

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 55 (1964)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Erfahrungen der Elektrizitätswerke im Versuchsbetrieb mit Fehlerstromschutzschaltern  
**Autor:** Hofer, F.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-916686>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 15.05.2025

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

# Energie-Erzeugung und -Verteilung

## Die Seiten des VSE

### Fehlerstromschutzschalter

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

#### Erfahrungen der Elektrizitätswerke im Versuchsbetrieb mit Fehlerstromschutzschaltern

von F. Hofer, Luzern

##### 1. Rückblick

Es ist interessant festzustellen, dass bereits im Jahre 1950 Herr *Schwegler*, Elektro-Installateur, Hergiswil bei Willisau, Konstruktionszeichnungen über Fehlerstromschutzschalter (FI-Schalter) ausgearbeitet hat. Die Verwirklichung des Vorhabens scheiterte zu diesem Zeitpunkt, da geeignete magnetische Materialien nicht zu erhalten waren, und nur ein kleines Interesse an solchen Apparaten bestand.

1954 wurden an der Hannover-Messe FI-Schalter vorgeführt. Im Jahre 1960 veranstaltete der Bayerische Landesgewerbeverband in Nürnberg eine sehr interessante Tagung über Gefahrenschutz. Damals wurde durch die Herren Diplomingenieure *Schnell* (Deutschland), und Dr. *Hösl* (Österreich), das Problem des Gefahrenschutzes eingehend erörtert.

Die damalige Aussprache mit den *Fränkischen Überlandwerken* in Nürnberg, die ca. 135 000 Abonnenten in einem Einzugsgebiet von 7600 km<sup>2</sup> versorgen (ein Gebiet das ungefähr der Grösse des Kantons Bern entspricht), ergab, dass dieses Unternehmen schon seit Jahren in seinem Versorgungsgebiet Fehlerspannungsschutzschalter (FU-Schalter) und neuerdings auch Fehlerstromschutzschalter (FI-Schalter) verwendet. Es sollen dort total 68 000 Fehlerspannungs- und Fehlerstromschutzschalter in Betrieb stehen. Bei 18 200 Fehlerspannungsschutzschaltern und 2425 Fehlerstromschutzschaltern wurden die vorgekommenen Störungen statistisch erfasst. Die Ergebnisse sind folgende:

376 Störungen bei den FU-Schaltern = 2,0 ‰

38 Störungen bei den FI-Schaltern = 1,57 ‰

Es handelt sich hier um Störungen, wo die Schalter nicht funktionierten und somit den Schutz nicht gewährleisteten. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass sich auch Fehlschlüsse darunter befanden, oder dass für den betreffenden Raum unrichtige Schalter verwendet wurden. Lässt man solche Fehldispositionen, verursacht durch den Installateur, ausser Betracht, so sind nur

1,28 ‰ bei den FU-Schaltern und

1,12 ‰ bei den FI-Schaltern

als eigentliche *Versager* zu verzeichnen. Die *Fränkischen Überlandwerke* bedienen sich hauptsächlich der Schalter mit magnetischer Auslösung mit einem Auslösestrom von 0,5 A. Der Direktor des Unternehmens bemerkte, man habe eine Stufe der Schutzmassnahmenentwicklung, nämlich die Nullung, übersprungen und sich mit grossem Vorteil der neuen,

den bisherigen Systemen überlegenen Schutzart, der Fehlerspannungs- und Fehlerstromschutzschaltung bedient. In der Tat wird in diesem Versorgungsgebiet nur wenig Kontrollpersonal eingesetzt. Man verlässt sich hauptsächlich auf das Funktionieren der Schutzschalter, untersucht und kontrolliert im grossen und ganzen nur dort, wo Auslösungen stattfinden. Die bei den *Fränkischen Überlandwerken* gemachten guten Erfahrungen und die Ausführungen an der Tagung in Nürnberg, veranlassten die *Centralschweizerischen Kraftwerke (CKW)*, *Luzern*, dem Problem der Fehlerstromschutzschalter näher zu treten. Ihr gesamtes Verteilnetz ist auf Normalspannung  $3 \times 380/220$  Volt umgebaut; die Nullung ist jedoch noch nicht überall eingeführt: 250 Transformatorenstationen weisen noch Schutzerdung auf. Berechnungen haben ergeben, dass sich bei Verwendung von Fehlerstromschutzschaltern und Belassung der Schutzerdung, gegenüber der Einführung der Nullung Einsparungen von ca. 45 ‰ ergeben, wenn die Lieferung und der Einbau der Fehlerstromschutzschalter vom Werk übernommen würden. Nun ist aber zu berücksichtigen, dass grundsätzlich der Abonnent für die Schutzerdung aufzukommen hat, im Gegensatz zur Nullung, wo die Einhaltung der Nullungsvorschriften Sache des energieliefernden Werkes ist. Genügt die Erdleitung infolge der Bodenbeschaffenheit oder Verwendung von Kunststoffrohren für Wasserleitungen den Hausinstallationsvorschriften (HV) nicht, so hat der Hausbesitzer die Verbesserung zu veranlassen. Der Einbau von Schutzschaltern ist in der Regel billiger als die Verlegung von Erdelektroden. Somit würden sich, bei Überwälzung der Kosten für die Lieferung und den Einbau der Schalter auf die Hausbesitzer, bei Weglassung der Nullung für die Werke erhebliche Einsparungen ergeben. Bei den CKW dürfte dies, bei einem Anschlusswert der betreffenden Verteilgebiete von ca. 115 000 kW, den Betrag von 4,5 Millionen Franken ausmachen. Für die Durchführung der Nullung allein muss mit ca. Fr. 40.—/kW Anschlusswert gerechnet werden.

Im Einvernehmen mit dem Eidg. Starkstrominspektorat haben sich die *Centralschweizerischen Kraftwerke* entschlossen, die FI-Schalter versuchsweise in einer geschlossenen Ortschaft einzubauen, die Schutzerdung zu belassen und von der Durchführung der Nullung abzusehen. Ferner kommen sie überall dort zum Einbau, wo infolge der Bodenbeschaffenheit und Verwendung von Kunststoffrohren für Wasserleitungen, prekäre Erdungsverhältnisse vorliegen. Es sollten Erfahrungen gesammelt werden über:

1. Gründe der Auslösungen
2. Auswirkung der Abschaltungen bei den Abonnenten
3. Verhalten der Schalter bei Gewittern.

Besonders interessant schien uns, festzustellen, ob pro Liegenschaft mit einem Schalter auszukommen ist, oder ob zur Wahrung der Selektivität der Einbau weiterer Schalter notwendig wird. Die nunmehr vorliegenden Feststellungen geben kein vollständiges Bild. Hingegen lassen sich daraus doch gewisse interessante Schlüsse ziehen.

## 2. Durchführung der Versuche im Verteilgebiet der CKW

Im Verteilgebiet der CKW wurden seit 1962 total 133 FI-Schutzschalter eingebaut und zwar in einer geschlossenen Ortschaft mit hauptsächlich ländlichem Charakter sowie in einigen Baustellen. Die Montage erfolgte in den weitaus meisten Fällen unmittelbar nach der Anschluss-Sicherung. Verwendet wurden folgende Fabrikate und Typen:

Schalter:

«Felten-Guillaume, Carlswerk AG, Köln/Mülheim, Deutschland» mit elektromagnetischer Auslösung.

Vertreter für die Schweiz: Firma WEBER AG, Emmenbrücke

|           |        |                    |          |
|-----------|--------|--------------------|----------|
| Typ 40 A  | 4polig | Auslösestrom 0,5 A | 89 Stück |
| Typ 63 A  | 4polig | Auslösestrom 1,0 A | 29 Stück |
| Typ 100 A | 4polig | Auslösestrom 1,0 A | 3 Stück  |

Schalter:

«Felten-Guillaume, Österreich» mit elektronischer Auslösung, also mit Kondensator und Entladungsröhre.

Vertreter für die Schweiz:

Firma Carl Maier & Cie., Schaffhausen / CMC

|          |        |                    |          |
|----------|--------|--------------------|----------|
| Typ 40 A | 4polig | Auslösestrom 0,2 A | 12 Stück |
|----------|--------|--------------------|----------|

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| Total eingebaute Schalter: | 133 Stück |
|----------------------------|-----------|

Auslösungen fanden folgende statt:

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| a) infolge Gewitter                                                            | 66  |
| b) infolge Erdschlusses bei Kochapparaten:                                     | 22  |
| c) infolge Erdschlusses bei diversen Apparaten:                                | 21  |
| d) infolge Erdschlusses oder Defektes an elektr. Installationen                | —   |
| e) infolge Fehlschlüssen anlässlich der Ausführung von elektr. Installationen: | 17  |
| f) infolge unbekannter Ursachen:                                               | 5   |
| Total Auslösungen:                                                             | 131 |

Daraus geht hervor, dass 133 Schalter innert Jahresfrist 131 mal angesprochen haben, also ungefähr pro Schalter 1 mal. Dies scheint auf den ersten Blick ausserordentlich häufig zu sein und es lohnt sich daher, die einzelnen Ursachen der Auslösungen gesondert zu betrachten.

### Zu a): Auslösungen bei Gewittern

Im Sommer 1963 waren die Gewitter in der fraglichen Gegend teilweise ausserordentlich heftig. Hierbei haben Überspannungen, bedingt durch atmosphärische Entladungen, Ableitströme eingeleitet, welche die Schalter in 66 Fällen ansprechen liessen. Es ist jedoch interessant, festzustellen, dass die Auslösungen mit kleinen Ausnahmen nur dort stattfanden, wo die Apparate während des Gewitters eingesteckt blieben. Das deutet darauf hin, dass diese gegen Stoßspannungen weniger widerstandsfähig sind als die Installationen, deren Isolationsfestigkeit durch die hervorragenden, aus

Kunststoffen hergestellten Materialien, eine erhebliche Erhöhung erfahren hat. Kann der Schalter nach dem Gewitter wieder eingeschaltet werden und erfolgt keine Wiederauslösung, weiss der Hausbesitzer oder Abonnent, dass sich seine elektrischen Anlagen in Ordnung befinden. Die Unterbrechung des Fehlerstromkreises verhindert zudem das Nachfliessen eines Betriebsstromes, der zu den bekannten ungünstigen Einwirkungen Anlass geben kann.

Man muss sich in diesem Zusammenhang fragen, ob es zum bessern Schutz der Apparate nicht zweckmässig wäre, allfällige Überspannungen schon bei den Anschlusssicherungen aufzufangen und abzuleiten.

### Zu b), c) und d): Auslösungen infolge von Erdschlüssen an Kochapparaten und diversen Apparaten oder Defekten an elektrischen Installationen

In 43 Fällen haben die Schalter infolge eines Erdschlusses an Apparaten, wie Kochherden, Waschmaschinen, Boilern, Röntgenapparaten, Sterilisierapparaten, Jauchemixer usw. angesprochen. Man darf daraus schliessen, dass damit Fehler angezeigt wurden, bevor sie verheerende Auswirkungen an Menschen und Sachen tätigen konnten. Wohl ist es möglich, dass, nachdem die Fehler durch den Einbau der Schutzschalter zum Vorschein gekommen und behoben worden sind, sich die Ausschaltungen in diesem Sektor in Zukunft vermindern. Man kann aber feststellen, dass durch die FI-Schalter Fehler zum Vorschein kamen, deren Vorhandensein bei der Schutzterdung oder Nullung vorläufig nicht angezeigt worden wäre, die später jedoch zu einem unangenehmen Ereignis hätten Anlass geben können.

Wegen den Installationen haben die Schalter nie angesprochen. Dies lässt den Schluss zu, dass, wie bereits erwähnt, die elektrischen Installationen durch Verwendung von hochwertigem Installationsmaterial den auftretenden Überspannungen standhalten. Allerdings ist zu bemerken, dass im betreffenden Verteilgebiet anlässlich der Netzverstärkungsarbeiten viele Installationen erneuert wurden.

### Zu e): Auslösungen infolge von Fehlschlüssen anlässlich der Ausführung von elektrischen Installationen

In 17 Fällen haben die Schalter infolge von Fehlschlüssen, die durch das Installationspersonal verursacht worden sind, angesprochen. Es handelt sich in der Hauptsache um das Vertauschen eines Phasenleiters mit dem Erdleiter, Nul-len von Apparaten in schutzgeerdeten Netzen, oder Anschliessen von Steuerungen zwischen Phase und Erdleitung statt zwischen Phase und Nulleiter. Gerade den letztern Fehlschlüssen ist schwer beizukommen, weil, entgegen den Vorschriften, hie und da Erweiterungen vorgenommen werden, ohne entsprechende Meldung an das Werk. Dadurch unterbleibt auch die Kontrolle. Leider geschehen solche Fehlschlüsse in schutzgeerdeten Netzen immer wieder, obschon Installationen dieser Art zu Brandausbrüchen und schweren Unfällen Anlass geben können. Die Fehlerstromschutzschalter bringen diese Unzulänglichkeiten sofort an den Tag, hauptsächlich das gefährliche Vertauschen eines Phasenleiters mit dem Erdleiter. Auch kommen Fehlschlüsse, die von nichtfachkundigen Verkäufern beim Verkauf von Apparaten vorgenommen werden, zum Vorschein.

### Zu f): Auslösungen durch unbekannte Ursachen

Hier waren 5 Auslösungen zu verzeichnen. Es muss darauf hingewiesen werden, dass es sich empfiehlt, bei Auslösungen

die Anlagen nur durch sehr gut qualifiziertes Personal untersuchen zu lassen. Die Ursachen sind, bei der heutigen weit-schichtigen Anwendung der Elektrizität, nicht einfach zu ermitteln, und man darf sich grundsätzlich niemals damit begnügen, den Schalter wieder einzuschalten, und wenn die Auslösung nicht erfolgt, die Anlage als in Ordnung zu betrachten. Wird ein Fehler nicht gefunden, ist der Hausbesitzer dahin zu orientieren, dass die nächste Abschaltung unverzüglich angezeigt werden muss.

### 3. Die Auswirkung der Abschaltungen bei den Abonnenten

Im Verteilnetz der CKW wurden die Schalter grösstenteils unmittelbar nach den Anschlußsicherungen eingebaut, um festzustellen, ob weitere Unterteilungen in Fehlerstromschutzkreise notwendig werden, weil die Anlagen mit mehreren Schaltern teurer sind als nur mit einem Apparat.

In der Landwirtschaft und in Einfamilienhäusern wurden die verschiedenen Abschaltungen nicht als störend empfunden. Hingegen haben die an einem Ereignis unbeteiligten Mieter in einem Mehrfamilienhaus die Auslösungen nicht besonders geschätzt. Immerhin konnte man feststellen, dass auch in diesen Kreisen der Zweck, den solche Schalter zu erfüllen haben, begriffen und anerkannt wurde. In Ferienhäusern, die nicht dauernd besetzt sind, liegen die Verhältnisse nicht so einfach. Ein Ferienhausbesitzer, bei dem ein FI-Schalter eingebaut wurde, schrieb folgendes:

«Sie haben mir vor ca. einem Monat einen Fehlerstromschutzschalter eingebaut. Seither setzte zu verschiedenen Malen der Strom aus, der trotz Drücken auf den grünen Knopf nicht mehr eingeschaltet werden konnte. Im Tiefkühlfach verdarb mir nun schon dreimal die Ware, weil während der Woche niemand da war; sie ergoss sich über alle Tablare.

Auch der Boiler funktionierte natürlich nicht. Vor dem Einbau des oben erwähnten Apparates war alles in Ordnung und ich hatte nie Stromausfall.

Wollen Sie diesen Apparat, der nur Ungelegenheiten bringt, wieder ausbauen, denn die letzten drei Mal nützte eine Reparatur nichts.»

Bei 3 Auslösungen hat man im vorliegenden Fall den Fehler nicht gefunden. Beim vierten Mal wurde, nach eingehender Kontrolle, ein Defekt am Boiler infolge Korrosion festgestellt. Durchsickerndes Wasser bewirkte die Auslösung. Der Schaden wurde behoben. Damit war der Abonnent befriedigt. In einem solchen Fall wäre eventuell die Anbringung einer Alarmvorrichtung zu empfehlen, die den Ausfall der Anlage anzeigt, z. B. im Nachbarhaus, oder bei derjenigen Person, welche die Aufsicht über das Ferienhaus ausübt.

Ein anderer Abonnent schrieb:

«Gemäss heutigem Telefongespräch bestätige ich, dass ich mit dem Erdungsschalter nicht einverstanden bin, da dieser ständig wieder zu Störungen und Ärger Anlass gibt. Im Mai, bei Beginn der Mietsaison, stellte dieser ab, ohne dass irgend eine Gruppensicherung defekt war. 2 sehr betagte Tanten, 76 und 80jährig, die praktisch nur etwas kochten, waren 2 mal nachts ohne Licht im Hause und wagten nicht, bei Dunkelheit die Treppe hinabzugehen und den Schutzschalter zu suchen.

Am 29. Juni brachte mein Vertrauensmann alles für die neuen Mieter in Ordnung (Wasser, Boiler). Bei Ankunft

eines Ausländers am 1. Juli nachts 23.45 Uhr war wieder kein Strom im Hause. Der Mieter fand den Schutzschalter natürlich erst am nächsten Morgen und rief mir an, dass keine Gruppensicherung defekt sei.

Diese ungewisse Stromversorgung ist sehr ärgerlich, und ich bitte Sie, einen andern Schalter einzubauen, so dass vorgängig die entsprechende Gruppensicherung ausfällt. Auf alle Fälle ist diese Art Schutzschalter für Ferienhäuser, wo immer wieder neue Leute hinkommen, zu unsicher und zu wenig zuverlässig.

Ich bitte Sie höflich, um Abhilfe besorgt zu sein.»

Nach eingehender Kontrolle wurde ein Erdschluss an einem Kochherd festgestellt. Abschaltungen fanden nach Behebung des Mangels nicht mehr statt. In solchen Fällen wäre es gegeben, zusätzliche Schutzschalter in den einzelnen Wohnungen einzubauen. Allerdings sollten die Installationen entsprechend disponiert werden, und zwar in der Weise, dass nur die Anschlußsicherungen und die Zähler allgemein zugänglich an der Aussenwand, und die Sicherungen zu den Gruppen- und Verbraucherleitungen innerhalb der Wohnung montiert würden.

### 4. Bauart der Schalter

Bis vor kurzem waren keine FI-Schalter schweizerischen Fabrikates erhältlich. Die Vertreterfirmen bedienten sich ausländischer Apparate verschiedener Herkunft. Es muss gesagt werden, dass die Konstruktion zu wünschen übrig lässt. Offenbar hat man sich nicht der neuesten Erkenntnis in der Kontakttechnik bedient, und sonstige konstruktive Gesichtspunkte nicht genügend beachtet.

Von den 133 eingebauten Schaltern haben deren 4 zu mechanischen Störungen Anlass gegeben, das sind 3 %. Die Mängel erstreckten sich auf das Versagen der Kontakte. Die Schweißsicherheit war ungenügend. Dies führte in 3 Fällen infolge Wärmeentwicklung zum Verschmoren der Gehäuse. Letztere sind, falls sie aus Kunststoffen bestehen, wohl schwer brennbar, können aber bei Einwirkung von Wärme zerschmelzen, wodurch benachbarte, brennbare Gebäudeteile gefährdet werden. Gerade der letzte Punkt ist in bezug auf die Feuersicherheit sehr wichtig und wäre noch näher abzuklären. Neben den vorerwähnten 4 gravierenden Störungen konnten die Schalter in verschiedenen Fällen nach der Auslösung nur mit Mühe wieder eingeschaltet werden, weil sich der Mechanismus verklemmte. Ein Schalter-Typ war so konstruiert, dass es nicht möglich war, die Drähte mit einem dem Nennstrom des Schalters entsprechenden Querschnitt einzuführen. Sie mussten der Lieferfirma wieder zur Verfügung gestellt werden. Es ist daher zu begrüssen, wenn sich unsere Schaltapparatefabriken eingehend mit dem Problem befassen und demnächst eigene Konstruktionen auf den Markt bringen, wie dies beispielsweise die Firma Carl Maier & Cie. AG, Schaffhausen (CMC), heute schon tut. Die Kontaktverschmorungen weisen darauf hin, dass die Schalter in bezug auf das Abschaltvermögen und die Kurzschlüsse ungenügend konstruiert sind und diesbezüglich eine Verbesserung anzustreben ist.

Aus Berichten an der letzten Tagung der verschiedenen Elektrizitätswerke mit dem Eidg. Starkstrominspektorat geht hervor, dass solche Erfahrungen mit Fehlerstromschutzschaltern auch anderswo gemacht worden sind.



Bei den heute auf dem Markt erhältlichen FI-Schaltern müssen die Vorsicherungen entsprechend dem Nennstrom der Schalter gewählt werden. Vom installationstechnischen Standpunkt aus wäre es wünschenswert, die Schalter so zu konstruieren, dass die nächstvorgeschaltete Sicherung 2 Stufen grösser sein darf als die Nennstromstärke des Schalters. Damit liesse sich in vielen Fällen der Einbau von Vorsicherungen ersparen. Ferner wäre gegebenenfalls die Kombination eines FI-Schalters mit einem Überstromunterbrecher anzustreben, die dann anstelle der Bezügersicherungen montiert werden könnte.

### 5. Hausanschlusskasten

Nach den Hausinstallationsvorschriften sind metallene Hausanschluss-Sicherungskästen zu erden, respektive zu nullen. Da die FI-Schalter hinter der Anschlußsicherung liegen, ist ein Schutz des Kastens durch diese nicht möglich. Es wären demzufolge, je nach den Verhältnissen, Kasten aus Isoliermaterial, wie sie auf dem Markt erhältlich sind, zu verwenden.

### 6. Ableitströme bei verschiedenen Apparaten

Die Erhebungen haben gezeigt, dass es verschiedene Apparate gibt, die mit einem Ableitstrom betriebsmässig behaftet sind, wodurch die FI-Schalter vielfach auslösen. Es betrifft dies vor allem Geräte mit Elektroden, die in die Flüssigkeit eintauchen, wie dies beispielsweise bei Süssmostapparaten, Elektrokesseln, Durchlaufapparaten, Elektroden-Steuerungen usw. zutrifft. Die CKW haben im Versuchshof Speckbaum, Rothenburg, eingehende Versuche durchgeführt. Bei ungleichen Elektrodenstellungen oder bei Ausfall einer Sicherung in einer Phase kann im Nulleiter oder Erdleiter Strom von einigen Ampères fließen, so dass die Schalter jeweils schon bei der Inbetriebsetzung des Apparates auslösen. Je nach den Verhältnissen fließen auch über die Gefässe Ausgleichströme ab, die zur Auslösung des Schalters Anlass geben können. Diesem Zustand ist abzuhelpen, indem man beispielsweise die Holzfässer auf gut isolierte Unterlagen stellt, Gefässe aus Glas oder Kunststoffen verwendet und gleichzeitig dafür sorgt, dass auch in schutzgeerdeten Netzen der Nulleiter als Elektrode in die Flüssigkeit eingeführt wird. Bei dieser Anordnung treten nur geringe Fehlerströme von einigen mA auf, die keine Auslösungen verursachen. Die Ableitung der Ausgleichströme über Erde, wie dies heute häufig vorkommt, ist ohnehin nicht in Ordnung, weil je nach den Erdungsverhältnissen gefährliche Berührungsspannungen auftreten können. Zudem wird die Brandgefahr erhöht.

Auch können Störschutzkondensatoren von Apparaten Ableitströme verursachen, die zur Auslösung der Schalter führen. Man hat festgestellt, dass hauptsächlich bei Waschmaschinen, beim Umkehren der Trommelbewegung, ab und zu solche Verhältnisse auftreten, und zwar, weil bei gewissen Schaltungen eine Systemungleichheit auftritt, z. B. bei Unterbruch einer Phase, so dass das Störschutz-System dadurch unsymmetrisch wird.

Messungen haben ergeben, dass bei Waschmaschinen mit Drehstrommotoren die Ableitströme gering sind, so dass mit keinen Auslösungen zu rechnen ist, wenn man von den erwähnten Spezialschaltungen absieht. Nun kommen aber auch Waschmaschinen mit Einphasenwechselstrommotoren für  $1 \times 380$  Volt für den Anschluss an Kochherdsteckdosen

in Küchen auf den Markt. Hier hat man Ableitströme von 60...70 mA festgestellt, die dann ohne weiteres zu Auslösungen Anlass geben können.

Diese wenigen Beispiele zeigen, dass in der Praxis, vornehmlich bei Apparaten, mit Ableitströmen zu rechnen ist und dass diesem Umstand bei der Wahl der Fehlerstromgrösse bei einem Schalter die nötige Beachtung geschenkt werden muss. Sollten die FI-Schalter allgemein Anerkennung und Verwendung finden, wären die Apparatefabriken anzuhalten, die Ableitströme einzudämmen oder so klein als möglich zu halten. Solche unkontrollierbare Ströme sind zudem unerwünscht und erhöhen das Gefahrenmoment.

### 7. Kontrolle der Schalter

Obschon die FI-Schalter wegen der galvanischen Trennung der Summenstromwandler gegenüber dem Netz viel weniger empfindlich sind als die FU-Schalter, sollte doch von Zeit zu Zeit eine Kontrolle über deren Funktionieren durchgeführt werden. Diese Pflicht wäre den Abonnenten zu übertragen, wie dies beispielsweise die Fränkischen Überlandwerke tun, oder man überbindet diese Aufgabe den Zählerablesern. Es scheint, dass eine solche Kontrolle jährlich mindestens 1mal stattfinden sollte. Zur Erleichterung dieser Arbeit dürfte es von Vorteil sein, wenn die FI-Schalter auf die Zähler- und Verteiltafeln montiert würden statt bei den Anschlußsicherungen, vorausgesetzt, dass es verantwortet werden kann, die Hausleitung nicht in den Schutzbereich einzubeziehen.

### 8. Schlussfolgerungen aus den Versuchen

- a) *Zur Frage, ob ein oder mehrere Schalter einzubauen sind:*  
Nach den gemachten Erfahrungen wäre folgende Regelung sinnvoll:

#### — Einfamilienhäuser

Einbau von nur einem FI-Schalter. Ferienhäuser wären, wie bereits erwähnt, evtl. mit einer Alarmvorrichtung auszurüsten, welche das Auslösen des Schalters anzeigt.

#### — Mehrfamilienhäuser

Einbau eines FI-Hauptschalters nach den Anschlußsicherungen und je eines FI-Schalters nach den Bezügersicherungen. Allerdings müsste dann versucht werden, eine Selektivität herzustellen, damit der Schalter mit dem kleinen Auslösestrom von beispielsweise 30 mA vor dem Schalter mit einem Auslösestrom von beispielsweise 300 mA anspricht, sobald der Fehlerstrom den Auslösewert des grösseren Schalters übersteigt. Solche Abstufungen sind technisch möglich unter Verwendung von Gleichrichtern; die Zeit der Magnetisierung ist besser zu beeinflussen.

#### — Landwirtschaftliche Betriebe

Einbau eines einzigen FI-Schalters bei geschlossener Bauweise, d. h. wenn Wohnhaus und Scheune zusammengebaut, und 1 oder 2 Schalter bei offener Bauweise, wenn also Wohnhaus und Scheune getrennt sind. Die Montage sollte, wenn möglich, unmittelbar nach den Anschlußsicherungen erfolgen, damit die Hausleitungen, die sehr oft grosse Längen aufweisen, ebenfalls in den Schutzbereich eingeschlossen werden.

#### — Gewerbliche Betriebe

Je nach der Anlage sind ein FI-Schalter und zusätzliche Schalter überall dort einzubauen, wo Unfälle durch den

Gebrauch von Handwerkzeugen usw. zu erwarten sind, insbesondere auch bei Versuchsanlagen.

#### — Baustellen

Hier sind, je nach der Anlage, besonders auch in Steckkontaktleitungen für den Anschluss transportabler Apparate, ein oder mehrere Schalter einzubauen.

Gerade auf Baustellen bieten die FI-Schalter den grösstmöglichen Schutz gegen gefährliche Berührungsspannungen. Man sollte sie daher raschmöglichst zum Einbau obligatorisch erklären, weil sich Unstimmigkeiten bei den von verschiedenen Firmen auf die Bauplätze gebrachten Apparaten sofort bemerkbar machen. In diesem Falle könnte man auf die Verwendung von Schutztransformatoren, die ein erhebliches Gewicht aufweisen und deshalb oft nicht mitgeführt werden, verzichten.

#### b) Wahl des Auslösestromes

Wie bereits erwähnt, wurden im Gebiet der CKW Schalter mit Auslöseströmen von 0,2, 0,5 und 1 Ampère verwendet. Während der Versuchsperiode hat bei den 131 Auslösungen niemand einen elektrischen Schlag erlitten, weder in der Landwirtschaft noch in den Wohnhäusern oder auf den Baustellen. Wohl war die Versuchszeit von ca. 1...1½ Jahren etwas kurz und die Zahl der Versuchsanlagen verhältnismässig klein. Es scheint aber doch, dass Schalter, die unmittelbar nach den Anschlußsicherungen eingebaut sind, ungefähr bei Fehlerströmen von 0,2...0,3 A auslösen sollten. Zu kleine Einstellbereiche könnten bei weitverzweigten Anlagen unnötige Abschaltungen zur Folge haben und von den Abonnenten als Schikane empfunden werden. Bei den FI-Schaltern für die elektrischen Leitungen und Apparate der einzelnen Bezüger sowie für transportable Apparate und deren Leitungen wären Auslöseströme von 30 mA empfehlenswert, um einen grösstmöglichen Personenschutz zu gewährleisten. Schalter für höhere Fehlerströme, beispielsweise für 200...300 mA, bieten wohl noch einen ausgezeichneten Brandschutz, sie gewährleisten theoretisch aber nicht unbedingt einen guten Personenschutz. In praktischer Hinsicht wird aber auch mit diesen Werten ein viel besserer Schutz erreicht als mit der Schutzerdung oder Nullung. Es ist zu berücksichtigen, dass bei umfangreichen elektrischen Anlagen hinter einem FI-Schalter parallel abfliessende Fehlerströme sich addieren, was die Empfindlichkeit in bezug auf die Abschaltungen erhöht. Man wird also die praktischen und theoretischen Belange sinnvoll gegeneinander abwägen müssen.

Wünschenswert wäre, wenn sich das Fachkollegium 205 des CES, das sich mit der Aufstellung von Vorschriften für Fehlerstromschutzschalter befasst, festlegen würde, wie gross die Abweichungen vom Nennauslösestrom im Maximum sein dürften. Auch sollten die Vorschriften Angaben enthalten über die Zeit, innert welcher die Schalter auslösen müssen. Die Begriffe sind heute nicht eindeutig, so dass sich Missverständnisse ergeben können.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die FI-Schalter grundsätzlich ausserordentlich gute Stromwächter sind und es lohnt sich, der Angelegenheit die volle Aufmerksamkeit zu schenken.

#### Adresse des Autors:

F. Hofer, Chef der Installationsabteilung der Centralschweizerischen Kraftwerke, Luzern.

## Verbandsmitteilungen

### UNIPED-Kongress 1964 in Stockholm

Das endgültige Programm des Kongresses, der vom 23. bis 26. Juni 1964 in Stockholm stattfindet, mit anschliessenden Studienreisen in Skandinavien, liegt nun vor. Die bereits provisorisch angemeldeten Teilnehmer haben es direkt erhalten. Wer sich ausserdem noch für den Kongress interessiert, kann sich an das Sekretariat des VSE wenden, das gerne Auskunft erteilen wird. Die endgültigen Anmeldungen haben bis zum 1. März 1964 zu erfolgen.

## Wirtschaftliche Mitteilungen

### Zahlen aus der schweizerischen Wirtschaft

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

| Nr. |                                                                                                               | November              |                       |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
|     |                                                                                                               | 1962                  | 1963                  |
| 1.  | Import . . . . .<br>(Januar-November) } 10 <sup>6</sup> Fr. {                                                 | 1 103,8<br>(11 945,0) | 1 193,6<br>(12 792,9) |
|     | Export . . . . .<br>(Januar-November) }                                                                       | 930,2<br>(8 745,5)    | 1 017,3<br>(9 484,6)  |
| 2.  | Arbeitsmarkt: Zahl der Stellensuchenden . . . . .                                                             | 713                   | 465                   |
| 3.  | Lebenskostenindex*) Aug. 1939 = 100 {                                                                         | 197,0                 | 204,8                 |
|     | Grosshandelsindex*) {                                                                                         | 226,0                 | 234,7                 |
|     | Detailpreise *): (Landesmittel)                                                                               |                       |                       |
|     | Elektrische Beleuchtungsenergie Rp./kWh . . . . .                                                             | 33                    | 34                    |
|     | Elektr. Kochenergie Rp./kWh . . . . .                                                                         | 6,8                   | 6,8                   |
|     | Gas Rp./m <sup>3</sup> . . . . .                                                                              | 30                    | 30                    |
|     | Gaskoks Fr./100 kg . . . . .                                                                                  | 17,77                 | 19,15                 |
| 4.  | Zahl der Wohnungen in den zum Bau bewilligten Gebäuden in 65 Städten . . . . .<br>(Januar-November) . . . . . | 2 023<br>(24 030)     | 1 669<br>(23 994)     |
| 5.  | Offizieller Diskontsatz . . . . %                                                                             | 2,0                   | 2,0                   |
| 6.  | Nationalbank (Ultimo)                                                                                         |                       |                       |
|     | Notenumlauf . . . . . 10 <sup>6</sup> Fr.                                                                     | 7 984,1               | 8 555,2               |
|     | Täglich fällige Verbindlichkeiten . . . . . 10 <sup>6</sup> Fr.                                               | 1 985,3               | 2 084,3               |
|     | Goldbestand und Golddevisen . . . . . 10 <sup>6</sup> Fr.                                                     | 11 289,2              | 11 918,0              |
|     | Deckung des Notenumlaufes und der täglich fälligen Verbindlichkeiten durch Gold . . . . . %                   | 105,09                | 102,59                |
| 7.  | Börsenindex 30. Nov.                                                                                          | 29. Nov.              |                       |
|     | Obligationen . . . . .                                                                                        | 99                    | 97                    |
|     | Aktien . . . . .                                                                                              | 870                   | 798                   |
|     | Industriek Aktien . . . . .                                                                                   | 1 127                 | 1 030                 |
| 8.  | Zahl der Konkurse . . . . .                                                                                   | 28                    | 61                    |
|     | (Januar-November) . . . . .                                                                                   | (462)                 | (492)                 |
|     | Zahl der Nachlassverträge . . . . .                                                                           | 8                     | 8                     |
|     | (Januar-November) . . . . .                                                                                   | (62)                  | (61)                  |
| 9.  | Fremdenverkehr                                                                                                |                       |                       |
|     | Bettenbesetzung in % nach den vorhandenen Betten . . . . .                                                    | 14                    | 14                    |
| 10. | Betriebseinnahmen der SBB allein:                                                                             |                       |                       |
|     | Verkehrseinnahmen aus Personen- und Güterverkehr . . . . . } 10 <sup>6</sup> Fr. {                            | 90,0                  | 96,4 **               |
|     | (Januar-November) . . . . .                                                                                   | (1 039,8)             | (1 105,0)**           |
|     | Betriebsertrag . . . . .                                                                                      | 98,6                  | 105,9 **              |
|     | (Januar-November) . . . . .                                                                                   | (1 136,3)             | (1 204,5)**           |

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

\*\*) Approximative Zahlen.