in vielen Ländern die durchgehend verbundenen metallenen Wasserleitungen nicht zur Verfügung stehen und deshalb Unfälle durch Versagen der Nullung häufiger sind, mag dort die Einführung von Fehlerstromschutzschaltern und dadurch indirekt der Nullung nach Schema I gefördert haben.

Bezüglich der Isolationsmessung möchte ich erwähnen, dass diese sowohl bei der Abnahmekontrolle als auch bei der periodischen Kontrolle von Hausinstallationen vorgeschrieben ist. Von verschiedener Seite wurde schon die Frage gestellt, ob solche Messungen heute noch sinnvoll sind. Hiezu möchte ich folgendes bemerken:

Erfahrungsgemäss werden sowohl bei der Abnahmekontrolle als auch bei der periodischen Kontrolle ungenügende Isolationswerte festgestellt. Wenn auch dank der heute verwendeten besseren Isolationsmaterialien Isolationsdefekte seltener werden, ist doch zu berücksichtigen, dass ausserordentliche mechanische Beanspruchungen und vor allem auch Nagetierfrass gelegentlich zu Beschädigungen führen. Im übrigen sind die Schäden, die durch Isolationsdefekte entstehen, nicht so genau bekannt, weil es nicht in allen Kantonen Brandversicherungsanstalten gibt, die die Schadenursache genau abklären. In den zwei Kantonen, in denen das Starkstrominspektorat Gelegenheit hat, Branduntersuchungen selbst vorzunehmen, treten hin und wieder ganz bedeutende Schäden auf. Man muss sich bewusst sein, dass beispielsweise beim Brand eines Bauernhauses heute in der Regel Schäden von einigen hunderttausend Franken entstehen. Es kann sich somit lohnen, Hunderte von Stunden für Isolationsmessungen aufzuwenden, wenn dabei auch nur ein einziger Isolationsdefekt aufgedeckt wird. Hiebei ist hervorzuheben, dass bei der Nullung nach Schema I die Isolationsmessungen doch ganz wesentlich wirtschaftlicher durchgeführt werden können. In diesem Zusammenhang sei auch noch erwähnt, dass bei Isolationsmessungen in Anlagen, die nach Schema III genullt sind, oft nebst dem grossen Zeitaufwand für die Messung viel Zeit für die Lokalisierung des festgestellten Fehlers nötig ist. Oft werden nur scheinbar Fehler festgestellt. Es kann nämlich vorkommen, dass Isolationswerte in der Grössenordnung von 10–50 000 Ohm — also ungenügende Werte — gemessen werden. Die nähere Untersuchung ergibt dann, dass der Nulleiter mit einem Verbrauchergehäuse verbunden ist, das auf leitendem Boden steht oder an eine Gebäudewand montiert ist. Über einen einpoligen Verbraucher kann der erwähnte Isolationswert — es handelt sich effektiv um den Isolationswert des Mauerwerkes — auf die Polleiter übertragen werden. Solche Erfahrungen dürften zur beschleunigten Einführung der Nullung nach Schema I beitragen.

Schliesslich ist darauf hinzuweisen, dass der Fehlerstromschutzschalter die Funktion der dauernden Isolationsüberwachung übernimmt. Wenn auch heute die minimalen Ansprechströme dieser Schalter noch grösser sind als die zulässigen Ableitströme, ist doch festzustellen, dass durch kleinere Ströme als die minimalen Ansprechströme der üblichen Fehlerstromschutzschalter kaum ein Brand entstehen kann. Da heute überall in Europa die Tendenz besteht, die minimalen Ansprechströme weiter abzusinken, wird der Wert des Fehlerstromschutzschalters als Isolationsüberwacher zunehmen. Offenbar aus dieser Überlegung heraus ist bereits ein grosses Überland-Elektrizitätswerk mit dem

Gesuch an uns herangetreten, den 6-jährigen Kontrollturnus für Installationen von Bauernhäusern auf den 18-jährigen Turnus erhöhen zu dürfen, unter Voraussetzung, dass in diesen Häusern Fehlerstromschutzschalter eingebaut werden. Das Werk würde sich weiter verpflichten, bei jeder Zählerablesung die Prüftaste des Schalters zu betätigen, um so seine Funktionsweise zu überprüfen. Wenn wir auch heute noch nicht von den eindeutigen Vorschriften-Bestimmungen abweichen können, erwägen wir doch die Möglichkeit, ob unter der vorerwähnten Voraussetzung der sechs-jährige Kontrollturnus zwar eingehalten, aber nur noch alle 18 Jahre eine Isolationsmessung durchgeführt werden sollte.

Ich wäre sehr dankbar, wenn Sie diesen Vorschlag prüfen und uns Ihre Meinung hierüber bekannt geben würden.

Zusammenfassend darf festgestellt werden, dass die Nullung nach Schema I trotz den gegenüber der Nullung nach Schema III etwas erhöhten Erstellungskosten ganz beträchtliche wirtschaftliche Vorteile bringen kann. Da die vollständige Umstellung auf ein neues Schutzsystem Jahrzehnte in Anspruch nehmen wird, kann man nach meiner Auffassung nicht früh genug einen entsprechenden Beschluss fassen.

Fortsetzung in der nächsten Nummer

Aus dem Kraftwerkbau

Kraftwerk Aarberg in Betrieb

Die Bernische Kraftwerke AG (BKW) teilen mit, dass in der Zentrale des neu erstellten Kraftwerkes Aarberg der Probetrieb am 5. Mai 1967 mit beiden Maschinengruppen aufgenommen werden konnte. Mit dem Bau dieses Kraftwerkes, das 300 m flussaufwärts der SBB-Brücke über dem Hagneckkanal liegt, wurde im Herbst 1962 begonnen, nachdem der Regierungsrat des Kantons Bern am 5. Oktober 1962 die Konzession für die Ausführung der ersten Etappe erteilt hatte. Diese erste Etappe sah die Erstellung des Maschinenhauses mit Wehr und Staugebiet vor. Die zweite Etappe umfasst die Ausbaggerung des Hagneckkanals auf einer Länge von 4,4 km zwischen dem Kraftwerk Aarberg und der Walperswiler Brücke sowie die Erstellung einer Grundwasseranreicherungsanlage nördlich des Hagneckkanals.

Die Bau- und Montagearbeiten konnten zu Beginn dieses Jahres weitgehend beendet werden, so dass ab 3. Januar 1967 durch Schliessen der Wehrschützen der Aufstau der Aare einsetzen konnte. Mit den Ausbaggerungsarbeiten für die Vertiefung des Hagneckkanals wurde nach Neujahr begonnen. Dank der Niederwasserperiode gingen diese Arbeiten rasch voran, so dass man bei der Betriebsaufnahme des Kraftwerkes Aarberg bereits vom zusätzlichen Gefälle profitieren kann. Die Ausbaggerungsarbeiten werden in der Niederwasserzeit 1967/68 fortgesetzt und

beendet. Das nutzbare Gefälle der Aare wird dann auf 10 m erhöht.

Die installierte Maschinenleistung des neuen Kraftwerkes Aarberg, das wie das Kraftwerk Niederried-Radelfingen vom Kraftwerk Kallnach aus ferngesteuert wird, beträgt 20 000 PS. Nach Abschluss aller Arbeiten wird die totale Energieerzeugung in einem Jahr mittlerer Wasserführung 69 GWh erreichen, davon 47 im Sommer und 22 im Winter. Die Energiegestehungskosten der Kraftwerkgruppe Kallnach/Niederried-Radelfingen/Aarberg, die zusammengehört, betragen bei einer Energieerzeugung von 206 GWh im Mitteljahr rd. 2,7 Rp./kWh. Die Arbeiten für den erwähnten Endausbau des Kraftwerkes Aarberg stellen den Abschluss des Flusskraftwerkbaues an der Aare zwischen Bern und dem Bielersee dar.

Me.

Kernkraftwerk Gundremmingen (237 MW)

Das Kernkraftwerk Gundremmingen wird nach Abschluss aller Inbetriebsetzungsphasen, dem Versuchsprogramm und einem 25tägigen Probetrieb nunmehr voll für die kommerzielle Stromerzeugung eingesetzt. Bis zum 1. April 1967 hat das Kernkraftwerk Gundremmingen, das am 23. Dezember 1966 den vollen Leistungsbetrieb aufnahm, über 250 GWh in das Netz abgegeben.

Kongresse und Tagungen

Elektrowärmetagung Essen 1967

Vom 19.—21. April 1967 fand im Haus der Technik in Essen die Elektrowärmetagung 1967 statt, die von etwa 380 Fachleuten besucht war, wovon etwa 80 aus dem Ausland. Neben dem Ehrenpräsidenten der Union Internationale d'Electrothermie (UIE), Herrn R. Félix, Jr. (Frankreich) bemerkte man den jetzigen Präsidenten der UIE, Herrn Dir. Dr. F. Lücke (Deutschland). Zur achtköpfigen Delegation aus der Schweiz zählte unter anderem Herr Dir. U. V. Büttikofer, Präsident der Schweiz. Kommission für Elektrowärme.

Das Haus der Technik in Essen ist für solche Veranstaltungen bestens eingerichtet, ja, es könnte deren mehrere gleichzeitig beherbergen. Die Herzlichkeit der Gastgeber, geführt vom Spiritus rector H. Masukowitz von der HEA mit seinen Mitarbeitern, kam ausgiebig zum Zuge.

Über die vielen Vorträge einzeln zu berichten, würde den Rahmen dieser Mitteilung sprengen. Festgestellt sei lediglich, dass die elektrische Energie für Wärmezwecke trotz der höheren

Kosten immer da vorgezogen wird, wo es um genaue Einhaltung der Temperatur, um grosse Gleichmässigkeit der Erwärmung oder um spezielle Probleme (induktive und dielektrische Erwärmung) geht. Besonders hervorgehoben wurde die Wichtigkeit einer guten Beratung und der Hinweis auf die vergrösserte Benützungsdauer durch Elektrowärmeanwendungen in der Industrie (Absinken des Strompreises für den Gesamtbetrieb durch Steigerung des Verbrauchs bei gleichbleibender Maximalbelastung). Der Grundton aller Vorträge war optimistisch gehalten.

In einem Vortrag über den Kugelhaufenreaktor von Jülich (AVR-Reaktor, THTR-Projekt) hörte man von Installationskosten von 300—400 DM/kW elektrisch bei Brennstoffkreislaufkosten von 0,4 DPf/kWh und einem Konversionsfaktor von 0,8, der auf $k \geq 1$ gesteigert werden könnte.

In 11 Gruppen besuchten die Teilnehmer am 2. April Industrieunternehmen, Kraftwerke und Forschungsstätten im Ruhrgebiet.

AE

Verbandsmitteilungen

48. Kontrolleurprüfung

Vom 26. bis 28. April 1967 fand die 48. Kontrolleurprüfung von Kontrolleuren für elektrische Hausinstallationen statt. Von den insgesamt 12 Kandidaten aus der deutschen und der welschen Schweiz haben 10 die Prüfung bestanden.

Es sind dies: Bucheli Franz, Luzern
Georges Jean-Michel, Lausanne
Scholl Werner, Oeschberg
Hügli Bruno, Biel

Nyffenegger Edwin, Kirchberg
Oertel Wilhelm, Schaffhausen
Schaller Kurt, Busswil
Tschalèr Guido, Ilanz
Weber Hanspeter, Brugg/Biel
Wyder Fritz, Uster

Zürich, den 8. Mai 1967

Eidg. Starkstrominspektorat

Wirtschaftliche Mitteilungen

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				Energie- ausfuhr	
	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 Berichts- monat — Entnahme + Auffüllung			
	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67		1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67
	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	1910	1863	14	10	47	67	152	172	2123	2112	− 0,5	5300	5901	− 386	− 109	413	366
November . . .	1504	1767	75	62	42	64	401	254	2022	2147	+ 6,2	4735	5245	− 565	− 656	218	265
Dezember . . .	1658	1782	15	152	57	80	356	256	2086	2270	+ 8,8	4145	4491	− 590	− 754	250	308
Januar	1770	1886	39	124	61	74	278	262	2148	2346	+ 9,2	3251	3511	− 894	− 980	293	370
Februar	1583	1818	49	77	63	76	184	216	1879	2187	+ 16,4	2608	2503	− 643	− 1008	251	406
März	1945	1945	16	58	54	92	156	101	2171	2196	+ 1,2	1624	1735	− 984	− 768	338	346
April	1807		3		46		63		1919			1201		− 423		304	
Mai	2229		1		76		37		2343			1867		+ 666		662	
Juni	2387		1		83		43		2514			3601		+ 1743		742	
Juli	2507		1		86		21		2615			4876		+ 1275		881	
August	2434		1		92		39		2566			5693		+ 817		806	
September . . .	1967		1		57		72		2097			6010 ⁴⁾		+ 317		375	
Jahr	23701		216		764		1802		26483							5533	
Okt. ... März . .	10370	11061	208	483	324	453	1527	1261	12429	13258	+ 6,7			− 4062	− 4275	1763	2061

Monat	Verteilung der Inlandabgabe												Inlandabgabe inklusive Verluste					
	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft		Allgemeine Industrie		Elektrochemie, -metallurgie und -thermie		Elektro- kessel ¹⁾		Bahnen		Verlust und Verbrauch der Speicher- pumpen ²⁾		ohne Elektrokessel und Speicherpump.		Verän- derung gegen Vor- jahr ³⁾ %	mit Elektrokessel und Speicherpump.		
	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67		
in Millionen kWh																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Oktober	838	863	343	349	237	242	4	3	100	93	188	196	1696	1720	+ 1,4	1710	1746	
November . . .	884	924	352	366	274	289	2	3	108	108	184	192	1798	1877	+ 4,4	1804	1882	
Dezember . . .	924	956	337	364	270	295	2	5	114	139	189	203	1828	1954	+ 6,9	1836	1962	
Januar	956	972	335	384	266	298	3	6	109	122	186	194	1849	1967	+ 6,4	1855	1976	
Februar	806	861	308	347	251	282	4	5	96	103	163	183	1622	1773	+ 9,3	1628	1781	
März	891	895	344	362	297	294	8	7	110	106	183 (5)	186 (4)	1820	1839	+ 1,0	1833	1850	
April.	771		303		278		9		84		170		1595			1615		
Mai	770		311		235		24		85		256		1580			1681		
Juni	749		319		235		35		90		344		1583			1772		
Juli	742		302		232		43		93		322		1558			1734		
August	773		307		232		46		106		296		1607			1760		
September . . .	795		328		272		16		82		229		1651			1722		
Jahr	9899		3889		3079		196		1177		2710 (567)		20187			20950		
Okt. ... März . .	5299	5471	2019	2157	1595	1715	23	29	637	671	1093 (30)	1154 (38)	10613	11130	+ 4,9	10666	11197	

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 1966: 6140 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 industrieigenen 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					
	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67			1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67
	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	2229	2185	42	41	152	172	2423	2398	− 1,0	5683	6291	− 404	− 115	466	417	1957	1981	
November . . .	1708	1986	104	98	401	254	2213	2338	+ 5,6	5079	5600	− 604	− 691	237	284	1976	2054	
Dezember . . .	1870	1989	44	185	356	256	2270	2430	+ 7,0	4432	4792	− 647	− 808	270	328	2000	2102	
Januar	1974	2073	71	158	278	262	2323	2493	+ 7,3	3462	3751	− 970	− 1041	311	392	2012	2101	
Februar	1775	1997	75	107	184	216	2034	2320	+ 14,1	2757	2677	− 705	− 1074	276	428	1758	1892	
März	2153	2170	42	88	157	101	2352	2359	+ 0,3	1700	1855	− 1057	− 822	367	376	1985	1983	
April	2060		29		63		2152			1252		− 448		351		1801		
Mai	2654		23		38		2715			1979		+ 727		754		1961		
Juni	2840		23		43		2906			3869		+ 1890		849		2057		
Juli	2964		22		21		3007			5247		+ 1378		990		2017		
August	2878		20		39		2937			6088		+ 841		908		2029		
September . . .	2339		23		72		2434			6406 ²⁾		+ 318		462		1972		
Jahr	27444		518		1804		29766							6241		23525		
Okt. ... März . .	11709	12400	378	677	1528	1261	13615	14338	+ 5,3			− 4387	− 4551	1927	2225	11688	12113	

Monat	Verteilung des gesamten Landesverbrauches															Landesverbrauch ohne Elektrokessel und Speicher-pumpen		Veränderung gegen Vorjahr
	Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft		Allgemeine Industrie		Elektrochemie, -metallurgie und -thermie		Elektrokessel ¹⁾		Bahnen		Verluste		Verbrauch der Speicher-pumpen					
	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67	1965/66	1966/67		
	in Millionen kWh																%	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Oktober	856	880	390	395	355	345	6	5	141	140	198	193	11	23	1940	1953	+ 0,7	
November . . .	903	941	399	418	324	329	3	4	142	148	200	211	5	3	1968	2047	+ 4,0	
Dezember . . .	943	974	386	415	303	319	3	6	155	162	203	222	7	4	1990	2092	+ 5,1	
Januar	976	992	382	421	286	308	4	6	155	157	206	213	3	4	2005	2091	+ 4,3	
Februar	823	878	353	381	264	285	5	6	131	138	179	200	3	4	1750	1882	+ 7,5	
März	910	915	393	398	320	306	10	7	148	149	198	203	6	5	1969	1971	+ 0,1	
April	786		352		329		10		132		180		12		1779			
Mai	784		359		371		34		132		203		78		1849			
Juni	762		366		372		48		136		215		158		1851			
Juli	759		346		367		53		143		214		135		1829			
August	790		351		367		56		142		215		108		1865			
September . . .	810		374		376		20		140		196		56		1896			
Jahr	10102		4451		4034		252		1697		2407		582		22691			
Okt. ... März . .	5411	5580	2303	2428	1852	1892	31	34	872	894	1184	1242	35	43	11622	12036	+ 3,6	

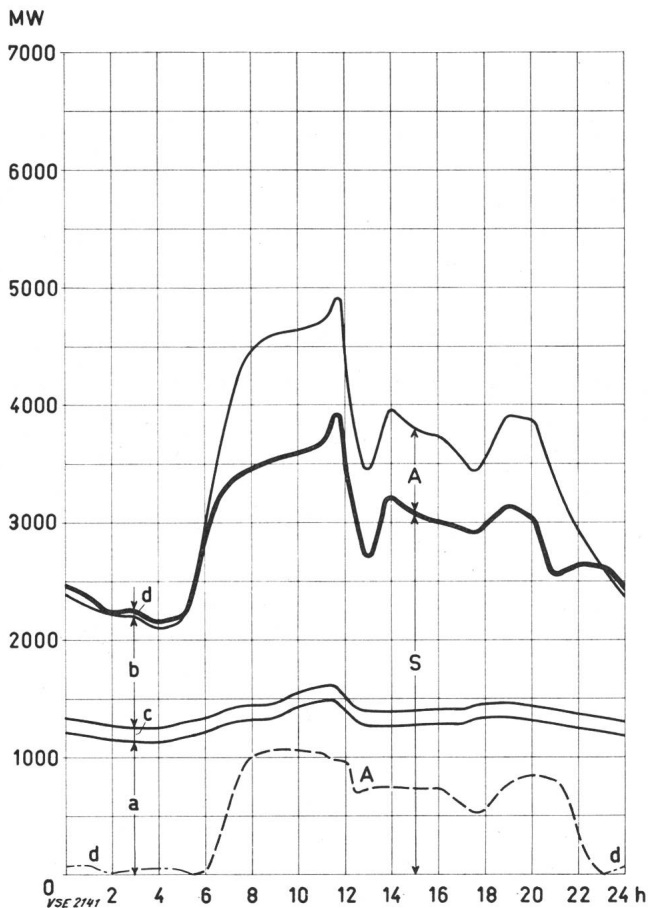
¹⁾ Mit einer Anschlussleistung von 250 kW und mehr und mit brennstoffgefeuerter Ersatzanlage.

²⁾ Speichervermögen Ende September 1966: 6720 Millionen kWh

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

²⁾ Speichervermögen Ende September 1966: 6720 Millionen kWh.

Gesamte Erzeugung und Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz



1. Verfügbare Leistung, Mittwoch, den 15. März 1967

	MW
Laufwerke auf Grund der Zuflüsse, Tagesmittel	1270
Saisonspeicherwerke, 95 % der Ausbauleistung	5830
Thermische Werke, installierte Leistung	520
Einfuhrüberschuss zur Zeit der Höchstleistung	—
Total verfügbar	7620

2. Aufgetretene Höchstleistungen, Mittwoch, den 15. März 1967

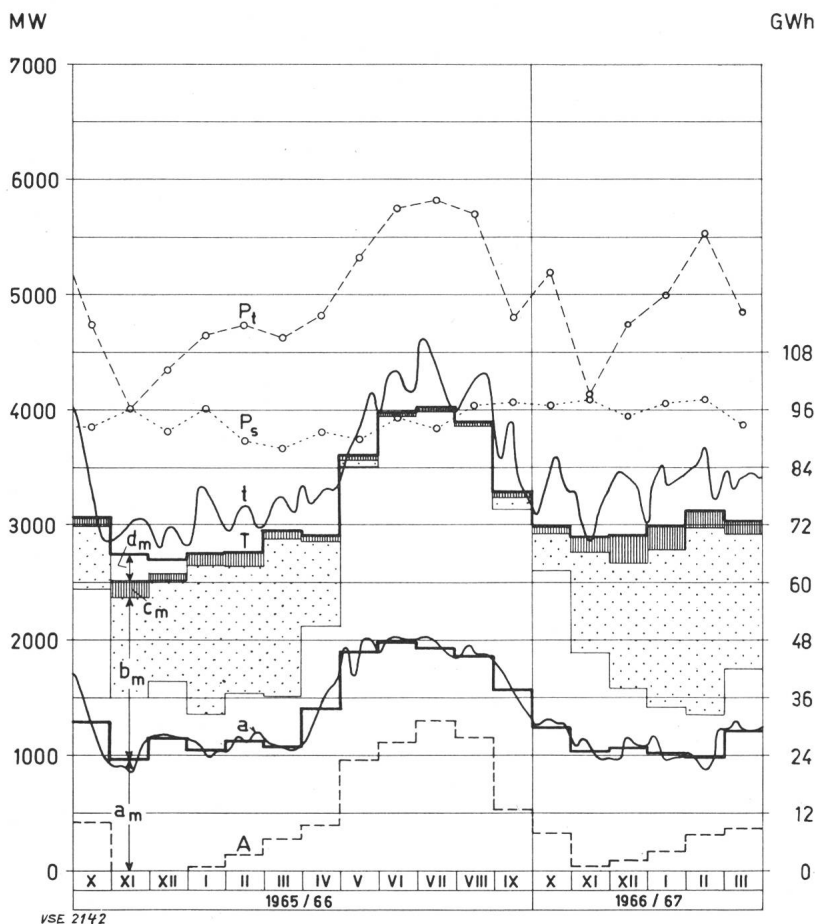
Gesamtverbrauch	4850
Landesverbrauch	3870
Ausfuhrüberschuss	1070

3. Belastungsdiagramm, Mittwoch, den 15. März 1967 (siehe nebenstehende Figur)

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

4. Energieerzeugung und -verwendung

	Mittwoch 15. März GWh	Samstag 18. März	Sonntag 19. März
Laufwerke	30,1	27,8	26,5
Saisonspeicherwerke	48,8	34,7	20,5
Thermische Werke	2,9	2,6	2,4
Einfuhrüberschuss	—	—	—
Gesamtgabe	81,8	65,1	49,4
Landesverbrauch	70,1	60,7	48,0
Ausfuhrüberschuss	11,7	4,4	1,4



1. Erzeugung an Mittwochen

- a Laufwerke
- t Gesamtzeugung 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 8023 Zürich; Telefon (051) 27 51 91; Postcheckkonto 80-4355; Telegrammadresse: Electrunion Zürich.

Redaktor: Ch. Morel, Ingenieur.

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