Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 58 (1967)

Heft: 11

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: 15.07.2025

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

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Kleine energiewirtschaftliche Umschau

von *F. Wanner,* Zürich

620.9 (048.7)

Der Ruf nach Konsumentenschutz und nach Organisation der Konsumenten-Interessen ertönt heute allgemein in unserem Land und droht da und dort beinahe zu einem Politikum zu werden. Da ist es wohltuend zu wissen, dass der seit Jahrzehnten bestehende Energie-Konsumenten-Verband, dem Unternehmen aus allen Industriebranchen der Schweiz angehören, in seiner langen Geschichte noch nie zum Strassenkampf gegen die Elektrizitätswerke aufgerufen hat. Vielmehr wählte er unter der fachlich hervorragenden Leitung von Dr. E. Steiner (bis 1959) und seit da von Ing. René Gonzenbach für die Lösung von Meinungsverschiedenheiten über den Energiepreis immer das Gespräch und den Verhandlungsweg zwischen Lieferwerk und Strombezüger. Diesem Umstand ist es in erster Linie zu verdanken, dass unser Land von der Verpolitisierung der Strompreisfrage bisher verschont blieb. Ja, dass sich Stromlieferanten und industrielle Grossbezüger jeweilen an den Generalversammlungen des Energie-Konsumenten-Verbandes in einer Atmosphäre des Vertrauens zur gemeinsamen Lagebeurteilung und Lagebetrachtung begegnen können.

An der Generalversammlung vom 30. März geschah dies anhand eines Referates von *H. Dreier,* Direktionspräsident der Bernischen Kraftwerke, über das Thema: «Die Elektrizitätsversorgung aus der Sicht der BKW». Besonders aktuell waren darin die Hinweise auf die strompreisverteuernde Wirkung der steigenden Zinssätze als Folge der Verknappung auf dem Kapitalmarkt, die bereits zu einem Zinssatz von 5¾ % für die letzten Kraftwerkanleihen geführt haben. Angesichts der grossen Kapitalbedürfnisse der Produktionsgesellschaften, mit denen auch in der Phase des Baues von Atomkraftwerken zu rechnen ist, machte der Redner mit Recht auf den Zwang zu einer sorgfältigen Überprüfung aller Investitionsprogramme der Produktionswerke aufmerksam. Die Notwendigkeit der Kapitalbeschaffung in einem viel rascheren Rhythmus und in einer neuen Grössenordnung, wobei auch die Verteil- und Betriebskosten mit einem Anteil von etwa 50 % an den schliesslichen Gesamtkosten beteiligt sind, begünstigt auch vom Standpunkt der Kapitalbeschaffung aus eine engere Zusammenarbeit und eine Koordination auf gesamtschweizerischer Ebene. Der Hinweis des Redners auf *einen Zusammenarbeitsvertrag der NOK und der BKW und auf eine gemeinsame Produktionsplanung,* in die auch die EOS und später weitere am Bau von Atomkraftwerken interessierte Unternehmungen einbezogen werden können, war dabei wohl besonders aktuell. Er begegnete in diesem Kreis zu Recht ganz besonderem Interesse. Liess er doch die Bestrebungen und die Anstrengungen erkennen, den bewährten Weg einer freiwilligen und auf Staatseingriffe verzichtenden Zusammenarbeit zur Lösung der Energiefrage auch im Zeitalter der Atomenergie weiter zu beschreiten. Die Hoffnung bleibt damit bestehen, dass der schon beim Bau der grossen Alpenspeicher beschrittene Weg wechselnder Partnerschaften, der auch dem Wettbewerb noch einen gewissen Spielraum lässt und nicht in ein Staatsunternehmen nach ausländischen Vorbildern ausmündet, fortgesetzt wird.

Zukunftweisend waren in diesem Zusammenhang auch die Ausführungen über eine neue Absatz- und Tarifpolitik, wie sie sich aus dem Zwang vom vermehrten Absatz von Nachtenergie und Wochenend-Energie als Folge der in den Atomkraftwerken produzierten Bandenergie ergeben. Es geht also darum, die bisherigen Abnehmer von Nachtenergie möglichst zu behalten, verlorene Nachtabnehmer zurückzugewinnen und *durch einen attraktiven Tarif Raum für neue Nachtanwendungen zu schaffen, womit der Redner lapidar die Zielsetzung für die Tarif- und Absatzpolitik der Werke in der Zeit des Überganges zur Atomenergie umschrieb.*

Dem Präsidenten des Energie-Konsumenten-Verbandes, *H. Bühler-Krayer,* blieb es vorbehalten, diesen für die Stromkonsumenten gewiss interessanten und ihre Investitionen möglicherweise schon bald beeinflussenden Perspektiven die Reverenz zu erweisen. Er tat das mit dem ihm eigenen Freimut und der Selbständigkeit des Urteils, wobei er besonders dem Selbsthilfewillen und Unabhängigkeitsbestreben der für die Elektrizitätsversorgung verantwortlichen Lieferwerke Anerkennung zollte. Seine These ist in Fachkreisen bekannt. Sie mündete auch diesmal aus in das «Ceterum censeo» einer möglichst auslandsunabhängigen, stark dezentralisierten Verteilung der Energiequellen. Unüberhörbar war seine Warnung vor Grosskraftwerken, eingeschlossen von Atomkraftwerken, weil in Konfliktssituationen nur weit auseinanderliegende Energiequellen, also kleinere Flusskraftwerke, halbabgesenkte Stauseen, neben den Vorräten von Kohle und Öl, Bedeutung hätten. Deshalb seine uns vielleicht heute utopisch vorkommende Vorstellung einer Reaktor-Konzeption im Sinne kleinerer und doch wirtschaftlicherer Einheiten und seine Warnung vor Grossprojekten, die ausländische Partner benötigen und Exportverpflichtungen mit sich brächten. Es war sicher interessant und eher überraschend, dass von Konsumenten-Seite der kriegswirtschaftliche Standpunkt und die Versorgungssicherheit so stark in den Vordergrund geschoben wurden. Und das in einem Zeitpunkt, wo Europa mehr und mehr als ein einziger Wirtschaftsraum betrachtet wird und die Elektrizität zu den Produktions-Gütern gehört, für die es praktisch keine Landesgrenzen gibt und deren Preiswürdigkeit bei den Exportchancen unserer Industrie mit ins Gewicht fällt.

*

An einer von Dir. *G. Lehner* geleiteten Diskussionstagung der Elektrowirtschaft vom 29. März über Fragen der elektrischen Raumheizung stach ein Votum eines Industrievertreters hervor, das als origineller Beitrag zur Absatzwerbung hier kurz signalisiert werden soll. Herr *F. Störi,* Fabrikant, Wädenswil, machte den Vorschlag, sich bei der elektrischen Raumheizung vorerst möglichst auf spektakuläre Objekte wie Kindergärten, Kirchen, Schulhäuser, *vor allem aber auf abgelegene Kurorte mit langen und ungünstigen Zufahrtswegen für feste und flüssige Brennstoffe zu beschränken.* Er entwarf ein visionäres Bild eines vollelektrifizierten Kurortes, bei dem alle Energiebedürfnisse über Draht gedeckt werden mit allen Vorteilen für saubere Luft und sauberes Wasser. Wo die Angst für undichte Öltanks und für die bei der Verdichtung der Ölheizung in Kurortzentren zu befürchtenden Immissionen der Vergangenheit angehören. Fürwahr, eine propagandistische Glanzidee, wenn man sich der Zeiten erinnert, wo der vollelektrifizierte Bahnbetrieb in der Schweiz zu unseren stärksten touristischen Werbeargumenten gehörte. Gewiss, Sauberkeit und Komfort sind heute mehr als je gefragt und es ist deshalb durchaus möglich, dass aus der Vision von Herrn Störi, zu der auch saisonverlängernde, elektrisch geheizte Strandbäder und Schulschwimmbäder in den Dörfern gehören, einmal Wirklichkeit wird.

Zu einer neuen Marktstrategie für den Absatz von Nachtenergie gehört sicher schon jetzt das Studium der elektrischen Raumheizung. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass Rom nicht an einem Tag erbaut wurde. Es handelt sich also um eine sehr langfristige und langsam einsetzende Entwicklung, die in vielen Einzelheiten noch der technischen und wirtschaftlichen Abklärung bedarf. Vorläufig geht es einzig darum, in kleinen Schritten uns auf eine Marktsituation mit einem verstärkten Wettbewerb im Wärmesektor vorzubereiten. Vergessen wir aber nicht, wie leicht aus Utopien Wirklichkeiten werden können und welche Rolle in der modernen Wohlstandsgesellschaft unserer Zeit der Komfort, die Hygiene und die Bequemlichkeit spielen. Die Elektrowirtschaft verdient auf alle Fälle für den Elan, mit der sie an das Studium der sich neu abzeichnenden Wettbewerbs-Situation auf dem Energiemarkt herangeht, alle Anerkennung.

Adresse des Autors:
Dr. *F. Wanner,* Direktor der EKZ, Dreikönigsstrasse 18, 8022 Zürich.

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

Allgemeine Überlegungen zu den verschiedenen Schutzmassnahmen

von *Ch. Ammann,* Lutry

621.316.311.62 – 78

I. Einleitung

Die elektrischen Starkstromanlagen bergen gewisse Gefahren; unter bestimmten ungünstigen Verhältnissen können sie Elektrisierungen und Brände verursachen. Diese Gefahren können nun glücklicherweise durch verschiedene Schutzmassnahmen bekämpft werden, deren Wirksamkeit freilich recht unterschiedlich ist.

Eine vergleichsmässige Untersuchung dieser verschiedenen Sicherheitsmassnahmen erfordert vorerst die Erkenntnis der Auswirkungen des elektrischen Stromes auf den menschlichen Körper, sowie der bei Brandgefahr zu berücksichtigenden Umstände. Wir werden uns nun in erster Linie mit der Abklärung dieser Fragen befassen.

II. Physiologisches Verhalten des menschlichen Körpers unter der Einwirkung des elektrischen Stromes

Als Elektrisierung wird ein Zustand des menschlichen Körpers bezeichnet, welcher von einem elektrischen Strom durchflossen wird; bei tödlichem Verlauf dieser Einwirkung spricht man dagegen von einer Elektrokution.

Die Auswirkungen des elektrischen Stromes sind stets von dessen Beschaffenheit und Stärke abhängig.

Auf Grund durchgeführter Versuche kann beispielsweise ein Wechselstrom von 50 Perioden je nach seiner Stärke folgende physiologischen Reaktionen verursachen:

— Bis 1 mA: der elektrische Strom ist kaum wahrnehmbar.
— Zwischen 1 und 5 mA: Eine leichte Erstarrung der Glieder, vorwiegend der Hände, lässt sich feststellen.
— Zwischen 5 und 15 mA: Diese Erstarrung wird immer augeprägter, ohne jedoch eine Lösung aus den unter Spannung befindlichen Objekten zu verhindern.
— Zwischen 15 und 25 mA: Der Muskelkrampf ist bereits dermassen fortgeschritten, dass der Griff um spannungsführende Objekte nicht mehr gelöst werden kann; das Herz dagegen erleidet noch keine schwerwiegende Schädigungen.
— Zwischen 25 und 50 mA: Die Herzschläge werden unregelmässig; sofern der Strom zu lange dauert ist eine Elektrokution zu befürchten.
— Über 50 mA: Nach einer von der Stromstärke abhängigen Zeitspanne beginnt das Herzkammerflimmern. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 zu 100 wird dasselbe beispielsweise bei einem Strom von 80 mA nach 5 Sekunden einsetzen, bzw. innert einer Sekunde bei einer Stromstärke von 400 mA und 0,5 Sekunden bei 700 mA.

Zusammenfassend dürfen wir behaupten, dass die Gefahr einer Elektrokution gegeben ist, sobald der menschliche Organismus von einem elektrischen Strom (von 50 Hz) in der Grössenordnung von 25 mA durchflossen wird und dass bei höheren Stromstärken diese Geahr um so ausgeprägter ist, je länger der Körper dem Strome ausgesetzt ist. Mit anderen Worten ausgedrückt möchten wir noch auf die ausserordentlich wichtige Tatsache hinweisen, dass der menschliche Körper ohne ernsthafte Gefahr einen Strom von mehreren Hundert mA ertragen kann, sofern dieser Strom äusserst rasch unterbrochen wird.

Nach dem Ohmschen Gesetz ist die durch den menschlichen Körper fliessende Stromstärke vom ohmschen Widerstand desselben und der angelegten Spannung abhängig.

Der ohmsche Widerstand des Körpers ist nun sehr veränderlich und kann unter ausgesprochen schlechten Bedingungen unter 1000 Ohm sinken, oder im Gegenteil unter günstigen Umständen dagegen 4000 bis 5000 Ohm betragen. Eine sehr trockene, schwielige Haut bietet einen bedeutend höheren Widerstand als eine feine und feuchte Haut.

Nehmen wir nun einmal an, dass der ohmsche Widerstand zwischen den nackten Füssen und den Händen einer Person 1000 Ohm beträgt, und diese einer Spannung (Berührungsspannung) von 220 V ausgesetzt wird, so fliesst durch diesen Menschen ein Strom von 220 mA. Eine solche Stromstärke ist, wie wir bereits ersehen konnten, weitaus genügend um tödlich zu wirken, ausser dass der Stromdurchgang auf höchstens eine Sekunde begrenzt bleibt.

Die Schutzvorkehrungen gegen die Elektrisierungsgefahr bezwecken somit eine Beschränkung der den menschlichen Körper durchfliessenden Stromstärke auf einen als harmlos geltenden Wert, oder eine sehr schnelle Unterbrechung des Stromkreises. Diese Bedingungen können auf verschiedene Weise erfüllt werden: entweder durch eine Widerstandserhöhung des Stromkreises (Prinzip des isolierten Standortes), durch eine Verminderung oder Vermeidung der Berührungsspannung (beispielsweise durch die Anwendung von Kleinspannung oder durch Sonderisolierung), oder auch durch eine beinahe augenblickliche Abschaltung (innert Bruchteilen von Sekunden) der schadhaften Installation (z. B. durch geeignete Schutzschalter).

III. Die Brandgefahr und ihre Ursachen

Die Ursachen der durch die Elektrizität hervorgerufenen Brände können in zwei Gruppen unterteilt werden:

Die erste Gruppe umfasst beispielsweise thermische Apparate, welche versehentlich nicht abgeschaltet wurden (Bügeleisen usw.), oder Leuchten, bei welchen die Glühlampe in brennbarem Material gelagert ist, oder schliesslich mangelhafte Kontakte in einem bestimmten Punkte des Stromkreises. Es handelt sich also immer ausschliesslich um Fälle, bei welchen die Brandgefahr eine nicht nur unter Spannung, sondern auch in Betrieb befindliche Anlage voraussetzt. Ausser einer korrekten Instandhaltung und Benutzung der Installation bestehen keine weiteren Schutzmassnahmen um diese Gefahrengattung wirksam zu bekämpfen.

Die zweite Gruppe bezieht sich auf sämtliche Fälle, bei welchen die Gefahr eines Brandes auftreten kann sobald eine Anlage unter Spannung gestellt wird ohne dass sie dabei auch unbedingt in Betrieb gesetzt wird. Diese Kategorie umfasst beispielsweise Kurz- und Erdschlüsse. Geeignete Massnahmen gestatten, diese Gefahren wenigstens in einen gewissen Rahmen zu bannen. Gerade diese Sicherheitsvorkehrungen verdienen unser besonderes Interesse.

Die durch den elektrischen Strom erzeugte Wärmeenergie wird durch die Formel $I^2 \cdot R \cdot t$ ausgedrückt. Entgegen der allgemeinen Auffassung beweist die Formel eindeutig, dass ein satter Kurzschluss zwischen zwei Leitern von ungleichnamiger Polarität keine Brandgefahr birgt, da an der Kurzschlußstelle kein Widerstand vorhanden ist und folglich auch keine Wärmeerzeugung stattfinden kann.

Sobald nun aber die schadhafte Stelle der Anlage einen bestimmten Widerstand aufweist ist dies aber nicht mehr der Fall. Unter günstigen Umständen soll erfahrungsmässig eine Leistung von 60 W und eine Energie von 5 WS genügen, um einen Brand zu entfachen. Im Falle eines Erdschlusses einer Phase eines 380—220 V-Netzes bedeutet dies beispielsweise das Risiko eines Brandes, sobald ein Erdschlußstrom von ca. 270 mA länger als ca. eine Sekunde dauert. Bedenkt man nun, dass eine Sicherung von 6 A während fast einer Stunde ohne durchzubrennen einen Strom von 10 A ertragen kann, was unter 220 V Spannung und einer Leistung von ca. 2 kW einer Wärmeenergie von 2 kWh entspricht, so ist dabei leicht ersichtlich, dass eine Sicherung als Brandschutz recht unwirksam ist.

IV. Vorschriften

Nach Kenntnisnahme der Bedingungen, welche zur Vermeidung der Elektrisierungs- und Brandgefahr erforderlich sind, dürfte nun eine Betrachtung der diesbezüglichen Vorschriften recht aufschlussreich sein.

Ziffer 23 210.1 der SEV-Hausinstallationsvorschriften (HV) bestimmt für den Personenschutz Folgendes: «Installationen sind insbesondere so anzuordnen und zu erstellen, dass keine gefährlichen Berührungsströme auftreten können, und zwar an zu bedienenden Anlageteilen auch dann nicht, wenn an der Betriebsisolierung der Installationen ein Fehler besteht.»

Im Absatz 2 der gleichen Ziffer wird klargestellt, dass «der Grundsatz 23 210.1 als erfüllt gilt, wenn die Anlagen mit nicht mehr als 50 V betrieben werden, oder wenn in Anlagen mit mehr als 50 V Betriebsspannung eine zufällige Berührung spannungsführender Teile als ausgeschlossen erscheint und dazu eine der folgenden Bedingungen eingehalten ist:

a) Der Berührungsstrom darf bei 50 Hz nicht mehr als 0,5 mA betragen können,

b) die Fehlerspannung darf nicht über 50 V ansteigen können,

c) Übersteigt die Fehlerspannung 50 V, so darf sie nicht länger als 5 s bestehen bleiben können».

Ziffer 23 220.1 erwähnt schliesslich die Sicherheitsmassnahmen, welche zur Erfüllung der vorgehenden Forderungen dienen:

a) die Sonderisolierung oder der isolierte Standort, um den Berührungsstrom genügend klein zu halten,

b) die Nullung oder die Schutzerdung, um die Fehlerspannung genügend klein zu halten,

c) die Nullung, die Schutzerdung oder die Schutzschaltung, um die Dauer unzulässiger Fehlerspannungen zu begrenzen,

d) die Schutztrennung, um den Berührungsstrom an einzelnen Anlageteilen genügend klein zu halten.

Was nun die Brandgeahr anbetrifft, so begnügen sich die Vorschriten unter Ziffer 23 300 mit folgender Forderung: «Die Installationen sind so anzuordnen, auszuführen und zu betreiben, dass voraussehbare Wärme-, Feuer- und Lichtbogenerscheinungen an ihnen die Umgebung nicht in Brand setzen und keine Explosionen auslösen können. Solche Auswirkungen sollen auch bei voraus-

sehbaren Fehlern am Material oder bei dessen voraussehbarem unsachgemässen oder unachtsamen Gebrauch als ausgeschlossen erscheinen.»

Bei Durchsicht dieser Texte bemerkt man, dass sich die Vorschriften im Bereich der Brandgefahr auf die Formulierung allgemeiner Regeln beschränken, und dass die als Schutz gegen die Elektrisierung vorgeschlagenen Sicherheitsvorkehrungen nur als «Erfüllung der prinzipiellen Forderungen» betrachtet werden können. Aus diesen Angaben ist klar ersichtlich, dass es gar keine perfekten Schutzmassnahmen gibt und dass lediglich eine bestimmte Sicherheitsstufe erreicht werden kann. Im Rahmen dieser Stufe werden wir nun die Vor- und Nachteile der uns zu Verfügung stehenden Schutzarten vergleichen.

V. Schutzarten

Wie bereits erwähnt können folgende Schutzarten die Sicherheit der Personen gegen Elektrisierung gewährleisten:

a) der isolierte Standort — die Sonderisolierung,

b) die Schutztrennung — die Kleinspannung,

c) die Erdungen:
— direkte Schutzerdung,
— Schutzerdung durch den Nulleiter,

d) die Schutzschaltung.

a) Der isolierte Standort und die Sonderisolierung

Diese Schutzart bezweckt eine starke Erhöhung des ohmschen Widerstandes des Fehlerstromkreises und demzufolge eine Begrenzung der darin fliessenden Stromstärke auf einen harmlosen Wert.

An und für sich handelt es sich dabei um ausgezeichnete Schutzarten, welche den einzigen Nachteil einer nicht verallgemeinbaren Anwendung aufweisen. Tatsächlich ist es ja unmöglich, sämtliche Betriebsstandorte zu isolieren. Die Sonderisolierung anderseits kommt praktisch nur bei der Konstruktion von elektrischem Material und Apparaten in Frage.

b) Die Schutztrennung mit Kleinspannung

Diese Schutzarten beziehen sich auf die Vermeidung des Auftretens gefährlicher Berührungsspannungen.

Sie sind, wie die vorgehend erwähnten Schutzmassnahmen, recht wirksam, wenigstens bezüglich der Gefahr der Elektrisierung, können aber leider ebenfalls nicht allgemein angewendet werden.

Ein Trenntransformator kann lediglich zum Schutze eines Elementes der Anlage dienen, z. B. eines einzigen Energieverbrauchers und dessen Speiseleitung.

Die Anwendung der Kleinspannung beschränkt sich auf Anlagen geringer Leistung.

c) Die Erdungen

Im Gegensatz zu den vorgehenden Verfahren bildet die Erdung eine leicht verallgemeinbare Schutzmassnahme. Sie kann auf zwei Arten durchgeführt werden: entweder unmittelbar (direkte Erdung), oder mit Hilfe des Nulleiters (Nullung).

Direkte Erdung

Diese Erdung bezieht sich auf den Anschluss einer Elektrode an bestimmte Elemente oder Teile der Installation die geschützt werden sollen, wobei der Nullpunkt des Versorgungsnetzes ebenfalls mit seiner eigenen Elektrode verbunden ist.

Diese Schutzart war seinerzeit sehr verbreitet. Als die Anzahl der zu schützenden Apparate noch sehr gering war, wurde noch jeder einzelne Verbraucher an eine Elektrode angeschlossen. Die an dem Gehäuse eines fehlerhaften Apparates möglicherweise auftretende Berührungsspannung konnte somit nicht auf andere Teile der Anlage übertragen werden. Als die Zahl der zu schützenden Apparate in der Folge immer weiter anstieg, wurden die Erdungen zentralisiert, d. h. sämtliche Geräte einer gleichen Anlage wurden an eine gemeinsame Elektrode angeschlossen. Diese Lösung bietet jedoch den Nachteil, dass die Berührungsspannung eines einzigen schadhaften Apparates auf sämtliche andere Geräte übertragen wird.

Als eine weitere ungünstige Auswirkung der direkten Erdung ist ferner zu beachten, dass der Fehlerstrom zwei Erdelektroden durchfliessen muss (nämlich die Elektrode des fehlerhaften Apparates und die Elektrode an welcher der Nullpunkt des Netzes angeschlossen ist), wodurch die Stromstärke dann durch den Erdungswiderstand beschränkt wird. Nehmen wir nun z. B. an, dass in einem Netz von 380/220 V der Gesamtwiderstand der beiden Elektroden 22 Ohm beträgt, so kann der Erdschlußstrom nie 10 A überschreiten. Wir haben nun aber vorgehend berichtet, dass eine derartige Stromstärke vor dem Durchbrennen einer gewöhnlichen Sicherung von 6 A länger als eine Stunde andauern kann. Unter diesen Umständen kann die Sicherheit der Personen nur insofern gewährleistet werden als die Berührungsspannung des schadhaften Apparates 50 V nicht übersteigt. Das bedeutet demzufolge, dass die Elektrode an welcher der Apparat angeschlossen ist, einen Widerstand von weniger als 5 Ohm aufweist und in diesem Falle der Übergangswiderstand zur Erde beim Anschluss an den Nullpunkt des Netzes 17 Ohm beträgt. Dieses Beispiel beweist, wie sehr die Wirksamkeit dieser Schutzart in hohem Masse von der korrekten Verteilung der Übergangswiderstände zur Erde abhängt, deren entsprechende Ausführung in der Praxis recht schwierig sein dürfte.

Bemerkenswert ist ferner die Tatsache, dass eine Beschränkung des Spannungsabfalles auf 50 V an der Elektrode des zu schützenden Objektes einen Spannungsabfall von 170 V (bei einer Phasenspannung von 220 V) an der Erdung des Nulleiters des Netzes bewirkt. Diese wesentliche Erhöhung des Nulleiterpotentials der Transformatorstationen kann das Betriebspersonal immerhin gewissen Gefahren aussetzen und ausserdem unzulässige Spannungen in der Umgebung der Elektroden verursachen.

Wenn man ausserdem bedenkt, dass ein Fehlerstrom in der Grössenordnung von 10 A ohne Unterbrechung mehr als eine Stunde fliessen kann, so ist ein Brandschutz unter diesen Umständen praktisch ausgeschlossen.

Diese soeben erwähnten wichtigsten Nachteile der Schutzart durch direkte Erdung begründen auch seine Ablehnung durch die meisten Elektrizitätswerke, die sie durch die Nullung ersetzt haben.

Schutzerdung durch den Nulleiter

Wie die Bezeichnung darauf hinweist, werden die Apparate bei der Nullung über den Nulleiter des Netzes und nicht mehr mit lokalen Elektroden geerdet.

Einer der Vorteile der Nullung ist dem Umstand zu verdanken, dass die Fehlerströme gegenüber der direkten Erdung bedeutend höhere Werte erreichen, da der ohmsche Widerstand des Fehlerstromkreises (im gegebenen Fall die Kupferleitungen) wesentlich geringer ist als beim Durchlauf zur Erde über zwei in Serie geschalteten Elektroden.

Unter den Nachteilen dieser Schutzart ist ebenfalls die Tatsache zu erwähnen, dass die Berührungsspannung eines schadhaften Elementes durch den Nulleiter auf sämtliche, durch diesen Nulleiter geerdete Objekte übertragen werden kann.

Die Nullung kann übrigens nur unter gewissen Bedingungen gestattet werden. Die eidgenössische Starkstromverordnung vom 7. Juli 1933 bestimmt diesbezüglich Folgendes: «Wird der Nulleiter eines Niederspannungs-Verteilnetzes normal geerdet und in Hausinstallationen als Erdschutzleiter eingeführt und benutzt, so ist darauf zu achten, dass sich kein Erdschluss ereignen kann — oder dass derselbe wenigstens nicht länger als einige Sekunden dauert — und die Spannung dieses Erdschlusses zwischen Erde und den zugänglichen und durch diesen Nulleiter geerdeten Apparategehäuse, Leiterüberzüge usw. 50 Volt nicht überschreitet.» Anders ausgedrückt muss der Fehlerstrom genügend stark sein, um eine Unterbrechung des Stromkreises zu verursachen, oder die Berührungsspannung muss auf höchstens 50 Volt beschränkt bleiben.

Um die zur Erfüllung dieser Bedingungen erforderlichen Massnahmen genauer zu untersuchen, wollen wir nun eine Einphasenleitung mit zwei gleichartigen Leitern (Phasen- und Nulleiter von gleicher Beschaffenheit und gleichem Querschnitt) annehmen und ausserdem voraussetzen, dass der Nulleiter nur an seinem Ursprung, d. h. an der Transformatorstation geerdet ist. Entsteht dann bei dem am anderen Ende der Leitung befindlichen Apparat ein Isolationsfehler, so wird die an diesem Objekt auftretende Berührungsspannung offensichtlich den Wert des Spannungsabfalles im Nulleiter erreichen, welcher ja selber mit der Hälfte der Phasenspannung übereinstimmt, da ja der Null- und der Phasenleiter dieselben Kennwerte aufweisen. In einem 220 V-Netz beträgt die Berührungsspannung folglich 110 V.

Möchte man nun diese Berührungsspannung auf 55 Volt reduzieren, so müsste der Querschnitt des Nulleiters verdreifacht werden, oder, was auf das gleiche herauskommt, drei Nulleiter mit den gleichen Kennwerten des Phasenleiters parallel schalten.

Nehmen wir nun weiter an, dass wir nur einen einzigen dieser drei Nulleiter beibehalten, aber seine beiden Enden an eine gut geerdete und gut leitende Wasserleitung anschliessen. Diese Wasserleitung besitzt einen geringeren spezifischen Widerstand als die beiden andern parallel geschalteten Kupferleitungen. Demzufolge wird der Spannungsabfall in der Verbindung Nulleiter-Wasserleitung geringer als im vorgehenden Fall sein. Die Parallelschaltung des Nulleiters eines Versorgungsnetzes mit einem metallischen Wasserleitungsnetz bietet somit den ausserordentlichen Vorteil, einerseits den Spannungsabfall im Nulleiter und folglich die Berührungsspannung auf den zu schützenden Objekten zu vermindern, und anderseits gleichzeitig die Fehlerströme zu verstärken, wodurch die Wahrscheinlichkeit einer Unterbrechung des Stromkreises durch die Einwirkung der Schutzvorrichtungen eher gegeben ist. Es ist ausserdem erwähnenswert, dass diese Parallelschaltung auch die durch Trennung des Nulleiters verursachten Unfälle praktisch ausschliesst, da dieser Nulleiterbruch dann durch die Wasserleitung überbrückt wird.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass diese Schutzart durch Nullung nur insofern wirksam ist, als der Nulleiter des Netzes an mehreren Stellen an ein Wasserleitungsnetz mit guter Erdung und schwachem ohmschen Widerstand angeschlossen ist.

Dank der seinerzeit durch den Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) und den Schweizerischen Elektrotechnischen Verein (SEV) einerseits, und den Schweizerischen Verein von Gas- und Wasserfachmännern (SVGW) anderseits unterzeichneten Konvention verfügten die Elektrizitätswerke bisher über ein Wasserleitungsnetz, das sämtlichen gestellten Anforderungen entsprach. Heute besteht bei den Wasserwerken die zunehmende Tendenz, Wasserleitungen aus Isoliermaterial zu verwenden. Es handelt sich dabei um eine Entwicklung, welche die Elektrizitätswerke sehr gründlich verfolgen müssen, um nicht eines Tages vor vollendeten Tatsachen zu stehen und die Nullung nicht mehr durchführen zu können.

In den Hausinstallationen kann die Nullung auf verschiedene Arten ausgeführt werden. Der aktive Nulleiter kann entweder gleichzeitg die Rolle des Schutzleiters spielen (Schema III), oder von diesem unabhängig sein (Schema I). Eine Stellungnahme zu diesen beiden Nullungsarten bleibt den anderen Rednern vorbehalten.

Zusammenfassend darf man behaupten, dass eine gut ausgeführte Nullung als wirksamer Schutz gegen die Elektrisierungsgefahr betrachtet werden kann. Auch für die Bekämpfung von Bränden ist sie besser geeignet als die Schutzart mittels direkter Erdung, obgleich sie auf diesem Gebiet bestimmt keine absolute Sicherheit gewährleisten kann.

d) Schutzschaltung

Diese Schutzart unterscheidet sich von allen vorgehend erwähnten durch den Umstand, dass die Sicherheit ausschliesslich vom einwandfreien Funktionieren der Schalter abhängt, welche in zwei Gruppen unterteilt werden können:

— Fehlerspannungsschutzschalter

— Fehlerstromschutzschalter

Die Schutzschalter der ersten Gruppe bezwecken eine sehr kurzfristige Beschränkung der gefährlichen Berührungsspannung. Leider weisen sie zwei Nachteile auf: einerseits sind sie gegen Überspannungen, die beispielsweise von atmosphärischen Entladungen stammen, empfindlich, wodurch ihre Betriebssicherheit beeinträchtigt wird; anderseits sollen die zu schützenden Anlageteile genügend gegenüber der Erdungs-Hilfselektrode isoliert werden, was allerdings nicht immer leicht auszuführen ist. Somit bleibt das Anwendungsgebiet der Schutzschalter für Fehlerspannung ziemlich beschränkt.

Die Schutzschalter für Fehlerstrom sind für eine äusserst rasche Unterbrechung der Fehlerströme bestimmt, sobald diese unzulässige Stromstärken erreichen. Diese in den benachbarten Ländern schon längstens gebräuchlichen

Apparate werden soeben erst in der Schweiz eingeführt. Da der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) bereits eine Diskussionsversammlung über dieses Thema einberufen hatte, werden wir lediglich folgende Punkte wiederholen:

Wir hatten vorgehend darauf hingewiesen, dass die Auswirkungen der Elektrisierung auf den menschlichen Körper von der diesen Organismus durchfliessenden Stromstärke sowie von der Dauer des Stromdurchflusses abhängen.

Ausserdem erwähnten wir ebenfalls, dass in einer Anlage mit einer Anschlußspannung von beispielsweise 220 V die Vermeidung der Brandgefahr die Beschränkung eines Fehlerstromes in der Grössenordnung von 270 mA auf höchstens 0,8 Sekunden Dauer erfordert. Es handelt sich dabei um eine sehr strenge Forderung, welche weder durch die Schutzerdung noch die Schutztrennung zufriedenstellend erfüllt werden kann.

Ein Fehlerstromschutzschalter ist dagegen tatsächlich in der Lage, einen vorausbestimmten Fehlerstrom, welcher gewöhnlich zwischen 50 bis 500 mA festgesetzt wird, innert den Bruchteil einer Sekunde zu unterbrechen.

Es handelt sich also um eine tatsächlich recht wirksame Schutzvorrichtung, sowohl was die Elektrisierungs- wie auch die Brandgefahr anbetrifft.

Seine Anwendung setzt aber die Erfüllung folgender beiden Bedingungen voraus:

a) Die zu schützende Anlage muss über Schutzleiter verfügen, welche von den aktiven Nulleitern unabhängig sind, wodurch die Nullung gemäss Schema III ausgeschlossen ist.

b) Der für die Sicherheit verantwortliche Schalter muss absolut einwandfrei funktionieren. Wir dürfen zuversichtlich behaupten, dass dies für die Apparate zutreffen wird, welche den soeben in Kraft gesetzten Sicherheitsvorschriften für den Bau von Fehlerstromschutzschaltern entsprehen.

VI. Schlussfolgerungen

Am Abschluss unserer Ausführungen gelangen wir zu folgenden Feststellungen:

1. Es gibt keine ideale Schutzart.

2. Es sollte alles unternommen werden um die Hersteller zu veranlassen, nur elektrische Apparate mit Sonderisolierung auf den Markt zu bringen.

3. Infolge ihrer Nachteile wird die direkte Erdung immer seltener angewendet werden.

4. Trotz ihrer Nachteile kann die Nullung als eine brauchbare Schutzvorrichtung betrachtet werden, sofern der Nulleiter an verschiedenen Stellen an ein metallisches Wasserleitungsnetz angeschlossen wird.

5. Die Anwendung von Schutzschaltern für Fehlerstrom gestattet eine wesentliche Erhöhung der Sicherheit, sofern die Apparate auch tadellos funktionieren, wobei wir feststellen dürfen, dass diese Bedingung heute durchaus erfüllt werden kann.

6. Diese Erhöhung der Sicherheit ist bei den durch den Nulleiter nach Schema III geerdeten Anlagen leider nicht erreichbar.

Adresse des Autors:
Ch. Ammann, Chef des Eidg. Starkstrominspektorates in Lausanne, Escalet, Chemin Fénix, 1095 Lutry.

Vor- und Nachteile der Nullung nach Schema I

von *J.-P. Leuba,* Lausanne

Wir müssen uns vollkommen bewusst sein, dass heutzutage noch keine absolut wirksame Vorrichtung zum Schutz von Personen und Gegenständen besteht. Selbst die Benutzung der Kleinspannung, ohne Berücksichtigung der praktischen Unmöglichkeit ihrer allgemeinen Anwendung in der Industrie und im Haushalt, kann nicht sämtliche Brandgefahren verhüten. Ausserdem kann man sich sehr leicht einen durch einen Abwärtstransformator verursachten Unfall vorstellen, bei welchem der Sekundärstromkreis ein weit über 50 V gelegenes Potential erreicht.

Der Stromlieferant muss also — immer unter Berücksichtigung der Anwendungsmöglichkeiten — das bestgeeignete Mittel wählen. Sofern die Bedingungen des Abschnittes 26 der eidgenössischen Starkstromverordnung erfüllt werden, wird seit Jahren die Nullung zu diesem Zweck benutzt.

Gewöhnlich wurde diese Nullung gemäss Schema III der Hausinstallationsvorschriften ausgeführt. Die 1927 und 1940 datierten Ausgaben der HV erwähnen jedoch beide die Nullung gemäss Schema I.

Wenn die Unglücksfälle bis vor einigen Jahrzehnten noch relativ selten waren, so soll man dabei nicht vergessen, dass die elektrischen Apparate damals noch nicht dermassen verbreitet waren wie heute, wo die Zahl der elektrischen Haushaltgeräte und Werkzeuge so stark gestiegen ist, dass auch die Unfallgefahr bedeutend erhöht wurde.

Die Nullung gemäss Schema I wurde nun seit einigen Jahren eingeführt und jeder Stromlieferant befasste sich alsdann mit diesem Problem.

Wie bei jedem Entschluss müssen auch die Vor- und Nachteile dieses neuen Nullungsschemas gegenseitig abgewogen werden.

Die erste Frage, welche sich in diesem Zusammenhang aufdrängt, lautet folgendermassen: Hätte die Nullung nach Schema I Unglücksfälle verhütet, die sich in den nach Schema III geschützten Anlagen ereigneten?

Mangels statistischen Angaben kann diese Frage nicht beantwortet werden, doch können wir wenigstens das Gutachten des Herrn Dr. Alfred Hösl aus München erwähnen:

«Der Autor — also Hösl — hat 122 Fälle von Elektrokutionen, welche von 1953 bis 1963 durch Niederspannung verursacht wurden, untersucht.

Mit 34 Toten, d. h. 28 % wird in erster Linie die Verwechslung der Pol- und Nulleiter in Hausinstallationen mit Nullung gemäss Schema III aufgeführt, wobei dieser folgen-

schwere Fehler in 15 Fällen durch den Elektriker begangen wurde. Durch die Unterbrechung des Nulleiters wurden 10 Personen, d. h. 8 % getötet. Von diesen 122 Opfern wären insgesamt 44, also ca. ⅓ gerettet worden, wenn die Nullung gemäss Schema I statt Schema III ausgeführt worden wäre.» (Schluss der Ausführung)

Die für die Sicherheit der Benützer elektrischer Anlagen verantwortlichen Stellen werden sich diese Erklärung wohl reiflich überlegen, da sie bei der Nullung eindeutig zugunsten der Anwendung des Schemas I Stellung nimmt.

Die von Hösl erwähnten Unfallursachen sind wohlbekannt; insbesonders die Unterbrechung des Nulleiters. Bei der Nullung gemäss Schema III erreichen infolge der bestehenden Verbindung des Nulleiters mit den berühr- oder erfassbaren leitenden Teilen diese bei Unterbrechung des Nulleiters ein verhältnismässig hohes Potential, welches oft an die 220 V grenzt. Befindet sich der Benützer an einer nicht genügend gegen die Erde isolierten Stelle, so wird der Stromkreis durch einen Teil seines Körpers geschlossen. Je nach den Umständen ereignet sich dann eine Elektrokution, oder nur eine Elektrisierung, welche aber im Zusammenhang mit einem Sturz ebenso unheilvolle Folgen haben kann.

Die speziell unter Berücksichtigung der einphasigen Haushaltgeräte und Werkzeuge erörterte Begründung, derzufolge eine Unterbrechung des Nulleiters infolge der gleichzeitigen Betriebsunterbrechung dieser Apparate die Aufmerksamkeit des Benützers erweckt, ist trügerisch, denn der Besitzer wird wohl kaum je vermuten, dass er gerade in diesem Augenblick Gefahr läuft, elektrisiert zu werden. Er wird im Gegenteil eine Strompanne, eine durchgebrannte Sicherung, den schlechten Kontakt einer Schaltvorrichtung vermuten, und wir dürfen uns noch glücklich schätzen, wenn er den Apparat nicht fest umfasst um ihn zu schütteln, in der Annahme, dass eine etwas energische Behandlung seinen Betrieb fördere. Die gewöhnlichen Sterblichen — dieser drastische Ausdruck hat hier seine volle Berechtigung — haben überhaupt keinen Begriff von den durch die Unterbrechung des Nulleiters verursachten Gefahren.

Die Benützung eines vom Nulleiter getrennten Schutzleiters, wie sie in den Hausinstallationsvorschriften unter Ziffer 41 212.10 für ortsveränderliche Leitungen vorgeschrieben ist, vermeidet tatsächlich die durch den Unterbruch des Nulleiters verursachten Gefahren bereits bei den Steckvorrichtungen, also den diesbezüglich heikelsten Teilen einer Installation.

Diese Gefahr wird ausserdem durch die immer häufigere Benutzung der mit Sonderisolierung versehenen ortsveränderlichen Geräte gebannt.

Welches sind nun die Auswirkungen einer Nullung nach Schema I? Eine Unterbrechung des Nulleiters wird diese Anlage nicht gefährden, ausser wenn diese Unterbrechung bereits vor der Anschlußsicherung, also praktisch im Bereich des Verteilnetzes erfolgt. Ein solcher Fehler, der freilich im Bereich der Möglichkeiten liegt, ist jedoch recht unwahrscheinlich. Schliesslich gibt es ja keine hundertprozentig wirksame Schutzmassnahme, wie wir dies bereits vorgehend erwähnten.

Die Trennung des Schutzleiters bleibt an sich ungefährlich. Eine Elektrisierungsgefahr wird erst durch die Mitwirkung eines zweiten Fehlers, durch zufälliges Unterspannungsetzen von leitenden Teilen des Apparates ausgelöst. Diese Möglichkeit ist nicht immer ausgeschlossen, aber seine Wahrscheinlichkeit ist immerhin bedeutend geringer als eine einfache Unterbrechung des Nulleiters.

In dieser Beziehung ist somit ein klarer Vorteil der Nullung gemäss Schema I gegenüber der Nullung nach Schema III zu verzeichnen.

Die Möglichkeit einer Inversion zwischen Pol-, Null- und Schutzleiter sei noch kurz erwähnt. Bei Zweileiternetzen, welche die Nullung nach Schema III anwenden, wird eine solche Verwechslung stets leitende Teile eines Apparates unter Spannung setzen und dadurch Elektrisierungs- oder Elektrokutionsgefahr hervorrufen.

Bei der gemäss Schema I ausgeführten Nullung wird die Kreuzung des Polleiters mit dem Schutzleiter dieselben Gefahren bieten, während eine Verwechslung des Nulleiters mit dem Polleiter ungefährlich bleibt. Der mit drei verschiedenen Leitern beschäftigte Monteur muss aber allerdings besser auf seine Anschlüsse achten und ist grobfahrlässigen Fehlern somit weit weniger ausgesetzt. Selbst im Falle einer fehlerhaften Kreuzung besteht dann auf insgesamt drei nur eine einzige Möglichkeit, die Anlage zu gefährden. Demzufolge ist die Nullung gemäss Schema I auch in dieser Beziehung vorteilhafter.

Als weiteres Element ist der Fehlerstromschutzschalter, der bereits in Frankreich und in Deutschland verbreitet ist, zu berücksichtigen. In absehbarer Zeit wird derselbe ebenfalls in der Schweiz Anwendung finden. Diese Vorrichtung benötigt einen vom Nulleiter unabhängigen Schutzleiter. Damit wird die Anwendung des Fehlerstromrelais zwangsläufig auf die Verteilnetze mit Nullung gemäss Schema I beschränkt.

Demzufolge geniesst der Energielieferant, welcher die Nullung gemäss Schema I ausführt, den doppelten Vorteil, nicht nur die unmittelbare Sicherheit zu verbessern, sondern gleichzeitig durch die Anwendungsmöglichkeit des Fehlerstromschutzschalters mit der künftigen Entwicklung Schritt zu halten.

Erwähnenswert ist schliesslich, dass viele Anlagen wie die Digitalrechner eine «eigene» Nullung benötigen, in welcher der Nulleiter stromlos sein muss, weil sonst diese Apparate nicht zufriedenstellend arbeiten. Die Nullung gemäss Schema I gewährleistet auch in dieser Beziehung die Verhütung jeglicher auf dieses Schutzsystem zurückführenden Störungen.

Damit hätten wir die verschiedenen Vorteile der Nullung nach Schema I umrissen; wir wollen nun auch seine Nachteile erwähnen.

Diese sind in erster Linie wirtschaftlicher Natur, denn die erforderliche Anwendung eines speziellen Schutzleiters verteuert natürlich die Installation. Diese Verteuerung der elektrischen Anlage kann freilich recht schwer in Prozenten ausgedrückt werden, da sie für eine Fabrik, eine Villa oder ein Mietshaus recht unterschiedlich ausfallen wird. Selbst in letzterem Falle wird sich die Anordnung der Zähler, je nachdem dieselben in jedem Stockwerk oder gesamthaft im Erdgeschoss installiert wurden, recht verschiedenartig auswirken.

Auf alle Fälle darf man jedoch annehmen, dass der Aufschlag sich im Rahmen von 3 bis 5 % des Gesamtpreises der Anlage (Apparate und Leuchten nicht inbegriffen) bewegt.

Gewissenhafte Berechnungen ergaben eine Preiserhöhung von 3,5 bis 3,7 % für ein Einfamilienhaus, während sich die vorerwähnten 5 % auf Industrie und Gewerbe beziehen, in welchen das Schema I auch in Anbetracht der vielen elektrischen Werkzeuge sehr empfehlenswert ist. Bei der Besichtigung der in letzter Zeit ausgeführten Bauten darf man sich füglich fragen, ob sich die Hausbesitzer und -verwalter in ihrem nach Komfort gerichteten Trachten von Preissteigerungen dieser Grössenordnung beeindrucken liessen! Ein rascher Blick auf die luxuriöse Gestaltung der Fassaden mit ihren mit Glas und Marmor verzierten Eingängen genügt, sich davon zu überzeugen, dass eine nach Schema I ausgeführte Nullung den Bau nicht wesentlich belastet hätte.

Jedermann lässt sich den Komfort gerne etwas kosten, aber man vergisst zu leicht, dass die Sicherheit auch etwas kosten darf.

Wir sind uns auch bewusst, dass diese Erhöhung ebenfalls die Baugenossenschaften belasten wird, doch sind die elektrischen Anlagen in solchen Fällen relativ einfach, so dass die auf das Schema I zurückführende Kostenerhöhung relativ bescheidener ausfallen wird.

Kritisch veranlagte Zeitgenossen werden sicher einwenden, dass die Einführung der Nullung gemäss Schema I als Massnahme der speziell über einen Installationsdienst verfügenden Energielieferanten darauf tendiert, die erzielten Gewinne durch die ausgeführten Installationsarbeiten zu erhöhen. Sollte der Energielieferant dagegen diese Installation nicht selber ausführen, so bezichtigt man ihn des heimlichen Einverständnisses mit den Elektrikern. Derartige billige Vorwände dürfen aber die erforderlichen Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit von Personen und Gegenständen, deren Bedeutung den meisten Abonnenten leider nicht bewusst ist, nicht verhindern.

Die Einführung der Nullung gemäss Schema I wird wahrscheinlich auch gewisse Veränderungen des von den Elektrizitätswerken benutzten Materials bedingen, unter anderem gerade die Bezügerkästen, welche für den Anschluss des Schutzleiters umgebaut werden müssen. Das bisher übliche Modell muss unter Umständen aufgegeben werden, da es nicht angepasst werden kann. Der zur Einführung von 5 statt 4 Leitern verfügbare Platz kann fehlen und dann muss eben ein grösserer Kasten gewählt werden.

Gerade die Einführung eines grösseren Kastens ist recht unangenehm, wenn man erfahrungsgemäss den geringen Eifer der Baumeister kennt, genügend Platz für die elektrischen Anlagen vorzusehen. Trotzdem dürfen wir deshalb unser Ziel, die Erhöhung der Sicherheit, nicht aus den Augen verlieren.

Schliesslich müssen wir uns vollkommen bewusst sein, dass der Übergang zur Nullung gemäss Schema I regelrecht vorbereitet werden muss, und dass die Elektriker diesbezüglich genaue Anweisungen erhalten müssen. Eine planlose Mischung von Nullungen gemäss Schema I und III muss unter allen Umständen vermieden werden. Obgleich dadurch keine Unfälle entstehen können und wir höchstens den Verlust der Vorteile der Nullung gemäss Schema I riskieren, müssen wir stets eine klare, einheitliche und übersichtliche Situation anstreben.

In den Neubauten wird das Problem keine Schwierigkeiten aufwerfen. Dagegen müssen wir die Änderungen oder Vergrösserungen der bestehenden Anlagen sehr sorgfältig prüfen, um raschmöglichst eine allgemeingültige Anwendung der Nullung gemäss Schema I zu erzielen. Viele Energielieferanten haben sich bereits für die Nullung gemäss Schema I entschlossen, ohne dass ihnen daraus erhebliche Schwierigkeiten oder bedeutende Störungen erwachsen wären.

Welche Schlussfolgerungen ergeben sich aus diesem kurzen Überblick?

Eines steht auf jeden Fall fest: Das Werk, welches der Nullung gemäss Schema I vor einigen Jahren zugestimmt hat, handelte dabei im psychologisch günstigsten Moment. Zu jener Zeit verlor sich die Kostenerhöhung der elektrischen Installationen in der allgemeinen Preiserhöhung der Baukosten und trat demnach kaum spürbar in Erscheinung. Heute, bei der vorherrschenden Tendenz der Kostenreduktion und der maximalen Einschränkung jeglicher Preisaufschläge ist dies nicht mehr der Fall. Die Lage hat sich geändert, und wir müssen zu unserem Bedauern feststellen, dass die Anwendung von Sicherheitsvorkehrungen dadurch gehemmt wird.

Trotzdem müssen wir die Sicherheit als vordringlichste Aufgabe betrachten und die Vorteile der Nullung nach Schema I anerkennen. Der Stromlieferant muss sich seiner Verantwortung bewusst bleiben und sämtliche zweckmässige Massnahmen ergreifen, die Unfälle seiner Abonnenten zu vermeiden. Wenn ihm schon zwei Arten der Nullung zur Verfügung stehen, muss er da nicht das System wählen, das ihm die grössten Garantien bietet?

Die folgerichtige Konsequenz aus der Beantwortung dieser Frage ist zweifellos die Nullung gemäss Schema I.

Adresse des Autors:
J. P. Leuba, Elektrotechniker, Chef des Kontrolldienstes des Elektrizitätswerkes der Stadt Lausanne, 17 av. Druey, 1004 Lausanne.

Praktische Erfahrungen der Freiburgischen Elektrizitätswerke (EEF) mit der Nullung nach Schema III

von *M. Oberson,* Freiburg

Allgemeine Betrachtungen

Gemäss den Hausinstallationsvorschriften des SEV kann jeder Stromlieferant die Wahl der den Bedürfnissen seines Netzes am besten entsprechenden Schutzart nach freiem Ermessen treffen. Entschliesst er sich für die Nullung, so kann er dieselbe nach einem der 3 Schemata I, II oder III ausführen. Es dürfte übrigens wohlbekannt sein, dass im Schema III die Ausführung gewisser Anlageteile gemäss Schema I einbezogen ist (Nullung von ortsveränderlichen Apparaten).

Der schwache Punkt des Schemas III ist uns gleich aufgefallen: Bei der Trennung des Nulleiters einer Hausinstal-

lation können einzelne oder mehrere Apparategehäuse (die übrigens ansonst einwandfrei isoliert sind) die volle Netzspannung gegenüber der Erde aufweisen. Daraus ergab sich die Folgerung, dass die Verwendung des Nulleiters wohl zum Schutze der stationären, nicht aber der ortsveränderlichen Leitungen zulässig sei.

Die nachfolgenden Ausführungen bezwecken keinen Vergleich der Vor- und Nachteile der beiden Systeme. Wir möchten gleichwohl darauf hinweisen, dass bei einer Unterbrechung des Nulleiters in einer Anlage nach Schema III der Fehler sofort ersichtlich wird, sofern der Rückfluss des Nulleiterstromes zum Netz nicht durch eine Wasserleitung erfolgt. Im Schema I bleibt eine Unterbrechung des Schutzleiters an und für sich ungefährlich, doch der Schutzmangel und gerade der Umstand, dass derselbe überhaupt nicht bemerkt wird, bilden für die Anlage eine recht schwerwiegende Gefahr. Dieser Fehler kann nur durch eine Kontrolle entdeckt werden.

Wir wollen uns nun mit den durch die EEF im Laufe langer Jahre in ihren Verteilnetzen gesammelten Erfahrungen befassen. Sofern wir nicht irren, wurde die Erdung durch den Nulleiter im Jahre 1926 eingeführt.

Bei Betriebsleitern und Kontrolleuren ermittelte Untersuchungsergebnisse

Wir dürfen gleich ohne weiteres behaupten, dass die Nullung gemäss Schema III in den Netzen der EEF im allgemeinen zufriedenstellende Resultate ergeben hat. Man kann sich übrigens leicht vorstellen, dass diese auch gar nicht anders sein konnten, denn bei wirklich ungünstigen Erfahrungen (wiederholte tödliche Unfälle) hätte sich eine unverzügliche Änderung der Massnahmen aufgedrängt. Infolge der Fülle dieser Untersuchungsergebnisse scheint eine übersichtliche Gruppierung der Einzelfälle ratsam.

1. Unterbrechung des Nulleiters im Freileitungsnetz

Solche Fälle ereignen sich eher selten. Dabei können wir gleich feststellen, dass sich dieselben beim Schema III wie auch beim Schema I in gleicher Weise auf die Hausinstallationen auswirken.

In Bethlehem (Schmitten) wurde ein Nulleiter aus Aluminium von 7 mm ⌀ unterbrochen und geriet mit einer

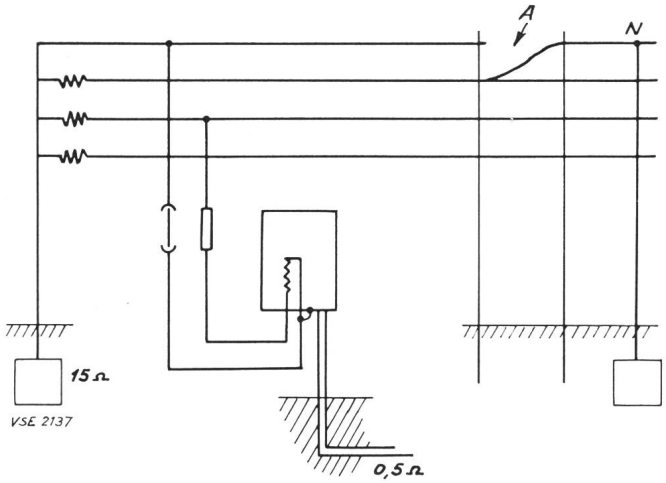

Fig. 1
Brand des Nulleiters eines elektrischen Warmwasserspeichers bei Kurzschluss zwischen Phase und Erde
A = Bruch des Nulleiters
N = Erdung des Nulleiters

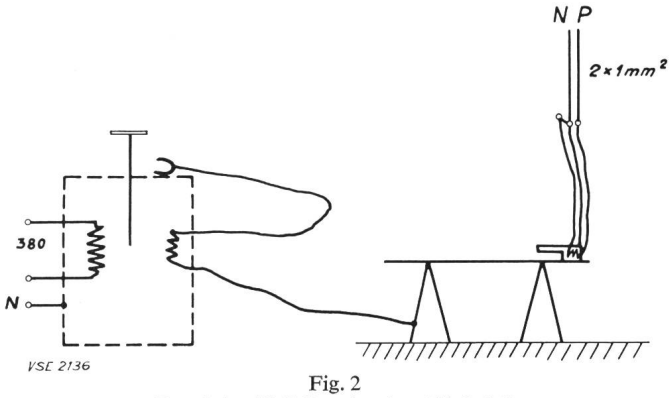

Fig. 2
Brand des Nulleiters in einer Werkstatt
(Schweissanlage)

Phasenleitung in Kontakt. Dadurch verbrannte die Speiseleitung einer Waschmaschine. In Dietisberg (Wünnewil) hatte sich ein Nulleiteranschluss gelöst, dabei sind die Leitungen eines Warmwasserkessels und eines kombinierten Kochherdes durchgebrannt. Es sind noch weitere, aber glücklicherweise harmlos verlaufene Fälle bekannt. In Payerne (Bas Vuary) brach der Nulleiter während der Umstellungsarbeiten und verursachte lediglich eine leichte Elektrisierung der Benützer, da der Nulleiter eine Spannung von ca. 85 V gegen Erde aufwies.

2. Unterbrechung des Nulleiters in einer Hausinstallation

Das Netz I meldete 6 derartige Fälle, von welchen einer ausführlich beschrieben ist. In St. Ours wurde beim Einbau der Anschlussicherung in einem Gipskasten der Nulleitertrenner bei einem Kunden nicht geschlossen. Die Stromrückleitung durch die Wasserleitung erfolgte über den genullten Warmwasserspeicher (Leitung von 1,5 mm²).

Im Netz II hatte sich ein Nulleiter am Zähler gelockert und in Lac Noir wurde ein mit einer Schleifmaschine beschäftigter Arbeiter elektrisiert. In Flamatt ereignete sich der Unterbruch des Nulleiters an der Hauptsicherung und verursachte dabei Beschädigungen der Radio- und Fernsehempfänger. Das freiburgische Stadtnetz ermittelte ausserdem, dass die meisten Unterbrechungen der Nulleiter in den Hausinstallationen auf ungeschickte Bedienung von Schweissgeräten zurückzuführen sind. Ein Bild illustriert diesen gefährlichen Vorgang. Zu beachten ist, dass die Anwendung des Schemas I eine solche Gefahr nicht ausschliesst. Gelegentlich wird ebenfalls berichtet, dass die Nulleitertrenner zu fehlerhaften Kontakten oder gar zu Unterbrechungen führen, wie dies im Netz von Châtel registriert wurde. Bei dieser Gelegenheit entstand aber glücklicherweise nur eine Überspannung an den Lampen, die die Aufmerksamkeit der Benützer erweckten. In Payerne ereigneten sich solche Fälle mit Einführungskabeln und Aluminium-Hausleitungen, welche noch zu Kriegszeiten montiert worden waren; schwere Unfälle wurden dabei nicht gemeldet.

Herr Morel, Kontrolleur, berichtet uns schliesslich Folgendes: In einer Freiburger Villa wurden mehrere Sicherungen durch eine gemeinsame Brücke gespeist. Infolge des fehlerhaften Kontaktes der beim Nulleiter gelegenen ersten Sicherung wurde eine Hausfrau beim Berühren der Kühlschrankklinke elektrisiert.

Der Chefkontrolleur berichtet schliesslich ebenfalls, dass sich hinter den Schalttafeln häufig Nullpunktklemmen be-

finden, deren Schrauben ungenügend angezogen sind. Ausserdem geschieht es allzu häufig, dass die gleiche Nullpunktklemme zur Befestigung von Leitern mit grossen und kleinen Querschnitten benutzt werden, wodurch ein sicherer Kontakt der letzteren nicht gewährleistet werden kann.

3. Steckdose mit Phase an dem Schutzkontakt

Solche Fälle waren, nach den statistischen Erhebungen zu schliessen, vor 2 oder 3 Jahren sehr zahlreich, sind aber heute dank der aufklärenden Tätigkeit der Kontrolleure eher selten geworden. Das Netz III hat im Jahre 1965 nur 3 solcher Fälle registriert. Immerhin kann man sich nur mit Mühe die Ursachen solcher grober Fehler vorstellen.

In erster Linie müssen wir dafür einen gewissen Mangel an qualifizierten Arbeitskräften nennen, ferner eine überstürzte, flüchtige Ausführung der Installation und schliesslich die Unmöglichkeit, diesen Fehler durch einen Spannungsprüfer zu entdecken, da die Anlage ja gar nicht unter Spannung ist. Schliesslich sind gewisse Steckdosen richtig angeschlossen, während der Fehler anderswo an den Abzweigdosen oder den Sicherungen liegt. Der Kontrolleur des Netzes I berichtet diesbezüglich folgenden typischen Fall:

Beim Umbau einer Sicherungstafel einer bestehenden Anlage in La Roche kreuzte ein Monteur versehentlich an einer Sicherung I P+N die Zuleitungen einer Steckdose 2 P+N, so dass der Schutzkontakt dieser Steckdose an die Phase angeschlossen wurde. Kurze Zeit später wurde an diese Dose eine Bohrmaschine angeschlossen, deren Metallgehäuse sich demzufolge unter Spannung befand. Der von einem starken elektrischen Schlag getroffene Arbeiter fiel von seinem Gerüst und musste in ärztliche Behandlung gebracht werden.

Die Untersuchung zeigt gesamthaft gesehen einen starken Rückgang solcher Fehler, welche glücklicherweise bisher keinen schweren Unfall verursachten. Neulich sagte uns ein Kontrolleur: «Wir sind nochmals davongekommen; wir haben Glück gehabt!» Mit gleicher Berechtigung dürfen wir entgegnen: Wir dürfen uns wegen der gewissenhaften und tatkräftigen Unterstützung der Kontrolleure glücklich schätzen, da schliesslich ja diese die qualitative Verbesserung der Installationsarbeiten wirksam gefördert haben. Vom menschlichen Standpunkt aus betrachtet ist dies leicht verständlich. Es ist ja immer recht unangenehm, anlässlich einer Kontrolle auf eine grobe Fahrlässigkeit aufmerksam gemacht zu werden. Bei dieser Gelegenheit werden Ihnen die Anhänger des Schemas I wahrscheinlich beweisen, dass in diesem Fall die Möglichkeit eines Phasenanschlusses auf dem Schutzkontakt geringer sei. Persönlich sind wir aber gar nicht geneigt, den Elektriker des 20. Jahrhunderts als unzurechnungsfähigen Stümper zu betrachten und die Sicherheit unserer Abonnenten einer problematischen Wahrscheinlichkeitsberechnung zu überlassen.

4. Fehlende Nullung infolge fehlender Verbindung zwischen Nulleiter und Metallgehäuse

Diese leider recht häufigen Fälle beziehen sich auf die in Badezimmern üblichen Metallkästen mit eingebauter Lampe. Da diese Gegenstände dem Schema I zugeordnet sind, vergessen die Monteure recht oft den Nulleiter des Netzes mit der Schutzklemme zu verbinden, wodurch das Metallgehäuse nicht geerdet ist, was in einem Badezimmer recht gefährlich ist.

Ausser diesen spezifischen Unterlassungen kamen noch viele andere Fehler vor. Im Netz I wurden insgesamt 123 Fälle registriert.

Herr Morel, Kontrolleur, berichtet uns einen weiteren interessanten Fall: In einem Sechsfamilienhaus in der Cité des Alpes war der Nulleiter vollständig von dem der Steigleitung getrennt, da der Nulleiter an der Abzweigung der Steigleitung einfach vergessen worden war. Die Anlage blieb über ein Jahr in diesem Zustand. Dank dem Anschluss des vom Netz getrennten Nulleiters mit der Wasserleitung der Warmwasserspeicher schien der Betrieb vollkommen normal.

Herr M. Fasel schildert uns ebenfalls folgenden Fall: In Torny-le-Grand war der in der Küche installierte Kühlschrank nicht genullt, da die Nullpunktklemme nicht mit der Schutzklemme verbunden war, an welcher der Kühlschrank angeschlossen war.

5. Isolationsmessungen

Den Untersuchungsergebnissen zufolge scheinen solche Messungen in den meisten Fällen praktisch undurchführbar. Diese Arbeit würde, anders ausgedrückt, dermassen viel Zeit beanspruchen, dass man sehr rasch davon absehen müsste. Die Vielfalt der Stromverbraucher bedingt, dass die Phasenleiter auch an den vielen Stellen mittels Widerständen und Spulen mit dem Nulleiter verbunden sind, während der letztere ausserdem mit geerdeten Metallgehäusen verbunden ist. Um den Isolationswiderstand gesamthaft, d. h. in den drei Phasen und dem Nulleiter erfassen zu können, müsste man in der Anlage sämtliche Verbindungen zwischen dem Nullleiter und den ihm angeschlossenen Gehäusen lösen und ein derartiger Arbeitsaufwand steht selbstredend in keinem Verhältnis zu dem beabsichtigten Zweck. Beim Schema I dagegen ist das Dreiphasen-System + Nulleiter vollkommen von der Erde isoliert, so dass die Messung des Isolationswiderstandes keine Schwierigkeiten bereitet.

Ausser den zur Bestimmung der Isolation benötigten Geräten benützen die Kontrolleure häufig sog. Erdschlussmessgeräte. Diese von der Netzspannung gespeisten Instrumente ermöglichen die direkte Ablesung des Kurzschlußstromes an irgendeiner fehlerhaften Stelle und erlauben ferner festzustellen, ob die entsprechende Sicherung nicht zu stark gewählt wurde, um in der vorgesehenen Zeitspanne durchzubrennen. Gleichzeitig kann man sich ebenfalls von der Nullung des Gehäuses überzeugen.

Man darf sich allerdings fragen was passiert, wenn der zur Erdung benutzte Nulleiter bereits vor der Meßstelle unterbrochen ist. Riskiert man dabei, nicht nur das Gehäuse des zu prüfenden Apparates, sondern noch andere an diesen Nulleiter angeschlossene Gehäuse unter Spannung zu setzen? Die unter solchen Umständen ausgeführten Messungen könnten gegebenenfalls eine Elektrokution trotz unverzüglicher Abschaltung der Apparate verursachen.

Diese Zeilen waren kaum geschrieben, als unsere Befürchtungen durch einen eindeutigen Rapport von Herrn Fasel, Kontrolleur, bestätigt wurden: «In Ependes war eine Hausfrau in der Waschküche anwesend, als ich gerade die Nullungs-Prüfung des Metallgehäuses der Steckdose 3 P+N+E ausführte. Zu diesem Zweck benutzte ich den «DUSPOL», ein Instrument, bei welchem ein Stecker mit der Phase und der andere mit dem zu prüfenden Metallgehäuse in Kontakt gebracht wird. Um mir die Arbeit zu er-

leichtern, erfasste die Hausfrau den Deckel des zu prüfenden Metallgehäuses; *da aber die Verbindung des Nulleiters mit dem Metallgehäuse nicht ausgeführt worden war,* floss der Strom vom Gehäuse zur Erde durch den Körper dieser Person, welche einen starken elektrischen Schlag erlitt und ärztlich behandelt werden musste.»

In diesem speziellen Fall wurde nur das Gehäuse eines Objektes bei der Messung unter Spannung gesetzt. In anderen Fällen, bei der Unterbrechung des Nulleiters beispielsweise, könnten noch andere Apparategehäuse unter Spannung zu stehen kommen. Gerade beim Schema I wäre es speziell angebracht, den durchgehenden Verlauf des Schutzleiters periodisch zu prüfen, denn wenn derselbe irgendwo getrennt wurde, ist dies nirgends ersichtlich. Eine derartige Kontrolle mittels Erdschlussmessgeräten wäre äusserst gefährlich.

Schlussfolgerungen

Die bei den EEF mit dem Schema III gesammelten Erfahrungen sind, gesamthaft betrachtet, zufriedenstellend.

Wie andere Redner es bereits bestätigt haben werden, eignet sich das Schema III sehr schlecht zur Anwendung eines Fehlerstromschutzschalters, während das Schema I zu diesem Zweck sozusagen ausersehen ist.

Die Zweckmässigkeit einer allgemeinen Anwendung von Selbstauslösern steht noch zur Diskussion. Die Abklärung der Frage, wie sich derart empfindliche Apparate nach mehreren Betriebsjahren, ja bei manchen sogar nach jahrelanger Ruhe bewähren, ist heute noch nicht möglich.

Ausserdem bietet ihre Anwendung in weitverzweigten Anlagen erhebliche Schwierigkeiten. Es ist doch vollkommen unzulässig, beim Auftreten eines Fehlers die ganze Anlage abzuschalten; die Ausschaltung soll sich selbstverständlich nur auf den fehlerhaften Teil beschränken.

Vorderhand ist nichts dagegen einzuwenden, dass besonders gefährliche Anlagen (Baustellen, Schaubuden usw.) nach dem Schema I ausgeführt und mit Fehlerstromschutzschalter ausgerüstet werden.

Eine lediglich durch die Anwendung der Fehlerstromschutzschalter begründete Verallgemeinerung des Schemas I wäre dagegen eine reichlich überstürzte Massnahme, welche die Vorteile dieser Neuheit überschätzt.

Bevor wir abschliessen, wäre eine Untersuchung gewisser Schwierigkeiten bei der Anwendung der Nullung zweifellos aufschlussreich. Es handelt sich um die zwischen Erde und Freileitungsnetz entstehenden Kurzschlüsse, welche unter gewissen Umständen Brände verursachen können.

Nehmen wir mal an, dass sich in einer Installation ein Warmwasserspeicher schwacher Leistung befindet; derselbe wird durch eine Leitung von 2×1 mm² gespeist, welche gemäss Schema I oder III an den Nulleiter angeschlossen wurde. Der Nulleiter des Netzes ist geerdet, wobei sich die Erde in 400 m Entfernung befindet. Der Übergangswiderstand der Erdelektrode (Platte) erreicht 15 Ohm, während der Übergangswiderstand zur Erde durch die Wasserleitung des Wasserspeichers (recht ausgedehnte Leitung) nur 0,5 Ohm beträgt. Unter solchen Umständen ist es leicht vorauszusehen, dass bei einem Kurzschluss zwischen Phase und Erde ein gegenüber der Erdung des Transformators dreissigmal stärkerer Fehlerstrom durch die Zuleitung des Warmwasserspeichers fliesst. Bei einem zwischen dem Nulleiter und der Phase des Freileitungsnetzes eintretenden Kurzschluss, kann der Strom im Nulleiter des Warmwasserspeichers die thermische Grenze dermassen überschreiten, dass der Leiter rasch Feuer fängt.

In solchen Fällen scheint die Anlage tatsächlich schwere Mängel aufzuweisen. Wird ein solcher mit 2×1 mm²-Leiter gespeister Warmwasserspeicher an den Nulleiter angeschlossen, so wird ja gleichzeitig der Nulleiter des Netzes durch einen Leiter von sehr kleinem Querschnitt mit der Erde verbunden. Das wurde vom Elektriker bestimmt nicht beabsichtigt, aber an dieser Tatsache lässt sich nun nichts ändern und diese Verbindung kann je nach den Umständen die Rolle einer Nullung des Warmwasserspeichers wie auch der Erdung des Netzes spielen.

Diese Schwierigkeit muss sich sicher leicht beheben lassen. Jedesmal wenn ein Stromverbraucher mit natürlicher Erdung (Warmwasserspeicher, Motorpumpe usw.) genullt wird, sollte der Nulleiter des Netzes durch die Wasserleitung an der Einführung des Gebäudes geerdet werden, und zwar mittels eines Leiters von 16 mm² Querschnitt. Man darf sich sogar fragen, ob diese Vorschrift nicht allgemein beachtet werden sollte und ob der Anschluss des Nulleiters an die Wasserleitung in jedem Gebäude gefordert werden sollte, eventuell unter Benützung von Erdelektroden falls die Metalleitung zu kurz wäre.

Die glücklichen Auswirkungen dieser Massnahmen sind leicht vorauszusehen. Da das metallische Leitungsnetz der städtischen Wasserwerke infolge der Einführung von Eternit-Hauptleitungen immer mehr zerstückelt wird, kann eine Vielfalt von Erdungen des Nulleiters diesen Mangel beheben und die gefährlichen Konsequenzen dieser kritischen Situation vermeiden.

In den Gebäuden selber erfolgt die Wasserversorgung immer durch metallische Leitungen. Selbst wenn die metallische Erdleitung relativ kurz ist, bildet sie trotzdem eine Erdelektrode, deren Übergangswiderstand zur Erde ausserdem durch eine Platte oder ein Band verbessert werden kann. Das Ergebnis dieser Massnahmen kann folgendermassen zusammengefasst werden:

1. Der Übergangswiderstand zur Erde des gesamten Nullleiternetzes wird sehr gering sein.

2. Die innerhalb der Gebäude befindlichen Wasserleitungen sind mit der Erde verbunden und können bei Defekten bestimmter Apparate kein gefährliches Potential erreichen.

3. Im Falle einer Trennung des Nulleiters eines Freileitungsnetzes sind weniger schlimme Auswirkungen zu befürchten als wenn die Erdungen 500 m entfernt liegen, da der Rückstrom des Nulleiters in vielen parallelen Bahnen zum Transformator zurückkehren kann.

4. Die zur Nullung dienenden Leiter der in natürlichem Kontakt mit der Erde befindlichen Apparate sind bei Netzstörungen nicht feuergefährdet.

Obgleich sich dieser letzte Punkt sowohl auf die Installationen gemäss Schema I wie auch Schema III bezieht, verdient er seiner Wichtigkeit zufolge eine gebührende Beachtung. Eine diesbezügliche Stellungnahme des Starkstrominspektorates und der Elektrizitätswerke wird sicher sehr aufschlussreich sein.

Adresse des Autors:
Maurice Oberson, Ing. dipl., route Fort-St-Jacques, 1700 Fribourg.

Wirtschaftliche Mitteilungen

Unverbindliche mittlere Marktpreise

je am 20. eines Monats

Metalle

		Jan.	Vormonat	Vorjahr
Kupfer (Wire bars) [1]	Fr./100 kg	539.—	528.—	743.—
Banka/Billiton-Zinn [2]	Fr./100 kg	1467.—	1467.—	1712.—
Blei [1]	Fr./100 kg	106.—	104.—	138.—
Zink [1]	Fr./100 kg	127.—	130.—	135.—
Roh-Rein-Aluminium für elektr. Leiter in Masseln 99,5 % [3]	Fr./100 kg	230.—	230.—	230.—
Stabeisen, Formeisen [4]	Fr./100 kg	58.80	58.80	58.80
5-mm-Bleche [4]	Fr./100 kg	48.—	48.—	48.—

[1]) Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 50 t.
[2]) Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 5 t.
[3]) Preise franko Empfangsstation, verzollt, bei Mindestmengen von 10 t.
[4]) Preise franko Grenze, verzollt, bei Mindestmengen von 20 t.

Metalle

		Feb.	Vormonat	Vorjahr
Kupfer (Wire bars) [1]	Fr./100 kg	521.—	539.—	820.—
Banka/Billiton-Zinn [2]	Fr./100 kg	1467.—	1467.—	1704.—
Blei [1]	Fr./100 kg	107.—	106.—	133.—
Zink [1]	Fr./100 kg	128.—	127.—	134.—
Roh-Rein-Aluminium für elektr. Leiter in Masseln 99,5 % [3]	Fr./100 kg	230.—	230.—	230.—
Stabeisen, Formeisen [4]	Fr./100 kg	58.80	58.80	58.80
5-mm-Bleche [4]	Fr./100 kg	48.—	48.—	48.—

[1]) Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 50 t.
[2]) Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 5 t.
[3]) Preise franko Empfangsstation, verzollt, bei Mindestmengen von 10 t.
[4]) Preise franko Grenze, verzollt, bei Mindestmengen von 20 t.

Flüssige Brenn- und Treibstoffe

		Jan.	Vormonat	Vorjahr
Reinbenzin/Bleibenzin	Fr./100 l	45.15[1])	45.05[1])	44.50[1])
Dieselöl für strassenmotorische Zwecke	Fr./100 kg	55.65[2])	55.65[2])	45.90[2])
Heizöl extraleicht	Fr./100 kg	13.50[2])	13.20[2])	12.70[2])
Industrie-Heizöl mittel (III)	Fr./100 kg	9.80[2])	9.80[2])	9.90[2])
Industrie-Heizöl schwer (V)	Fr./100 kg	8.40[2])	8.40[2])	8.70[2])

[1]) Konsumenten-Zisternenpreise franko Schweizergrenze Basel, verzollt, inkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t.
[2]) Konsumentenpreis franko Basel-Rheinhafen, verzollt, exkl. WUST.

Flüssige Brenn- und Treibstoffe

		Feb.	Vormonat	Vorjahr
Reinbenzin/Bleibenzin	Fr./100 lt	45.15[1])	45.15[1])	44.05[1])
Dieselöl für strassenmotorische Zwecke	Fr./100 kg	55.65[2])	55.65[2])	46.20[2])
Heizöl extraleicht	Fr./100 kg	13.50[2])	13.20[2])	13.20[2])
Industrie-Heizöl mittel (III)	Fr./100 kg	9.80[2])	9.80[2])	10.10[2])
Industrie-Heizöl schwer (V)	Fr./100 kg	8.40[2])	8.40[2])	8.70[2])

[1]) Konsumenten-Zisternenpreise franko Schweizergrenze Basel, verzollt, inkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t.
[2]) Konsumentenpreis franko Basel-Rheinhafen, verzollt, exkl. WUST.

Kohlen

		Jan.	Vormonat	Vorjahr
Ruhr-Brechkoks I/II [1]	Fr./t	126.—	126.—	123.—
Belgische Industrie-Fettkohle				
Nuss II [1]	Fr./t	84.50	84.50	95.—
Nuss III [1]	Fr./t	84.50	84.50	95.—
Saar-Feinkohle [1]	Fr./t	85.50	85.50	81.—
Französischer Koks, Nord (franko Genf)	Fr./t	145.40	145.40	140.40
Französischer Koks, Loire (franko Genf)	Fr./t	132.40	132.40	130.40
Lothringer Flammkohle				
Nuss I/II [1]	Fr./t	95.50	95.50	89.50
Nuss III [1]	Fr./t	93.50	93.50	85.—
Nuss IV [1]	Fr./t	93.50	93.50	85.—
Polnische Flammkohle				
Nuss III/IV [2]	Fr./t	70.—	70.—	70.—
Feinkohle [2]	Fr./t	64.—	64.—	64.—

[1]) Sämtliche Preise verstehen sich franko Waggon Basel, verzollt, bei Lieferung von Einzelwagen an die Industrie.
[2]) Mittlere Industrie-Abschlusspreise franko Waggon Basel.

Kohlen

		Feb.	Vormonat	Vorjahr
Ruhr-Brechkoks I/II [1]	Fr./t	126.—	126.—	123.—
Belgische Industrie-Fettkohle				
Nuss II [1]	Fr./t	84.50	84.50	89.50
Nuss III [1]	Fr./t	84.50	84.50	85.—
Saar-Feinkohle [1]	Fr./t	85.50	85.50	83.—
Französischer Koks, Nord (franko Genf)	Fr./t	145.50	145.40	141.40
Französischer Koks, Loire (franko Genf)	Fr./t	132.40	132.40	131.40
Lothringer Flammkohle				
Nuss I/II [1]	Fr./t	95.50	95.50	91.40
Nuss III [1]	Fr./t	93.50	93.50	88.50
Nuss IV [1]	Fr./t	93.50	93.50	86.50
Polnische Flammkohle				
Nuss III/IV [2]	Fr./t	70.—	70.—	70.—
Feinkohle [2]	Fr./t	64.—	64.—	64.—

[1]) Sämtliche Preise verstehen sich franko Waggon Basel, verzollt, bei Lieferung von Einzelwagen an die Industrie.
[2]) Mittlere Industrie-Abschlusspreise franko Waggon Basel.

Redaktion der «Seiten des VSE»: Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1;
Postadresse: Postfach 8023 Zürich; Telephon (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.

Mitteilungen — Communications

Persönliches und Firmen — Personnes et firmes

Accumulatoren-Fabrik Oerlikon, Zürich. Vor mehr als 10 Jahren hat die Accumulatoren-Fabrik Oerlikon die Walter Bertschinger AG übernommen. Die seither selbständig geführte Firma wurde nun in einen Neubau in Oerlikon verlegt und völlig in die Organisation der Accumulatoren-Fabrik eingegliedert.

Micafil AG, Zürich. Zu Vizedirektoren wurden ernannt H. Steinemann und *W. Meyer,* Mitglied des SEV seit 1962. Zum Prokuristen wurde befördert R. Rothenfluh. Handlungsvollmacht wurde erteilt an E. Huber, J.-Ch. Jacot, E. Raduner, E. Rothauer und H. Wasem.

ALUMAG Aluminium Licht AG, Zürich. Die Aktien der BELMAG Beleuchtungs- und Metallindustrie AG, Zürich, wurden von ALUMAG AG erworben.

Adolf Schmids Erben Aktiengesellschaft, Bern. P. W. Wanner, Direktor, ist Ende März von seinem Posten zurückgetreten. Als Nachfolger wurde H. Rüegger zum Direktor gewählt. Prokura wurde M. Grädel und Handlungsvollmacht O. Barth, P. Brennwalder, J. Groeneweg und P. Jaccoud erteilt.

Kurzberichte — Nouvelles brèves

Die Fernsehversorgung geographisch schwieriger Gebiete. Durch einen voll transistorisierten Umsetzer können geographisch schwierige Gebiete mit Fernsehprogrammen versorgt werden. Das Gerät ist praktisch wartungsfrei und benötigt eine Speiseleistung von maximal 15 W. Die Anlage eignet sich für Schwarz/Weiss- und Farbfernsehsendungen.

Rosenzüchtung mit Röntgenstrahlen. Durch Röntgenbestrahlung von 2650 Rosenaugen 42 verschiedener Sorten konnten in drei Jahren 396 Rosenvarianten gewonnen werden. Die Veränderungen im Blütenbereich betreffen die Form, den Durchmesser, die Füllung der Blüte und ihren Duft.

Vakuummess- und Kontrollgeräte. Ein neues Programm von Vakuummess- und Kontrollgeräten überdeckt den Druckbereich von 10^{-11}...760 Torr. Die Anzeige der Geräte ist genau und reproduzierbar, ihre Bauart ist robust und betriebssicher. Sie sind mit Anschlüssen für Schreiber und Regelgeräte versehen.

Preiswerte Feldeffekt-Transistoren. Moderne Feldeffekt-Transistoren zeichnen sich durch hohe Vorwärtssteilheit, niedriges Rauschen und geringe Restströme aus. Sie eignen sich besonders für Eingangsstufen in verschiedenen Schaltungen und bieten entwicklungsmässige und wirtschaftliche Vorteile.

Analogschaltung für Hochfrequenz. Eine neue Integrierte Analogschaltung hoher Stabilität und grosser Zuverlässigkeit wurde für Hoch- und Zwischenfrequenzverstärker, Begrenzer für Frequenzmodulations-Schaltungen (5...100 MHz) und für Oszillatoren entwickelt.

Lochstreifenleser für 1200 Zeichen/s. Für die schnelle Eingabe in Datenverarbeitungsanlagen ist ein neuer Lochstreifenleser bestimmt, der mit zwei Lesestellen versehen ist, und der im Vor- und Rücklauf maximal 1200 Zeichen/s lesen und aus dem vollen Lauf zeichengenau angehalten werden kann.

Automatische Auswertung von Flächen. Für Flurbereinigungen und andere Planungsaufgaben wurde eine Anlage zur automatischen Auswertung von Flächen gebaut. In der Anlage werden Pläne mit einer Grösse von 500×500 mm² abgetastet und nach einem vorgegebenen Programm ausgewertet. Der Abtastpunkt hat eine Grösse von $0{,}2 \times 0{,}2$ mm².

Vollautomatischer 300-MW-Kraftwerkblock. Das Kraftwerk Pleinting in der Nähe von Passau erhält eine vollautomatisch geregelte 300-MW-Turbogruppe. Die Regelung arbeitet mit Funktionsgruppensteuerung und erhält unter anderem Programme für das An- und Abfahren des Kraftwerkblocks. Grosser Wert wurde auf hohe Sicherheit gegen Störungen gelegt.

Neues Material für Schnittbandkerne. Transformatoren mit neuen Schnittbandkernen können mit einer Induktion von 17 000 Gs bei einer Frequenz von 50 Hz betrieben werden. Der Magnetisierungsstrom und die Eisenverluste von Transformatoren mit den neuen Kernen sind geringer als von solchen mit dem bisher verwendeten Kernmaterial.

Verschiedenes — Divers

Cours de technologie et dessin. L'Office fédéral de l'industrie des arts et métiers et du travail, Berne, organisera un cours de technologie et dessin professionnel pour maîtres enseignant aux classes d'apprentis monteurs-électriciens à Lausanne du 18 au 23 décembre 1967.

Des formulaires d'inscription et renseignements sont à demander à l'Office fédéral de l'industrie des arts et métiers et du travail, section de la formation professionnelle, 3003 Berne.

Probleme der integrierten Schaltungen. Das Institut für Technische Physik an der ETH veranstaltet am

5. Juni 1967
19. Juni 1967
3. Juli 1967

Vorträge über Probleme der integrierten Schaltungen. In diesen wird ein Überblick über den derzeitigen Stand dieser Technik vermittelt und darüber hinaus über die Anwendungen dieser Schaltelemente berichtet.

Die Vorträge finden jeweils 17.15 Uhr im Hörsaal 22c des Physikgebäudes ETH, Gloriastrasse 35, Zürich, statt.

Automatisierung im Bahnbetrieb. Unter diesem Motto hält die Schweiz. Gesellschaft für Automatik (SGA) am 31. Mai und 1. Juni 1967 in Bern eine Tagung ab.

Nähere Auskünfte sind vom Sekretariat der SGA, Wasserwerkstrasse 53, 8006 Zürich, zu erhalten.

Die **56. ordentliche Hauptversammlung** des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes findet am 29. Juni 1967, um 17.00 Uhr, im Gemeindesaal von Samedan statt. Im Anschluss daran spricht Prof. Dr. P. Risch über «Fremdenverkehrs- und Kurortplanung im Engadin». Am 30. Juni und 1. Juli 1967 finden ein- und zweitägige Exkursionen statt.

Le congrès de la Société Française des Electriciens se tiendra à Aix-en-Provence du 27 septembre au 1er octobre 1967 sur le thème: «L'automatisme et la qualité du service dans l'alimentation en énergie électrique à haute tension.»

Des renseignements sont à demander à la Société Française des Electriciens, 10, avenue Pierre-Larousse-92-Malakoff (Hauts-de-Seine) France.

Symposium d'analyse et de synthèse des réseaux électriques. L'académie de la République Socialiste de Roumanie, Bucarest, présentera entre le 2 et 7 octobre 1967 un Symposium concernant l'analyse et la synthèse des réseaux électriques.

Des renseignements et formulaires sont à demander au Comité d'organisation, Institutul de Energetică al Academiei Republicii Socialiste România, Sos. Vitan nr. 36 – Bucuresti (Roumanie).