

<b>Zeitschrift:</b>	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
<b>Band:</b>	47 (1956)
<b>Heft:</b>	16
<b>Rubrik:</b>	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:** 22.01.2026

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

# Energie-Erzeugung und -Verteilung

## Die Seiten des VSE

### Fragen des Netzbetriebes und der Betriebsorganisation

Bericht über die 15. Diskussionsversammlung des VSE vom 14. Juni 1956 in Zürich und 21. Juni 1956 in Lausanne,  
1. Teil

621.316.1

Die 15. Diskussionsversammlung, die am 14. Juni in Zürich für deutschsprechende und am 21. Juni in Lausanne für französischsprechende Teilnehmer stattfand, war «Fragen des Netzbetriebes und der Betriebsorganisation» gewidmet. In jedem der gehaltenen fünf Referate wurden mehrere Einzelfragen aus dem gewählten Thema behandelt. Es war also schwierig, diese Referate einzeln zu betiteln: sie werden hier in der Reihenfolge, wie sie an der Versammlung gehalten wurden und unter jeweiliger Angabe des Referenten veröffentlicht. Der erste Vortrag wurde vom gleichen Referenten sowohl in Zürich in deutscher Sprache und in Lausanne in französischer Sprache gehalten; die Referate 2 bis 4 erfolgten in Zürich in deutscher Sprache und das Referat 5 in Lausanne in französischer Sprache. Sie werden von einer kurzen Zusammenfassung der Diskussion in Zürich und in Lausanne gefolgt.

Jeder Vortrag ist in mehreren Abschnitten unterteilt, die den verschiedenen behandelten Fragen entsprechen. Einige Fragen wurden in zwei Referaten behandelt. Die Referenten stellten sich aber dabei bewusst auf die etwas verschiedenen Standpunkte der Überlandwerke (Referate 1 und 4) und der städtischen Werke (Referate 2, 3 und 5).

Es sei noch bemerkt, dass die fünf Vorträge sich lediglich auf Anlagen mit Spannungen bis zu 50 kV beziehen.

In dieser Nummer veröffentlichen wir die beiden ersten Referate. Der erste Referent, Ch. Greub, liess während seines Vortrages eine Mappe mit einer reichen Dokumentation über die von ihm behandelten Fragen zirkulieren; sie konnte hier leider nicht reproduziert werden; sie steht aber beim Sekretariat des VSE etwaigen Interessenten zur Verfügung.

La 15<sup>e</sup> Assemblée de discussion de l'UCS, qui s'est tenue le 14 juin à Zurich pour les participants de langue allemande et le 21 juin à Lausanne pour ceux de langue française, était consacrée à des «Questions d'exploitation des réseaux et d'organisation de l'exploitation». Les cinq conférences prononcées à cette occasion traitent chacune de plusieurs questions distinctes choisies dans ce vaste sujet. Il était donc difficile de leur donner un titre: nous les publions ici dans l'ordre où elles ont été données, en indiquant chaque fois le nom du conférencier. La première a été présentée par son auteur à la fois à Zurich en langue allemande et à Lausanne en langue française; les trois suivantes l'ont été uniquement à Zurich en langue allemande, la cinquième uniquement à Lausanne en langue française. Nous les ferons suivre d'un résumé de la discussion qui s'est déroulée à Zurich, d'une part, et à Lausanne, de l'autre.

Chacune des conférences est divisée en plusieurs paragraphes, correspondant aux diverses questions traitées. Certaines de ces questions sont présentées par deux conférenciers, mais alors ceux-ci se placent à des points de vue assez différents: celui des entreprises régionales (1<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> conférences) d'une part, celui des entreprises urbaines (2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> conférences) d'autre part. Remarquons enfin qu'il est uniquement question dans les cinq conférences d'installations exploitées sous une tension inférieure à 50 kV.

Nous reproduisons ci-dessous les deux premières conférences. Le premier conférencier, M. Ch. Greub, a fait circuler lors de l'assemblée un classeur contenant une riche documentation sur les questions traitées, documentation qui n'a malheureusement pas pu être reproduite ici; elle est à disposition des intéressés au Secrétariat de l'UCS.

### 1. Referat

von Ch. Greub, Delsberg

#### Eingrenzen und Beheben von Störungen an Übertragungsleitungen

Die Ansprüche der Energiebezüger auf eine *unterbruchslose Belieferung* werden immer grösser. Abgesehen von den bekannten Unannehmlichkeiten haben Unterbrüche auch finanzielle Einbussen zur Folge. Anderseits sind die Anlagen für Transformation und Fortleitung der Elektrizität mehr oder weniger *störungsanfällig*. Die verantwortlichen Betriebsorgane haben deshalb dafür zu sorgen,

dass die Störungsanfälligkeit herabgesetzt wird, und dass Dauer und Auswirkung von Störungen auf ein Minimum begrenzt bleiben.

Die hiefür zur Verfügung stehenden Mittel können unterteilt werden in *technische und organisatorische Massnahmen*.

Die *technischen Vorkehren* werden der Vielfaltigkeit der Verteilnetze angepasst. Wir beschrän-

ken uns darauf, einige Möglichkeiten kurz in Erinnerung zu rufen:

Richtige Koordination der Isolation, Ableitung von Überspannungen, Vermischung der Netze, selektive Abschaltung von gestörten Netzteilen durch Schnelldistanzschutz oder zweckmässige Staffelung der Auslösezeiten der Maximalstrom-Relais, Schnellwiedereinschalt-Vorrichtungen usw.

In der optimistischen Annahme, dass die Netze in technischer Hinsicht den minimalen Forderungen entsprechen, möchten wir die *organisatorischen Massnahmen* für das Eingrenzen von Störungen zur Diskussion stellen. Es sei noch vorausgeschickt, dass wir uns auf Störungen an *Freileitungen bis 16 kV* beschränken.

Die Zeiten dürften vorbei sein, da man beim Aufsuchen und Beheben von Störungen auf die Routine und ständige Anwesenheit eines alten Betriebsfuchses, der mit dem Bau und der Entwicklung der Anlagen verwachsen war, abstellt. Eine

*gute Organisation des Störungsdienstes ist unerlässlich. Sie vermindert FehlDispositionen, gibt jüngeren Kräften schon von Anfang an eine gewisse Sicherheit, und kann die Dauer der Unterbrüche ganz wesentlich verkürzen. Auch im kleinsten Betrieb sollte es dem verantwortlichen Betriebspersonal möglich sein, eine den Verhältnissen angepasste Organisation aufzustellen, ohne dass grosse finanzielle Aufwendungen zu befürchten wären.*

Die Grundlagen hiefür können etwa wie folgt unterteilt werden:

- a) Raschmögliche Eingrenzung der Störung;
  - b) Feststellung des genauen Ortes, der Ursache und des Umfanges der Störung;
  - c) Behebung der Störung durch zweckmässigen Einsatz von Personal, Werkzeug und Material.

## **Raschmögliche Eingrenzung der Störungen**

In erster Linie sei auf die *ununterbrochene Pikettstellung von Personal und dessen gründliche Instruktion hingewiesen*. Sehr gut hat sich die Formel bewährt, dass der Pikettdienst wöchentlich organisiert ist, d. h. je von Samstag mittag bis Samstag mittag, wobei der darauffolgende Montag jeweils frei ist. Bei uns lässt sich der Pikettchef beim Dienstantritt am Samstag mittag von seinem Vorgänger über den genauen Schaltzustand in Unterstationen und im Netz mündlich und schriftlich orientieren. Besondere Schaltzustände, Schaltprogramme, Betriebsarbeiten usw. werden vermerkt. Er unterschreibt seinem Vorgänger einen Revers und wird dadurch gezwungen, sich genau Rechenschaft über den Betriebszustand zu geben.

Der *Instruktion des Personals* im allgemeinen ist grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Wenn wir im Betrieb Nachwuchs haben wollen, der möglichst bald einsatzbereit ist, so müssen wir ihm eben behilflich sein und ihm die Aufgabe erleichtern. Es ist falsch, einen jungen Techniker neben einen alten Routinier zu setzen und einfach zu warten, was er etwa bei Gelegenheit aufschnappen könnte. Eine gründliche Kenntnis der Leitungen im Gelände scheint mir unumgänglich zu sein. Sie gibt ein Gefühl für Distanzen, Geländeschwierigkeiten, Zufahrtswege usw. Ferner ist es zweckmässig, von Zeit zu Zeit die Eingrenzung einer supponierten Störung durchzuexerzieren. Lehrreich ist auch die gemeinsame Besprechung von vorgekommenen Störungen anhand des Störungsprotokolls. Dies schadet auch dem Routinier nicht. Will er nicht mehr lernen, so kann er doch belehren.

Zweckmässig wird auch sein, dass der verantwortliche Pikettchef über mindestens einen zweiten *Telephonanschluss* verfügt, dessen Rufnummer nicht allgemein bekannt ist. Eine gute Hilfe für den Pikettechniker ist auch der Einbau eines *automatischen Nummernwählers*. Mit diesem Apparat können 50 verschiedene Nummern durch Einstellen des Zeigers auf den gewünschten Namen und Druck auf einen Hebel gewählt werden. Für grössere Ansprüche kann ein zweiter Apparat zuschaltet werden. Dadurch gewinnt der Techniker Zeit und er hat zudem Kopf und Hand frei zur Nachführung des Störungsprotokolls.

Wichtig ist auch ein klarer Überblick über den jeweiligen Schaltzustand in den Netzen. Es gibt auch hier verschiedene Methoden. Es werden farbige Schemata angelegt; offene oder geschlossene Schalter werden mit farbigen Steck-Knöpfen oder Fähnchen bezeichnet. Es ist jedenfalls gefährlich, sich auf das Gedächtnis verlassen zu wollen, welche Schalter offen oder geschlossen sind.

Bei uns hat sich ein Netzschema ähnlich den bekannten Blindschemata der Kommandopulte bewährt. Es besteht aus einem grossen hellgrau gestrichenen Sperrholzbrett. Die Leitungen sind durch im Handel erhältliche schmälere und breitere Klebstreifen dargestellt. Diese können abgelöst und neu aufgeklebt werden. Leitungskorrekturen lassen sich deshalb leicht bewerkstelligen. Die Schalter-Symbole sind drehbar und in den Stellungen fixiert. Sie sind ebenfalls im Handel erhältlich. Abnormale Betriebszustände bzw. Schalterstellun-

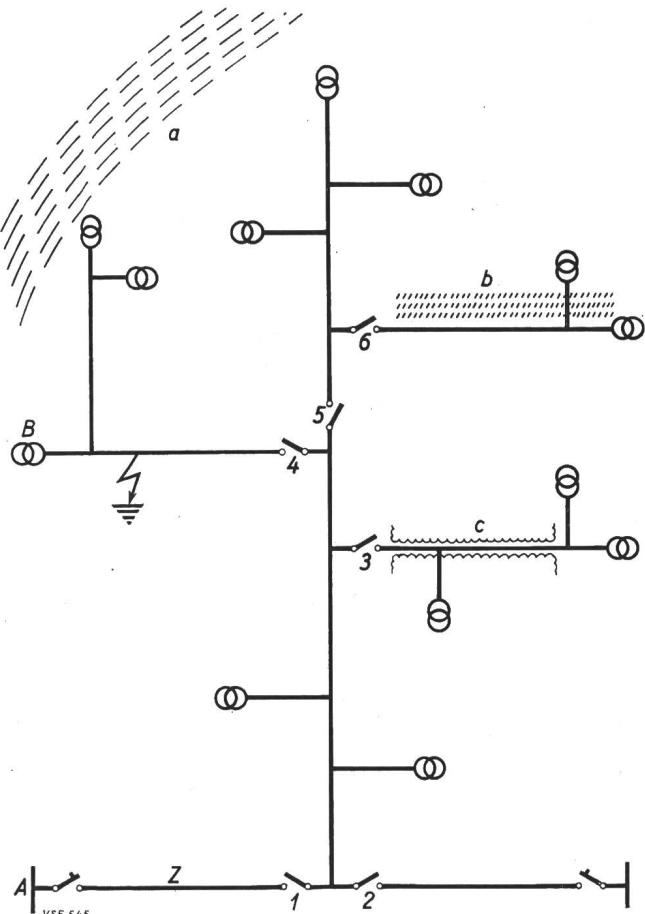


Fig. 1 Beispiel für das Eingrenzen einer Störung im

- elspannungs-Freileit**

  - a** Gewitterzug
  - b** Rauhreifgebiet
  - c** Waldschneise

### c Waldschneise

siehe Erklärungen im Text

Der Schalter 2 bleibt immer offen

gen werden durch aufstecken eines Signalkopfes markiert. Dieses Schema leistet beim Eingrenzen von Störungen und im allgemeinen Betriebsdienst sehr gute Dienste und kostet zudem nicht viel.

Streckenschalter in langen Leitungszügen oder auf Abzweigungen können oft nicht in nützlicher Frist von zentraler Stelle aus betätigt werden. Wir haben deshalb im Gebiet der Bernischen Kraftwerke A.-G. (BKW) *Schalterwärter* instruiert, die sich bei ortsansässigen Handwerkern rekrutieren. Sie sind mit wenigen Ausnahmen fast zu jeder Tag- und Nachtzeit telefonisch erreichbar. Spezielle Entschädigungen für Telefonabonnements werden nicht ausgerichtet. Dagegen werden die Verrichtungen einzeln vergütet.

Unter Berücksichtigung unserer Verhältnisse möchten wir die Eingrenzung einer Störung an einem *praktischen Beispiel* illustrieren (Fig. 1). Wir gehen von der Annahme aus, die gestörte Leitung sei, von einem Speisepunkt *A* ausgehend, im letzteren durch Schutzrelais automatisch abgeschaltet worden. Das wird sich etwa wie folgt abspielen:

1. Meldung des Stationswärters, dass die Leitung *Z* um *x* Uhr automatisch auslöste. Wiedereinschaltversuch um *y* Uhr. Schalter löste wieder aus. (Schalter 2 offen.)
2. Der Pikettchef mobilisiert die Schalterwärter für die Streckenschalter 1 bis 6 und gibt Auftrag, die entsprechenden Schalter zu öffnen, mit Rückmeldung und Angabe der genauen Zeit.
3. Wenn Meldung eintrifft, dass Schalter 1 offen ist, Einschaltversuch in *A*. Wenn Leitung gut ist, wird man sie wieder abschalten und den Streckenschalter 1 schliessen lassen.
4. Nach Eintreffen der Meldungen, dass die Schalter 3 bis 6 offen sind, neuer Einschaltversuch in *A*.
5. Ist die Leitung gut, lässt der Pikettchef den Schalter 5 schliessen, mit dem Auftrag, nach 30 Sekunden den Schalter wieder zu öffnen. Entsteht ein Öffnungsfunk, so wird der Schalter wieder geschlossen; entsteht keiner, so bleibt der Schalter offen. Dabei ist wieder die genaue Zeit zu notieren.
6. Gleichtes Verfahren mit den Schaltern 3, 4 und 6.
7. Löst z. B. der automatische Schalter in *A* beim Schliessen des Schalters 4 aus, so wird 3 Minuten gewartet bis zum Wiedereinschaltversuch. Da der Schalterwärter 4 keinen Öffnungsfunk beobachtet, wird er den Schalter offen lassen, und damit ist die Störung eingegrenzt.
8. Der Pikettechniker hatte unterdessen Zeit, Streckenwärter und Monteurpersonal aufzubieten und am Telefon auf Pikett zu halten. Die Strecke wird nun kontrolliert und die Reparaturgruppe in das betreffende Gebiet gesandt mit dem Auftrag, sich von der Ortschaft *B* am Telefon zu melden.

Der vorbeschriebene Ablauf entspricht einer *methodischen Eingrenzung der Störung von vorn nach hinten*. Der erfahrene Betriebsmann wird sich vielleicht nicht genau an das Schema halten. Im Winter wird er z. B. zuerst mit den Schaltern 3 oder 6 zu sektionieren versuchen. Dies spielt an und für sich keine Rolle. Hauptsache ist, wenn mit Überlegung vorgegangen wird. Die Praxis hat gezeigt, dass Befürchtungen hinsichtlich der Einwirkung des Öffnungsfunkens auf Netztransformatoren unbegründet sind. Anderseits ist aber die Belastung der Leitung zu berücksichtigen.

#### Feststellung des Schadenortes, der Ursache und des Umfangs der Störung

Wenn nicht eine Meldung über den Schadenort von einem zufälligen Beobachter eintrifft, so muss das kranke Teilstück *kontrolliert* werden. Wir haben bei den BKW *Streckenwärter* instruiert, die sich ähnlich wie die Schalterwärter rekrutieren und

oft beide Funktionen vereinigen. Diese Streckenwärter werden nun aufgefordert, ihr Teilstück sofort zu kontrollieren. Die Leitung ist dabei als unter Spannung stehend zu betrachten.

Die Erfahrungen mit diesen Hilfskräften sind gut. Diese Leute sind in der Lage, mit guter Präzision über den Umfang der Störung und über das defekt gegangene Material zu berichten. Das zugehörige Leitungsstück wird übrigens von ihnen alle 2 Monate kontrolliert. Sie berichten über den Befund schriftlich auf vorgedrucktem Formular. Für gewisse Strecken haben sie Meldepflicht bei starkem Rauhreif oder Schneearmung. In gewissen Fällen werden Skier abgegeben, u. U. auch Feldstecher und Notbeleuchtungen. Der Streckenwärter erhält pro Kontrolle eine angemessene Entschädigung. Mit den Instruktionen erhält er eine Legitimationskarte. Im Bureau, bzw. in den Pikettmappen ist ein Leitungsschema vorhanden, mit den genauen Streckeneinteilungen, Telefon-Rufnummern und anderen detaillierten Angaben. Die zu kontrollierenden Strecken dürfen nicht zu lange gewählt werden. So sollte vom Zeitpunkt des Auftrages für die Kontrolle bis zur Rückmeldung nicht mehr als 1 bis 1½ Stunden vergehen. Der Streckenwärter hat sich zurückzumelden, auch wenn sein Teilstück in Ordnung ist, sonst wird er gesucht. Wir haben eine grosse Zahl solcher Hilfskräfte, die ihren Dienst schon über 25 Jahre versehen.

#### Behebungen der Störungen

Während der Kontrolle der Leitung bleibt nun Zeit, das notwendige Monteurpersonal zu mobilisieren sowie Werkzeuge und Material bereitzustellen. Die Behebung der Störung als solche ist eine rein handwerkliche Angelegenheit.

#### Ausrüstung des Personals, Spezialfahrzeuge und auswärtige Materialdepots

Obschon die Ausrüstung mit Werkzeug allgemein etwa nach gleichen Grundsätzen gehandhabt wird, so möchten wir doch der Vollständigkeit halber dieses Kapitel kurz streifen unter Berücksichtigung unserer Verhältnisse.

Der *Freileitungsmonteur* hat sein persönliches Werkzeug: Steigeisen, Gurt, englischen Schlüssel

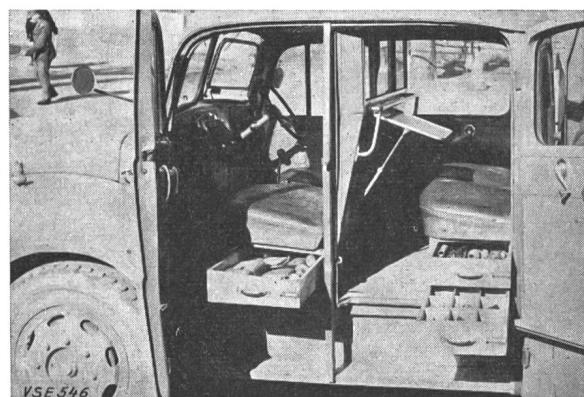


Fig. 2  
Lastwagen für die grösste Monteur-Gruppe: Doppelkabine

und Zange. Er verfügt nur in Einzelfällen über eine grössere Zuteilung. Der *Monteurgruppe* dagegen ist eine komplette Ausrüstung zugeteilt, die ihr gestattet, sozusagen alle normalen Arbeiten auszuführen. Die Gruppe ist für allfälligen Verlust kollektiv verantwortlich.

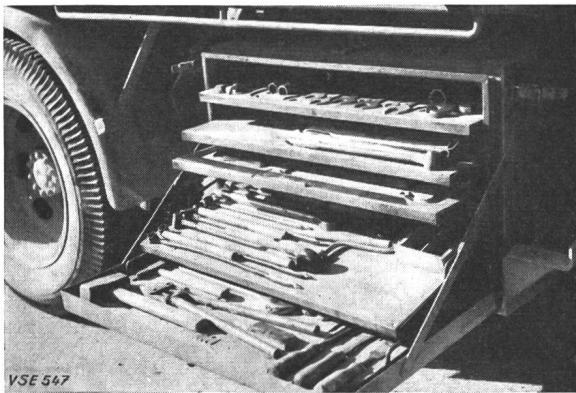


Fig. 3  
Lastwagen der Fig. 2: Werkzeugkiste

Jede Gruppe verfügt über ein *motorisiertes Transportmittel*. Eine grössere Gruppe fährt mit Lastwagen, der als *Werkzeugwagen* ausgebildet ist (Fig. 2 und 3). Die Werkzeugkisten sind seitlich angebaut. Unter den Sitzen befinden sich Schiebfächer für Kleinmaterial wie Muffen, Klemmen, Sicherungsteile usw. Hinten kann ein Schraubstock angebracht werden (Fig. 4). Die Doppelkabine bie-

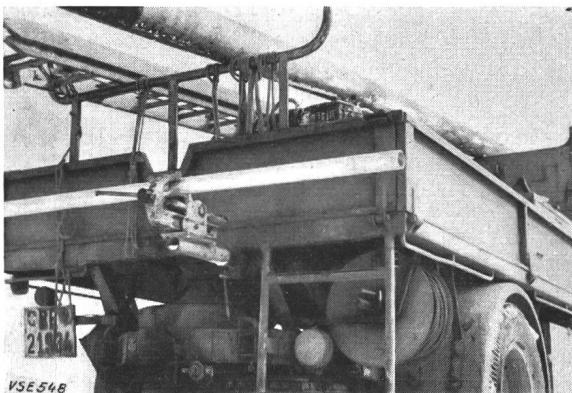


Fig. 4  
Lastwagen der Fig. 2: Kabeltrommel, Spill, Schraubstock

tet Platz für 6 bis 7 Monteure. Auf der Rückwand ist ferner ein Klappstitz, der weiteren Monteuren Platz bietet, wobei zum Schutz mit wenigen Handgriffen eine Halbblache aufmontiert werden kann. Anhänger und Drehbalken erlauben den Transport einer grösseren Anzahl Stangen (Fig. 5). Einzelne Stangen bis zu 3 Stück, Dachständerrohre und Leitern werden dagegen auf dem Aufbau transportiert (Fig. 6).

*Kleinere Gruppen* verfügen über einen Landrover, der mit einem Ballonaufzatz versehen ist und somit auch im Winter guten Wetterschutz bietet (Fig. 7). Der Platz für die Unterbringung der Werkzeuge ist hier beschränkt, weshalb die letzteren in

Werkzeug-Kisten auf den Anhänger verladen werden. Der Landrover kann in kurzer Zeit auch für Stangentransport eingerichtet werden. Bauwinden auf Pneurädern oder Schlittenkufen, Transportanhänger für Kabel lassen sich ebenfalls leicht nachschleppen (Fig. 8, 9 und 10).

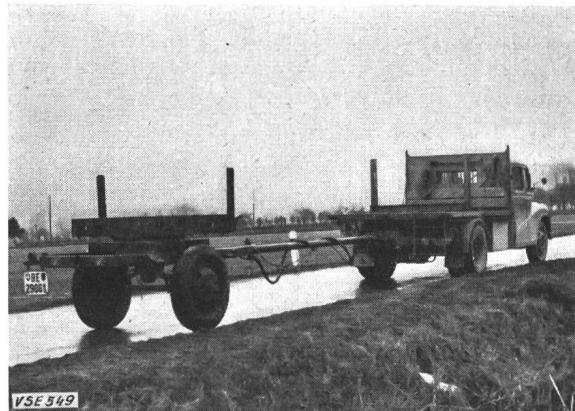


Fig. 5  
Lastwagen der Fig. 2 mit Anhänger für den Stangentransport



Fig. 6  
Lastwagen der Fig. 2: Stangentransport mit Aufsatz



Fig. 7  
Fahrzeug für die kleinere Monteur-Gruppe,  
mit Materialanhänger

In speziellen Fällen werden auch Kastenwagen eingesetzt, doch ist deren Konstruktion allgemein etwas schwach. Die Verwendungsmöglichkeit ist deshalb begrenzt.

Die Motorisierung schreitet auch hier weiter. Der gute alte Freileiter-Handkarren dürfte bald verschwunden sein. Die Motorfahrzeuge, d. h. deren Anschaffung, Betrieb und Unterhalt, beginnen im Betriebsbudget einer Unternehmung eine grosse Rolle zu spielen. Anderseits wird aber an Arbeitslöhnen wesentlich eingespart.



Fig. 8  
Fahrzeug der Fig. 7 mit Bauwinde

Es wäre vielleicht nicht abwegig, einmal gemeinsam ein *Typ-Fahrzeug* zu schaffen, dessen Anschaffungskosten bei Abnahme von einigen Stück beträchtlich gesenkt werden könnten. In der Regel müssen handelsübliche Fahrzeuge umgebaut und entsprechend den Bedürfnissen angepasst werden. Dies verlangt Konstruktionsarbeit und recht viele Umtriebe bis das «Meisterwerk» fahrbereit dasteht. Es ergibt sich somit jedesmal eine *teure Einzelanfertigung*. Betrachtet man das Ding aus der Nähe, so ist die Idee fast immer die gleiche und die Ausführung unterscheidet sich nur in der Anordnung



Fig. 9  
Nahansicht der Bauwinde der Fig. 8

und Anbringung von kleineren oder grösseren Schikanen. Die Bedürfnisse weichen ja nur unwesentlich voneinander ab, somit müssen auch die gesuchten bzw. gefundenen Lösungen einander gleichen. Die Sache auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen wäre für einen Konstrukteur eine dankbare Aufgabe.

Zur der Monteuraurüstung gehören nicht nur Werkzeuge, sondern auch noch *Schutzkleider* usw.

gegen die Unbill der Witterung. Die Ledermäntel sind nach unserer Ansicht für Freileiter immer noch der beste Wetterschutz. Diese werden verbilligt abgegeben. Die Lebensdauer der Mäntel schwankt bei einigermassen guter Pflege zwischen 5 und 8 Jahren. Die Versuche mit Schutzkleidern aus Segeltuchstoff, z. B. Windjacken mit Schulterschutz, Beinkleidern usw. haben keine befriedigenden Resultate gezeigt. Dieser Stoff ist zu wenig scheuerfest. Der Verschleiss ist daher gross. Es ist zu bemerken, dass die alten Militärmäntel beim Monteurpersonal sehr beliebt sind. Es ist nur schade, dass sie kaum mehr erhältlich sind. Für den Winter sind ferner beim Korpsmaterial noch Wolldecken und gefütterte Zwilchhandschuhe verfügbar. Für Arbeiten auf Gittermasten werden

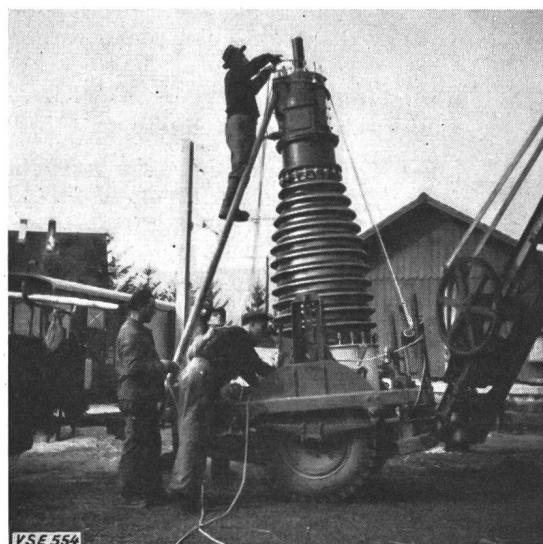


Fig. 10  
Plattform-Anhänger für den Transport von Kabelrollen, Transformatoren usw.

Schuhe mit Vibramsohlen verlangt. An die Anschaffungskosten wird ein entsprechender Beitrag geleistet.

Für Nachtarbeiten gehört zum Korpsmaterial auch eine ausreichende *Arbeitsplatzbeleuchtung*. Ausser Positionslampen und Kerzenlaternen muss dieses Material jeweils speziell aus dem Magazin bezogen werden. Es besteht so Gewähr, dass das Beleuchtungs-Material immer betriebsbereit ist. Wir unterscheiden folgende Ausrüstungen:

- Garnitur I: Kleine Beleuchtung, bestehend aus Elektro-Handlampen, Kleinscheinwerfer, gespeist aus kleinem Gasstiefel. Zusätzliche Kerzenlaternen.
- Garnitur II: Mittlere Beleuchtung, Rucksäcke mit Akkumulatoren-Batterie und Handscheinwerfern.
- Garnitur III: Grossbeleuchtung, Umformergruppe 24/220 V, mit Scheinwerfern und Lampen für Arbeitsplatzbeleuchtung.

Es wurde erwähnt, dass zu einer guten Betriebsorganisation auch die Bereitstellung des Materials für Störungsbehebungen gehört. Es darf als selbstverständlich vorausgesetzt werden, dass das Material in den Hauptmagazinen zweckmässig und griffbereit angeordnet ist. Anderseits stellt sich die Frage, ob nicht an bestimmten Orten *auswärtige*

Depots anzulegen sind. Trotzdem durch die zunehmende Motorisierung diese Depots zum grossen Teil überflüssig geworden sind, ist deren Zweckmässigkeit im Prinzip zu bejahen. Im Winter sind bei Schneestürmen die Zufahrten noch gar nicht freigelegt, wenn der Störungstrupp eingesetzt werden muss. Der Störungsort ist oft nur auf Skiern erreichbar. In diesen Fällen sind die Vorteile der auswärtigen Depots offensichtlich. Es wäre aber nach unserer Auffassung falsch, in allen abgelegenen Stationen etwas Material und Werkzeug zu deponieren. Lieber eine Zentralisation an einem geeigneten Ort mit richtiger Auswahl der benötigten Werkzeuge und des Materials und mit zweckmässiger Anordnung. Die Praxis hat gezeigt, dass diese Depots gut unter Kontrolle zu halten sind. Es sollte mindestens eine jährliche Kontrolle erfolgen. Ort und Bestand unserer auswärtigen Depots ist bei uns in den Pikettinstruktionen genau vermerkt.

#### Arbeit unter Spannung, Erden und Kurzschliessen von Anlageteilen

In Art. 7 der *Verordnung über die Erstellung, den Betrieb und den Unterhalt von elektrischen Starkstromanlagen, vom 7. 7. 1933 (Starkstromverordnung)* ist ausdrücklich festgelegt, dass *an unter Hochspannung stehenden Anlagen nicht gearbeitet werden darf*. Dagegen werden nach Abschnitt 3 des genannten Artikels Arbeiten an unter Niederspannung stehenden Anlageteilen zugestanden. Dieser Abschnitt lautet bekanntlich

«An unter Niederspannung stehenden Anlageteilen darf dann gearbeitet werden, wenn die Arbeitenden durch zuverlässige Sicherungsmassnahmen ausreichend geschützt sind und von den dafür verantwortlichen Dienststellen nur besonders für diese Arbeiten geeignetes Personal damit betraut wird.»

In der Erläuterung steht dann:

«An Netzen und Leitungssträngen, die eine grosse Anzahl oder besonders wichtige Verbraucher bedienen, wird es häufig notwendig sein, Arbeiten unter Spannung auszuführen, um technische und wirtschaftliche Schäden und Gefahren zu vermeiden, die mit einer Ausserbetriebsetzung der Zuführung elektrischer Energie für Licht, Kraft und Wärme verbunden sind. In Netzen, wo solche Fälle vorkommen können, ist daher das Personal für das Arbeiten unter Spannung besonders auszubilden und zu instruieren, wofür der SEV entsprechende Richtlinien ausarbeitet. Dabei gilt als Grundsatz, dass solche Arbeiten nur von mindestens zwei Mann, von denen einer als verantwortlicher Leiter bezeichnet wird, ausgeführt werden dürfen, und dass die Spannung, unter der gearbeitet werden darf, 250 V + 20 % gegen Erde nicht überschreiten soll.»

Es mag zutreffen, dass besonders in Stadtnetzen eine Ausschaltung z. B. für die Herstellung von Neuanschlüssen fast nicht möglich ist, so dass die zuständigen Betriebsorgane die Verantwortung auf sich nehmen und gewisse Arbeiten an den unter Spannung stehenden Anlagen anordnen. Dass die Verantwortung gross ist, wird niemand abstreiten können, denn es stehen schliesslich Menschenleben auf dem Spiel. Auch die besten Schutzvorkehren nützen nichts, wenn der Faktor Mensch im gegebenen Moment versagt. Unfälle müssen ja zum grössten Prozentsatz auf Unzulänglichkeiten auch der als zuverlässig geltenden Leute zurückgeführt werden.

In den oben erwähnten Erläuterungen wird von wirtschaftlichen Schäden bei Abschaltungen gesprochen. Diese sind vom Standpunkt des Energielieferanten aus gesehen vielleicht weniger gross als man annimmt, wenn sie mit den Aufwendungen für Schutzmassnahmen, Aufsicht usw. verglichen werden, sofern materielle Werte überhaupt einen Vergleich mit den eingegangenen Risiken zulassen.

Es besteht auch die grosse Gefahr, dass Arbeiten an unter Spannung stehenden Anlageteilen bei öfterer Wiederholung zu einer Routine-Angelegenheit werden, besonders wenn, wie man sich ausdrückt, «nie etwas passiert ist». Die Überwachung lässt nach und damit auch die Vorsichtsmassnahmen.

Arbeiten unter Spannung sollten deshalb *im Prinzip abgelehnt werden* und sich wirklich nur auf *ganz ausserordentliche Einzelfälle* beschränken.

Wird an abgeschalteten Anlageteilen gearbeitet, so sind diese kurzzuschliessen und zu erden. In Art. 8 Ziff. 7 und 8 der Starkstromverordnung ist diese Forderung eindeutig festgehalten. Sie lautet:

«Soll an abgeschalteten Hochspannungsanlageteilen gearbeitet werden, so sind diese vorher zu erden und kurzschliessen. Die verantwortlichen Betriebsorgane haben dafür zu sorgen, dass während der Dauer der Arbeiten keine Schaltungen vorgenommen oder andere Anordnungen getroffen werden, welche die Arbeitenden gefährden könnten. Erst nach Beendigung aller Arbeiten und Verständigung aller Beteiligten dürfen Kurzschliessung und Erdung aufgehoben werden.

Erdung und Kurzschliessung sind in der Nähe der Arbeitsstelle und womöglich zwischen dieser und der Stromquelle vorzunehmen. Sie sind unter allen Umständen so anzubringen, dass sie durch die vorzunehmenden Arbeiten nirgends unterbrochen werden. Kann eine Arbeitsstelle von verschiedenen Seiten her unter Spannung kommen, so ist durch eine genügende Anzahl und entsprechende Anordnung der Erdungen und Kurzschliessungen hierauf besonders Rücksicht zu nehmen.»

Es braucht eigentlich hierüber keine Kommentare. Es handelt sich auch hier um den *Schutz der Arbeitenden*. Jede Betriebsgruppe sollte mit den nötigen *Kurzschlussvorrichtungen* versehen sein. Für Freileitungen eignen sich flexible Cu-Seile, die geschickt über die Drähte geworfen werden. Wir verlangen dabei die Verwendung von Gummihandschuhen. In Stationen werden die Cu-Kabel mit Hilfe einer Isolierstange an die abgeschalteten Leiter angeklemmt oder aufgesteckt.

#### Wie werden Schaltbefehle ausgefertigt bzw. erteilt?

Ich glaube, man sollte hier grundsätzlich unterscheiden zwischen

- Befehle für Betriebsschaltungen, die zum voraus disponiert werden können und somit in einem zum voraus festgelegten Zeitpunkt auszuführen sind.
- Befehle für Betriebsschaltungen für sofort vorzunehmende Umstellungen im Betrieb.

Für *vordisponierte Schaltungen* wird bei uns grundsätzlich ein *Schaltprogramm* aufgestellt. Die Detailaufträge erfolgen auf vorgedrucktem Formular. Das Doppel dient zur unterschriftlichen Empfangsbestätigung. Oft muss auch telephonisch Empfangsbestätigung verlangt werden. Zu den Aufgaben des Pikettchefs gehört nun auch die genaue Nach-

kontrolle der Schaltprogramme und der Vergleich der Detailaufträge mit denselben. Er hat über den Befund schriftlich zu rapportieren und vor allem sofort einzuschreiten bei Fehlern im Programm oder beim Ausbleiben von Empfangsbestätigungen.

In analogem Sinne erhalten auch die Arbeitsgruppen einen schriftlichen Auftrag über Arbeitsbeginn und Arbeitsende, d. h. auf welchen Zeitpunkt die Leitung frühestens geerdet werden kann und bis wann die Erdung spätestens entfernt werden muss. Benachbarte, unter Spannung bleibende Anlagen werden ebenfalls schriftlich angegeben.

*Betriebsschaltungen* müssen oft sofort vorgenommen werden. Die dahерigen Aufträge erfolgen somit *mündlich* direkt oder telefonisch. In jedem Fall wird die *Wiederholung des Schaltauftrages* verlangt. Der Auftraggeber kann sich dabei versichern, ob er den Auftrag richtig gegeben hat und ob er richtig verstanden wurde. Bei den Telephonapparaten im Betriebsbureau und in Unterstationen haben wir eine kleine Aufschrift angebracht: «*Schaltaufträge sind unaufgefordert zu wiederholen.*» Schaltaufträge sollten unserer Ansicht nach immer detailliert gegeben werden und nicht einfach summarisch wie z. B.: Schalten Sie die Leitung X von System I auf System II um. Der Ausführende, wenn er wirklich zuverlässig ist und sich nicht einfach auf die Routine verlässt, wird sich ohnehin die einzelnen Manipulationen in der richtigen Reihenfolge aufschreiben müssen. Fehlschaltungen kommen ja fast immer vor, wenn der Ausführende routinemässig handelt und während der Ausführung durch irgend einen äusseren Einfluss in seinem Gedankenablauf gestört wird. Menschliches Versagen wird es immer geben, doch kann hier durch strikte Disziplin und organisatorische Massnahmen etwas korrigiert werden. Schliesslich stehen oft bei den Anordnungen nicht nur materielle Werte auf dem Spiel, sondern u. U. auch Menschenleben.

Es ist in diesem Zusammenhang vielleicht nicht abwegig, den Art. 8 der *Starkstromverordnung* in Erinnerung zu rufen, der bekanntlich, was die Schaltaufträge betrifft, wie folgt lautet:

«Im allgemeinen sind Vereinbarungen über Zeit, Ort, Art und Umfang der auszuführenden Arbeiten durch die verantwortlichen Betriebsorgane den mit der Ausführung der Arbeiten Beauftragten schriftlich zu übergeben.

Von einer schriftlichen Vereinbarung kann Umgang genommen werden:

- wenn der mit der Ausführung der Arbeit Beauftragte hinreichend technisches Verständnis und Erfahrung besitzt und genügend instruiert ist, um die notwendigen Sicherungsmassnahmen für sich und seine Gehilfen unter eigener Verantwortung treffen zu können;
- wenn das verantwortliche Betriebsorgan alle Schaltungen selbst vornimmt oder unter seiner Aufsicht vornimmt und die Arbeiten persönlich überwacht.

Muss ein Auftrag durch mündliche oder telefonische Übermittlung erfolgen, so ist er vom Empfänger zu wiederholen.»

### Bedienung und Erfahrungen mit Niederspannungstrennern in Freileitungen

In Sekundärnetzen werden Trenner in Hauptstränge zur Unterteilung oder für die Kupplung von Ringleitungen eingebaut, ferner in Abzweigungen

oder vor Objekten, die weit vom Speisepunkt entfernt sind. Abgesehen von der Grösse, d. h. von der zulässigen Belastung, kann man *3 verschiedene Typen* unterscheiden:

1. Trenner, die 20 bis 40 cm vom Isolator weg direkt in die Leitungsdrähte eingebaut werden.
2. Trenner, die fest auf der Stange montiert sind und deren Doppelrillenisolator zugleich als Leitungsträger dient.
3. Fest montierte Trenner mit Antriebsgestänge, so dass sie vom Boden aus bedient werden können.

Die Verwendung dieser Trenner in Sekundärnetzen hat sich als sehr zweckmässig erwiesen, zur Sektionierung und für die Abschaltung von Netzteilen zur Ausführung von Arbeiten.

Trenner, die *direkt in den Leitungsdrähten montiert sind*, haben den Vorteil, dass die Isolatoren auf der Stange frei sind. Somit können ab der gleichen Stange beliebig Leitungen abgezweigt werden. Die Bedienung erfolgt mit einer Isolierstange; hierzu muss die Stange bestiegen werden. Sind die Trenner in Leitungsdrähte von weniger als 6 mm  $\varnothing$  eingebaut, so besteht einige Kurzschlussgefahr, wenn die Messer verharzt sind. Durch allzu energisches Ziehen besteht das Risiko, dass der Leiter im Moment des Öffnens hochschnellt.

*Fest montierte Trenner* mit oder ohne Antrieb haben diesen Nachteil nicht, sind aber wesentlich teurer. Abzweigungen von der gleichen Stange können nur mit Schwierigkeiten oder gar nicht ausgeführt werden.

Für Trennstellen, die oft bedient werden müssen oder wo bei Betriebsumstellungen eine rasche Schaltfolge verlangt werden muss, empfiehlt es sich, nur *Trenner mit Antriebsgestänge* zu montieren.

Es erweist sich als vorteilhaft, die Feuerwehr-Elektriker über die eingebauten Trenner zu orientieren.

### Lage des Nulleiters bei Freileitungen

Bei den BKW wird der Nulleiter als *oberster Leiter* geführt. Diese Montageart ist in den internen Vorschriften für Leitungsbau festgehalten. Die Starkstromvorschriften sprechen sich nicht darüber aus, wo der Nulleiter zu montieren ist.

Die angegebene Montageart hat zweifellos Vorteile und Nachteile, doch dürften nach unserer Ansicht die *Vorteile* überwiegen. Diese sind kurz erwähnt die folgenden:

1. Keine Unsicherheit beim Monteurpersonal, keine Nachprüfung notwendig bei Abzweigungen, Anschlüssen usw.
2. Eine gewisse Analogie mit dem Erdseil auf Hochspannungsleitungen.
3. Durchgehender Blitzschutz im Sekundärnetz.
4. Wenn eine Leitung zuerst nur mit 2 oder 3 Leitern ausgerüstet wird, so ist bei einem späteren Leiternachzug keine Ummontage notwendig.
5. Bei Kreuzungen mit Hochspannungs-Leitungen ist der oberste Leiter des Sekundärnetzes geerdet. Bei Bruch eines Hochspannungs-Leiters fällt dieser somit zuerst auf den geerdeten Leiter.
6. Bei Bruch des Nulleiters fällt dieser in der Regel zuerst auf einen Phasenleiter und leitet damit einen Kurzschluss ein.

Wir wollen die *Nachteile* dieser Montageart nicht verhehlen, so z. B.:

Wird der Nulleiter unten montiert, so lassen sich auf Dachständern 30 cm an Höhe gewinnen (s. Art. 108 der

Starkstromverordnung). Auf die Höhe der Stangen dagegen scheint mir der Gewinn nur in Ausnahmefällen von Bedeutung zu sein.

Bei Doppelsträngen mit gemeinsamem Nulleiter dürfte sich montagetechnisch ein Vorteil ergeben, wenn der Nulleiter als 4. Leiter angebracht wird.

Beim Anschluss von Strassenlampen, die auf Sekundär-Stangen montiert sind, ergeben sich gewisse montagetechnische Nachteile, wenn der Nulleiter als Leiter 1 und der Strassenlampendraht als Leiter 5 montiert sind.

Auf alle Fälle sollte man bei der Montage-Anordnung des Nulleiters *konsequent* sein.

### Leistungsbeschädigungen durch Baumfällen

In unserem waldreichen Verteilgebiet sind die *Holzfäller* der Schrecken der Betriebstechniker. Im Mittel haben wir bei den BKW 12 Störungen pro Jahr, entsprechend etwa 5 % aller Störungen. Gewöhnlich bestehen die verursachten Schäden aus Draht- und Isolatorenbrüchen, defekten Stützen und abgebrochenen Stangen, also fast immer Schäden, die grössere Reparaturen bedingen. Die gleichen Schäden werden oft auch durch das *Holzerunterlassen* an steilen Hängen verursacht. Oft haben die Holzer nur eine ungenügende oder sogar keine Haftpflichtversicherung.

Die Waldbesitzer und Holzer werden alljährlich auf dem Inseratenweg in *Lokalblättern* und *Amtsanzeigen* auf die Gefahren des Holzschlages in der Nähe von elektrischen Leitungen aufmerksam gemacht. Sie werden eingeladen uns rechtzeitig zu avisierten. Die vom VSE zu beziehenden *Plakate* an geeigneten Stellen angebracht, z. B. in Milchzentralen, Käserainen, in Depots von landwirtschaftlichen Genossenschaften usw., haben ebenfalls eine gute Wirkung.

In der Regel stellen wir einen zuverlässigen Freileitungsmonteur mit den nötigen Stahlseilen, Flaschenzügen, Struppen usw., eventuell eine kleine

Bauwinde gratis zur Verfügung. Der Monteur hat auf dem Platze selber zu entscheiden, ob der Holzschlag oder das Herunterlassen von Stämmen ohne Gefahr für die Leitung vorgenommen werden kann, oder ob er eine vorübergehende Ausschaltung als notwendig erachtet.

Wenn Holzer Störungen und Schäden verursachen, sind sie im Prinzip nach Art. 228 oder 239 des *Strafgesetzbuches* strafbar.

Man wird Hemmungen haben, allzu rigoros vorzugehen. Einerseits handelt es sich bei den Waldbesitzern oder bei den Holzern gewöhnlich um Abonnenten der eigenen Unternehmung. Anderseits braucht man vielleicht eines Tages die gleichen Leute wieder beim Erwerb von Durchleitungsrechten oder bei anderen Verhandlungen. Wir gehen in der Regel so vor, dass den Fehlbaren der direkt verursachte Schaden verrechnet wird, unter Vorbehalt einer Strafanzeige im Wiederholungsfall und allfällig weiterer Schadenersatzansprüche. Passiert nämlich ein Unfall, der in einem Kausalzusammenhang mit dem durch die Holzer verursachten Schaden steht, so muss der Betriebsinhaber der elektrischen Anlage den Nachweis erbringen, dass der Schaden durch Dritte verursacht wurde. In diesem Moment dürfte es deshalb angebracht sein, ohne Aufschub und ohne Rücksichtnahme Strafanzeige zu erstatten.

Schadenersatzansprüche von Abonnenten können bis jetzt auf Grund der allgemeinen oder speziellen Stromlieferungsbestimmungen abgelehnt werden. Man tut gut daran, diese letzteren gelegentlich zu überprüfen, um vor Überraschungen geschützt zu sein. Das ist aber nicht Sache des Betriebspersonals.

#### Adresse des Autors:

Ch. Greub, Betriebsleiter der Bernischen Kraftwerke A.-G., Delsberg.

## 2. Referat

von E. Suter, Aarau

### Organisation des Pikettdienstes

Die Elektrizitätswerke und Wiederverkäufer-Unternehmungen haben gegenüber ihren Abonnierten die Verpflichtung übernommen, *Bestriebsstörungen nach Möglichkeit zu vermeiden und eingetretene Störungen in kürzester Frist zu beheben*.

In früheren Jahren sind Stromunterbrüche im allgemeinen ziemlich tolerant aufgenommen worden; dagegen kann heute, bei der stark fortgeschrittenen Elektrifizierung, jede Minute Unterbruch, speziell in der Industrie, schon fühlbare Produktionsausfälle bewirken. Auch für den Stromerzeuger wie für den Verteiler gilt der Grundsatz *«Dienst am Kunden»*. Die lückenlose Energielieferung fördert das gute Verhältnis zwischen Abonnierten und Werk.

Die *Organisation des Pikettdienstes* ist von Werk zu Werk verschieden. Bestimmend sind die Art des Werkes, dessen Aufbau und Ausdehnung, die Stör-

anfälligkeit je nach Gegend und sicher auch der Zustand der Anlagen.

Allgemein ist es üblich, im Telefonbuch unter der Werknummer, die Nummer des durchgehenden Pikettdienstes für Störungsmeldungen und Reparaturen aufzuführen. Meistens stimmen diese Nummern überein und die Werklinie wird ausser Bürozeit auf die Pikettstelle umgeleitet. Wesentlich ist, dass alle Meldungen an einer Stelle zusammenlaufen und die notwendigen Dispositionen von dort aus veranlasst werden.

In der Folge sei kurz die *Organisation des Pikettdienstes der Industriellen Betriebe der Stadt Aarau (EWA)* dargelegt.

Das EWA besitzt ein Kraftwerk an der Aare von zur Zeit 14 000 kW Leistung; die Spitzenbelastung beträgt 22 300 kW. Das EWA versorgt ausser der Stadt noch 24 Gemeinden, die sich in Nord-Süd-Richtung über ca. 25 km ausdehnen. Von der Un-

terstation beim Kraftwerk besteht ein Verbundbetrieb mit den Nachbarwerken über 50/8- und 16/8-kV-Leitungen.

Der Umfang des Leitungsnetzes beträgt:

59 km Hochspannungs-Freileitungen;  
375 km Niederspannungs-Freileitungen;  
66 km Hochspannungs-Kabelleitungen;  
164 km Niederspannungs-Kabelleitungen.

Die Abonnenten werden von 142 Transformatorenstationen bedient.

Bau und Unterhalt sämtlicher Anlagen und Leitungen werden mit eigenem Personal besorgt.

Der Pikettendienst des EWA ist aufgeteilt in 5 Gruppen. Jede Gruppe übernimmt während einer Woche den Dienst. Jeweils samstags 12 Uhr erfolgt die Ablösung gemäss gedruckter Liste.

Eine Gruppe besteht aus 4 Mann:

1 Techniker als Pikettchef;  
1 Chefmonteur;  
1 Freileitungsmonteur;  
1 Monteur für Hausinstallationen.

Der Pikettchef hat einen Personenwagen mit Radiotelephon bei seiner Wohnung stationiert. Dem Chefmonteur steht ein Kastenwagen zur Verfügung. Für Kraftwerk, Gas- und Wasserwerk bestehen separate Diensteinteilungen.

Ausser Bürozeit ist das Telefon EWA zu einem Chefmonteur umgeschaltet, der zugleich Abwart des Verwaltungsgebäudes ist. In seiner Abwesenheit leitet er den Anruf in den Kommandoraum des Kraftwerkes um.

Alle Störungsmeldungen, die entgegengenommen werden, sind sofort dem Pikettchef weiterzuleiten. Dieser trifft je nach Art und Ausmass der Störung die notwendigen Anordnungen.

### Organisation des Störungsdienstes

Hiezu müssen in erster Linie genau nachgetragene *Pläne* und *Schemata der elektrischen Anlagen* zur Verfügung stehen. Ferner soll der augenblickliche Schaltzustand wenigstens an einem Ort festgehalten sein. Dies ist äusserst wichtig in Anlagen, in denen mehrere Personen abwechselungsweise mit der Störungsbehebung betraut werden.

Das Netz selbst soll eine möglichst *selektive Staffelung* der Auslösezeiten von Schaltern und Sicherungen aufweisen in Primär- und Sekundäranlagen, von der Hochspannungseinspeisung bis zum Verbraucher.

Im Netz des EWA sind die Transformatorenstationen in Ringleitungen einbezogen, die aber offen betrieben werden. Bei den Einspeisestellen sind Schalter mit Maximalstrom-Zeitrelais eingebaut, während in den Stationen Lastschalter ohne Relais im Ein- und Ausgang montiert sind. Zu dieser Anordnung zwingen meistens schon die zu knappen Staffelzeiten für Schalter mit Relais, sowie finanzielle Erwägungen. Ferner hat die Durchschaltung den Vorteil, dass der Ring an beliebiger Stelle geöffnet und einseitig gespiesen werden kann, ohne vorher die Relais anders einstellen zu müssen. In Netzen, bei welchen die Ringleitungen aus Gründen der Belastung geschlossen betrieben wer-

den, sind in der Mitte sogenannte Kuppel- oder Spaltschalter eingebaut, damit der gesunde Leitungsteil sofort wieder in Betrieb genommen werden kann.

Im *Kommandoraum des Kraftwerkes* des EWA befindet sich ein *Schalschema* für die Steuerung und Rückmeldung der *Unterstation 50/8* und *16/8 kV*. Daneben ist ein *Blindschema* vorhanden, auf dem der Schaltzustand des gesamten *Hochspannungsnetzes* festgehalten ist (Fig. 1, Ausschnitt).

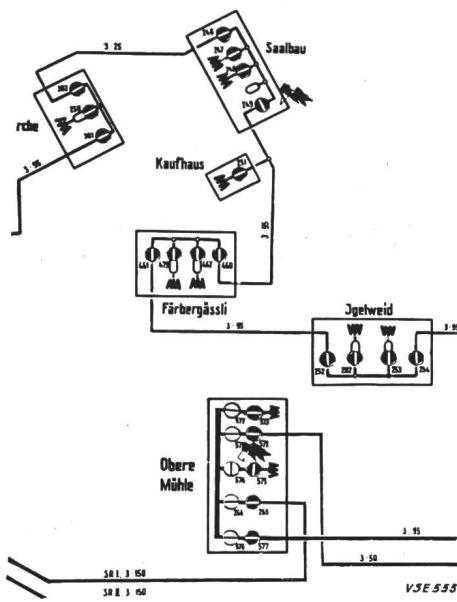


Fig. 1

Ausschnitt aus dem Blindschema des Hochspannungsnetzes mit einfachen, von Hand betätigten Stellungsanzeigern

Die verschiedenen Leitungen sind zur besseren Übersicht farbig gehalten und alle Hochspannungsschalter und Trenner bis in die Transformatorenstationen sind durch verstellbare Symbole nachgebildet und nummeriert. Ein gleiches Blindschema befindet sich im *Betriebsbüro des Verwaltungsgebäudes*. Jede Schaltungsänderung ist unverzüglich in beide Schemata einzutragen.

Die *Pikettchefs* besitzen das Schema in Taschenformat. Darin sind alle offenen Trennstellen im Netz bezeichnet, so dass die Speisung der einzelnen Stationen klar ersichtlich ist.

In jeder Transformatorenstation ist auf einem Sperrholzbrett ein *kleines Blindschema* angebracht, mit den abgehenden Sekundärleitungen bis zu den benachbarten Stationen (Fig. 2).

Alle Strang-Sicherungen in Stationen und Kabelverteilkästen, Netzschatzer und Trenner sind wiederum durch verstellbare Symbole nachgebildet. Damit wird erreicht, dass jedermann, der die Station betritt, sofort über den Schaltzustand im Sekundärnetz orientiert ist. Schaltungsänderungen sind auch hier unverzüglich anzubringen und müssen zudem mit Datum und Unterschrift in einer vorgezeichneten Rubrik vermerkt werden.

Für die Fälle von mehreren, fast gleichzeitig auftretenden Störungen, wie bei Sturmwind, Naß-

schneefall oder starken Gewittern, besitzen wir im Betriebsbüro eine *Karte* im Maßstab 1 : 5000, auf welcher die gemeldeten Störungen mit *numerierten Fahnen* bezeichnet werden. Ferner ist das gesamte Betriebs- und Monteurpersonal (inkl. Hausinstallateure) mit Namen auf steckbaren Fähnchen in

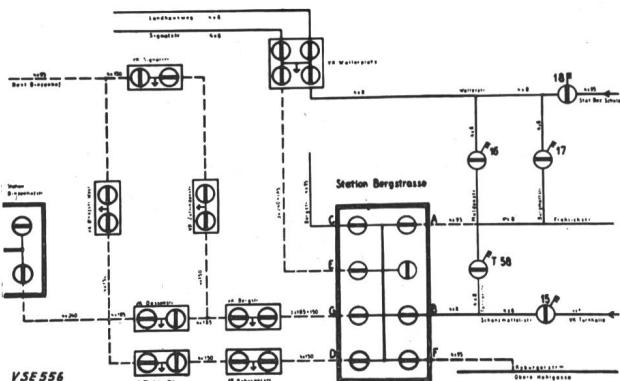


Fig. 2

Blindsightschema auf Sperreholztafel in einer Transformatorenstation

einer kleinen *Kartotheke* zusammengefasst. Dies ermöglicht der Betriebsleitung, die verfügbaren Leute sofort in Gruppen aufzuteilen und für die Störungsbehebung einzusetzen. Je nach Dringlichkeit und Umfang der Störungen werden dabei die entsprechenden Fahrzeuge mit Werkzeug und Reservematerial zugeteilt.

Übungen dieser Art haben wir z. B. im Betriebsschutz während des letzten Krieges zur Schulung des Personals durchgespielt; dabei waren die Reparaturgruppen mit Fahrzeugen, Werkzeug und Material z. T. dezentralisiert verteilt.

Es sei in diesem Zusammenhang auf eine Schwierigkeit hingewiesen, der oft Betriebsleiter von Gemeindewerken seitens der ansässigen Elektroinstallationsfirmen zu begegnen haben (nicht in Aarau). Letztere glauben, dass ihre Monteure ohne weiteres auch für Netzstörungen herangezogen werden können und unterbinden damit der Werkleitung den Aufbau einer eigenen Bau- und Störungsdienstgruppe. Tatsache aber ist, dass nur mit den Anlagen gut vertrautes, speziell geschultes und aufeinander abgestimmtes Personal bei Störungen wirksam eingesetzt werden kann. Andernfalls wird neben der Behebungszeit auch die Unfallgefahr wesentlich erhöht.

Heute stehen uns für den Störungsdienst *Betriebswagen mit Radiotelephoneinrichtungen* zur Verfügung. Diese leisten uns von allen bisherigen Verbindungsmitteln den weitaus wertvollsten Dienst. Denn die Gruppenchefs können sofort, nachdem sie an Ort und Stelle die Situation überblickt haben, ins Betriebsbüro Meldung erstatten und das weitere Vorgehen besprechen, Personal oder Material anfordern, die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen treffen oder die Störungsbehebung melden. Damit werden Netzunterbrüche auf ein Minimum beschränkt, wofür die Abonnenten und besonders die Industrie dankbar sind.

Schaltungen jeder Art, auch an abgelegenen Orten, können sicher und ohne lange Versorgungsunterbrüche ausgeführt werden. Das Radiotelephon erlaubt auch, das nicht immer volle Sicherheit bietende *«Schalten auf Zeit»* zu unterlassen.

Ferner lassen sich im täglichen Werkbetrieb dringende Anfragen und Aufträge viel siedriger erledigen, indem die vom Bureau z. B. auf Baustellen abwesenden Abteilungsleiter jederzeit erreichbar sind. Durch den teilweisen Wegfall der unproduktiven Präzesszeiten kann auch *Personal eingespart* werden, eine Frage, die sich heute jedem Betriebsinhaber aufdrängt; diese Frage lautet gegenwärtig so: «wie kann die Mehrarbeit mit gleich viel Personal bewältigt werden?» Ein Beispiel möchte ich aus unserem Wasserwerk anführen, das nur wenig Personal beschäftigt. Bis jetzt musste immer für den Störungsdienst und für Auskünfte ein im Netz versierter Mann im Bureau zurückgehalten werden. Heute kann der betreffende die Baustellen und Anlagen kontrollieren, da er jederzeit erreichbar ist. So können die verhältnismässig hohen Erstellungs-kosten einer Radiotelephonanlage auch wirtschaftlich gerechtfertigt werden.

### Spezialfahrzeuge

Es ist bereits auf die Rolle hingewiesen worden, die die Fahrzeuge im Betrieb und in der Behebung von Störungen spielen. Ohne auf diesen Punkt näher einzutreten, seien hier einige Fahrzeuge beschrieben, die sich im praktischen Betrieb bewährt haben.



Fig. 3  
Jeep des Chefmonteurs für Freileitungs- und Kabelbau  
auf einer Baustelle  
Beantwortung eines radiotelephonischen Anrufes

- Jeep-Stationswagen*, mit Vierradantrieb und Geländegang (Fig. 3). Ausgerüstet mit den nötigen Messinstrumenten für den Störungsdienst; bietet Platz für Monteure und kann einen leichten Materialanhänger mitführen.
- Lastwagen* von 4,5 t mit drehbarer Auszugleiter (Fig. 4). Leiter hydraulisch betätigt, Antrieb durch Gleichstrommotor aus separater Batterie 36 V, 120 Ah; Spiel für Kabelzug; Radiotelephonausrüstung. In einer Ausführung Türe zwischen Führerkabine und Ladebrücke, erspart

dem Chauffeur das Aussteigen beim Auswechseln von Strassenlampen: Vorteil in engen Strassen mit starkem Verkehr.



Fig. 4

Lastwagen von 4,5 t mit drehbarer Auszugleiter von 15 m beim Auswechseln von Fluoreszenzlampen auf einen 10 m hohen Mast, der in einer bepflanzten Verkehrsinsel steht

c) *Einachsiger Kabeltransport- und Verlegewagen* (Fig. 5). Nutzlast 2,5 t, für Kabelrollen bis 2 m  $\varnothing$ . Seitlich zwei Spindeln für Handbetätigung. Mit eingesetzter Ladebrücke können auch Transformatoren transportiert werden. Automatische Auflaufbremse und Handbremse.

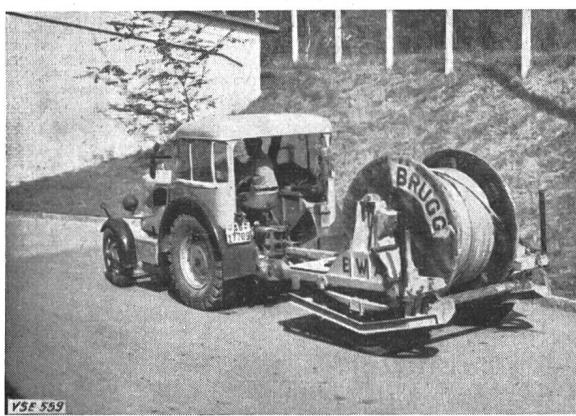


Fig. 5  
Einachsiger Kabeltransport- und Verlegewagen

d) *Grosser Kabeltransport- und Verlegewagen* (Fig. 6).

Dreiachsig, mit Einschlag über 90°; Nutzlast 12 t; für Kabelrollen bis 3 m  $\varnothing$  und 1,4 m Breite. Seitlich zwei hydraulische Heber. Hinten wegnehmbarer Querbalken mit Anhängerhaken für den kleinen Kabelwagen. So können in einer Fuhre Haupt- und Steuerkabel auf die Baustelle gebracht werden. Lufterdruckbremse und Hand-

bremse. Mit eingesetzter Ladebrücke als Tiefgangswagen benutzbar. Werkzeug im Beifahrersitz untergebracht.

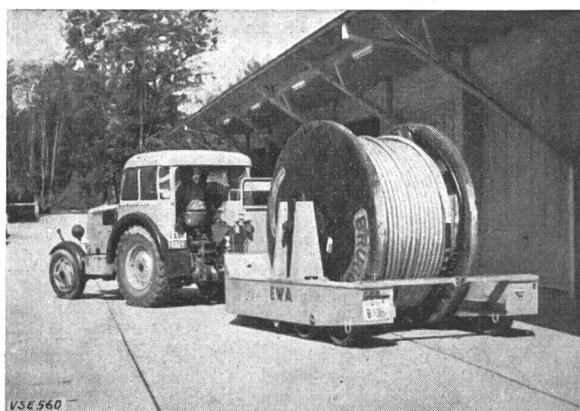


Fig. 6  
Grosser Kabeltransport- und Verlegewagen

e) *Hyster-Kran*. Hubgewicht 2...5 t je nach Stellung des Armes; Hubhöhe 5 m. Leistet gute Dienste z. B. beim Auswechseln von Transformatoren und beim Stellen von Masten (Fig. 7).

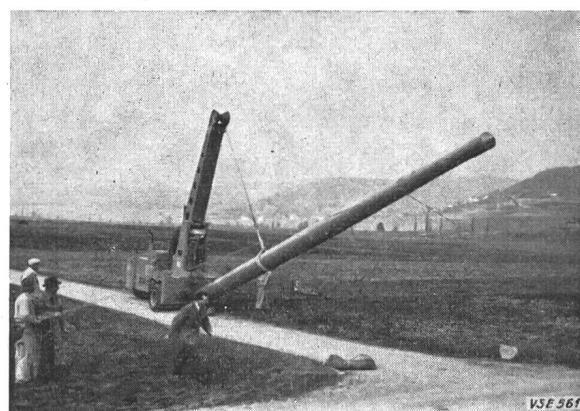


Fig. 7  
Aufstellen eines Hochspannungseckmastes mit Hilfe des Hyster-Krane

## Telephonverbindungen

### 1. Drahtverbindungen

Die Erstellung von *werkeigenen Telephoneinrichtungen* ist vor Baubeginn der zuständigen Telephondirektion zu melden. Letztere entscheidet, ob es sich um eine konzessionsfreie oder konzessionspflichtige Anlage handelt. Damit können bei der Benützung solcher Einrichtungen etwaige Meinungsverschiedenheiten in der Auslegung der Vorschriften zum voraus vermieden werden.

Für konzessionspflichtige Anlagen, die dem Betrieb und dem Unterhalt von Starkstromanlagen dienen, ist neben dem Gesuch an die PTT dem *Eidgenössischen Starkstrominspektorat* eine Vorlage zur Genehmigung einzureichen.

Wie vorgängig erwähnt, besitzt das EWA zwischen dem Kraftwerk, dem Betriebsbureau und den grösseren Schalt- und Transformatorenstationen im

Stadtgebiet ein *Signalkabelnetz*. Davon dient ein Aderpaar als Telephonverbindung. Die Lokalbatterie-Apparate mit Rufgeneratoren in den Transformatorenstationen werden erst bei deren Belebung aufgeschaltet, um die Dämpfung im Netz niedrig zu halten, was zur besseren Sprachverständigung beiträgt.

Diese Telephonverbindungen erweisen sich als praktisch zur Durchgabe von *Schaltbefehlen* und *Rückmeldungen*; sie sind aber heute durch die beweglicheren Radiotelephonverbindungen abgelöst worden.

## 2. Radiotelephonverbindungen

In den letzten Jahren sind *drahtlose Telephonverbindungen* für verschiedene Dienste eingesetzt worden. Aus den Funkanlagen, die für das Militär entwickelt wurden, sind Einrichtungen für friedliche Zwecke entstanden. So hat sich das Radiotelephon im Schiffsverkehr, bei Polizei, Feuerwehr und Taxiunternehmungen mit bestem Erfolg eingeführt.

Die Industriellen Betriebe der Stadt Aarau haben sich vor 5 Jahren die grossen Vorteile dieses Verständigungsmittels für ihren Werkbetrieb nutzbar gemacht und der Firma *Brown, Boveri & Cie.* eine Radiotelephonanlage in Verbindung mit dem staatlichen Telephonnetz in Auftrag gegeben.

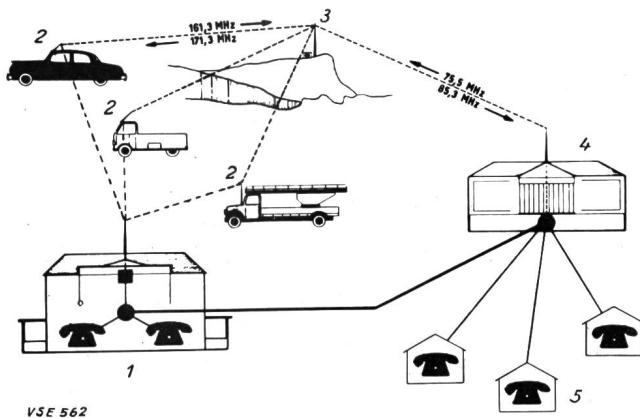


Fig. 8

- Prinzipschema der Radiotelephonanlage der EWA
- 1 Verwaltungsgebäude des EWA (Reservestation)
  - 2 bewegliche Stationen
  - 3 Relaisstation
  - 4 PTT-Telephonzentrale (feste Station)
  - 5 Telephonabonnente

Die Anlage (Fig. 8) umfasst eine *feste Station* auf der Telephonzentrale der PTT, eine *Reservestation* auf dem Verwaltungsgebäude des EWA und 6 *beweglichen Stationen* in Fahrzeugen:

Direktion;  
Betriebsleitung Elektrizitätswerk;  
Betriebsleitung Wasser- und Gaswerk;  
Chef des Freileitungs- und Kabelnetzes;  
Lastwagen mit mechanischer Leiter und ein Fahrzeug der Stadtpolizei.

Zur Verbesserung der Empfangsverhältnisse im hügeligen Netzgebiet des EWA wurde auf der *Wasserfluh* (Felskuppe 840 m ü. M. nördlich von Aarau) eine unbemannte Relaisstation gebaut.

Die mobilen Stationen arbeiten im Normalbetrieb im Frequenzbereich von 160 MHz (2-m-Band) auf die Relaisstation und diese mit 80 MHz

(4-m-Band) auf die feste Station auf der Telephonzentrale der PTT. Bei Ausfall der Relaisstation wird die Anlage durch den PTT-Störungsdienst auf die feste Station im Verwaltungsgebäude des EWA umgeschaltet. Die Sendeleistung der Stationen beträgt ca. 30 W. Über die Relaisstation können die Fahrzeuge praktisch an jedem Punkt des EWA-Netzes mit beliebigen Telephonabonnenten die Verbindung aufnehmen. Die Reservestation EWA wird von Wagen, die stark im Funkschatten stehen, nicht immer erreicht; meistens genügen kleine Standortsveränderungen zur Herstellung der Verbindung.

Die Stationen sind nach dem Baukastensystem zusammengesetzt; sie bestehen aus Sender, Empfänger, Auswerter, Speisegerät, bzw. 12 Volt Fahrzeughalterie, Bedienungsgerät und Antenne.

Bei der Fahrzeugstation sind der Sende- und Empfangsteil auf einem abgefederten Rahmen im Kofferraum montiert und über ein mehradriges Kabel mit dem im Armaturbrett eingebauten Bedienungsteil verbunden.

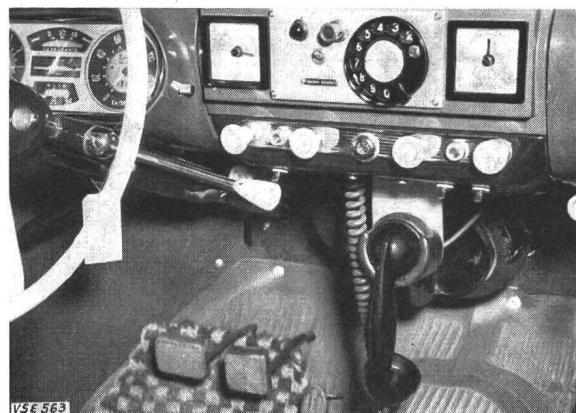


Fig. 9

Bedienungsgerät der Radiotelephonanlage am Armaturenbrett eines Personenwagens

Das Bedienungsgerät (Fig. 9) setzt sich aus dem Mikrotelephon, der Nummernscheibe, dem Betriebsschalter und den Kontrolllampen zusammen.

Die *Bedienung des Radiotelephonapparates* unterscheidet sich praktisch nicht von demjenigen eines gewöhnlichen Telephonapparates. Zwischen der mobilen Station und der Telephonzentrale PTT besteht *Gegensprechverbindung* (Duplex), während der Verkehr zwischen zwei Fahrzeugen als *Wechselsprechverbindung* ausgeführt ist. Der Anruf im Wagen erfolgt durch ein akustisches und ein optisches Signal. Letzteres bleibt bestehen, bis der Hörer abgehoben wird, damit der Gerufene bei seiner Rückkehr sich auf der Zentralstelle melden kann. Das Rufzeichen kann auch verstärkt werden durch ein im Fahrzeug eingebautes Horn.

Die Radiotelephonanlage ist *konzessionspflichtig*. Das Gesuch für deren Erstellung ist an die Generaldirektion der PTT in Bern zu richten, unter Angabe der Anzahl beweglicher Stationen, des Aktionsradius und des Lieferanten (Fabrikanten).

Die ortsfesten Anlageteile in der Telephonzentrale werden von der PTT auf eigene Kosten gebaut und unterhalten. Bau und Unterhalt der Einrich-

tungen in den Fahrzeugen und der evtl. nötigen Relaisstation gehen zu Lasten des Abonnenten. Muss die Automatik der festen Station aus funktechnischen Gründen separat aufgestellt werden, so hat der Teilnehmer pro 100 m Telefonschleife bis zur Zentrale PTT Fr. 12.— als jährliche Mietgebühr zu bezahlen.

Die *monatliche Gebühr pro Fahrzeugstation* beträgt Fr. 18.—; dabei verlangt die PTT pro Funkanlage den Anschluss von mindestens 5 mobilen Stationen, bzw. deren Grundgebühr. Zu den ordentlichen Orts- und Ferngesprächstaxen wird ein *Funktaxenzuschlag* von 20 Rp. hinzugerechnet. Die Verbindung unter zwei beweglichen Stationen gilt als Ortsgespräch. Da auf der Anlage nur eine Verbindung bestehen kann, ist die Gesprächsdauer von Wagen zu Wagen auf 3 Minuten, diejenige von Ferngesprächen auf 6 Minuten beschränkt.

#### Massnahmen der Elektrizitätswerke in Bezug auf die Meldung der Energieunterbrüche

Die Erfahrung zeigt, dass Energieunterbrüche sehr oft nicht gemeldet werden. Es gibt Abonnenten, die geduldig warten (Ausnahmen bestätigen die Regel, z. B. Industrie) bis das Werk wieder einschaltet. Damit geht wertvolle Zeit verloren und die Störungen müssen dann unter erschwerten Bedingungen gesucht und behoben werden.

Aus diesem Grunde hat das EWA das heute unter dem Namen bekannte «*Fünflibersystem*» eingeführt. Das funktioniert so, dass jede Person, die als erste eine Störung meldet, mit Fr. 5.— belohnt wird. Dabei werden z. B. auch Beobachtungen, wie Funkenbildung zwischen Drähten, Äste in Leitungen, defekte Isolatoren etc., die Störungen auslösen könnten, ebenfalls honoriert.

Dieses System hat sich bei unsrern Abonnenten gut eingeführt und schon viele Störungen konnten so innert kürzester Frist behoben oder sogar vermieden werden.

#### Meldung von vorauszusehenden Stromunterbrüchen an die Abonnenten

Alle vom Werk veranlassten Stromunterbrüche sollen grundsätzlich den Abonnenten gemeldet werden.

Bei *Ausschaltung grösserer Gebiete*, z. B. während Stunden am Wochende, sind Inserate in den Lokalzeitungen die einfachste Bekanntmachung. Betrifft der Stromausfall einzelne Dörfer, so können vorgedruckte Karten für die Abonnenten der Post übergeben werden. In kleineren Dörfern genügt oft ein Anschlag beim Gemeindehaus und Meldungen an die wichtigeren, bzw. an die auf kontinuierliche Stromlieferung angewiesenen Abonnenten.

Bei *Ausschaltung von Transformatorenstationen* oder von *einzelnen Sekundärsträngen* werden Karten, auf denen Zeit und Datum des Unterbruches eingesetzt sind, durch die Monteure in die Briefkasten der Abonnenten gelegt. Empfehlenswert ist wiederum eine vorherige Fühlungnahme mit den Handwerkern etc. zur Ermittlung der günstigsten

Ausschaltzeit. Unterbrüche von einigen Minuten, wie z. B. bei Netzumschaltungen, werden, soweit es die Zeit erlaubt, nur der hievon betroffenen Industrie gemeldet.

Je mehr die Elektrifizierung fortschreitet, müssen die Anlagen ausgebaut und alte Hausanschlüsse erweitert werden (Waschmaschinen). Dementsprechend häufen sich, trotz Zusammenfassung einzelner Gebiete, die notwendigen, lästig empfundenen Ausschaltungen.

Für Anschlüsse in Freileitungsnetzen haben wir isolierte Garnituren hergestellt, mit denen es möglich wird, einzelne Phasen ohne Ausschaltung gefahrlos anzuschliessen. Damit lassen sich zu gegebener Zeit alle provisorischen Anschlüsse eines Leitungsstranges in einer Ausschaltung zusammenfassen.

#### Vorkehren bei längeren Unterbrüchen für delikate Verbraucher

Für den *Umbau von bestehenden Anlagen* oder für *grössere provisorische Bauanschlüsse* stehen dem EWA zwei fahrbare Transformatorenstationen

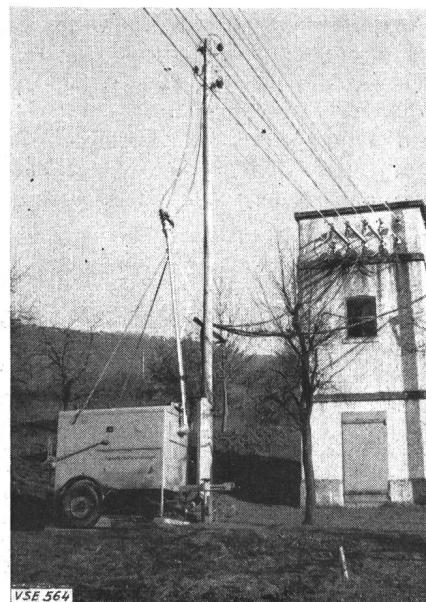


Fig. 10  
Kleine fahrbare Transformatorenstation in Betrieb, mit Freileitungsanschluss

16 000/8000/380/220 V von 250 und 400 kVA Leistung für den Anschluss an Hochspannungsleitung oder Kabel (Fig. 10 und 11), sowie eine netzunabhängige, fahrbare Diesel-Notstromgruppe mit einem Drehstromgenerator von 50 kVA, 3 × 380/200 V und automatischer Spannungsregulierung (Fig. 12) zur Verfügung.

Hier noch eine kleine Begebenheit, die den Nutzen der Notstromgruppe darlegt. An einem Sonnabendmorgen bauten wir gemäss erfolgter Ansage die Transformatorenstation einer kleinen Gemeinde mit 16-kV-Material aus. Schon am frühen Nachmittag sahen wir Leute dem Dorfhaus zuströmen. Auf unsere Erkundigung hin vernahmen wir,

dass der bekannte Missionar X einen Lichtbildervortrag halte und anschliessend der Bärenwirt für das leibliche Wohl der Zuhörer sorge. Da war guter Rat teuer; die ganze Station war bereits abmontiert und konnte vor Abend nicht in Betrieb genommen werden. Wir holten sofort die Dieselgruppe und isolierten den Strang «Bären». Kaum

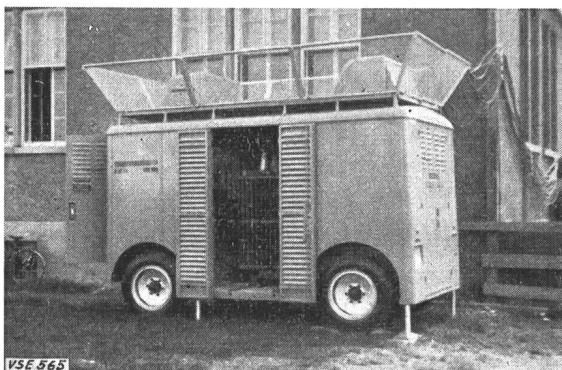


Fig. 11  
Grosse fahrbare Transformatorenstation,  
mit unterirdischem Anschluss

war der Anschluss erstellt, als schon der Gemeindeammann aufgeregt auf uns zutrat, um die verzweifelte Situation darzulegen. Der Diesel sprang an und der Dorffriede war gesichert.

Kleine Leistungen bis 4 kVA können durch *Spezialschaltung der Ladegruppe des Elektromobils* gedeckt werden, indem der Gleichstromgenerator

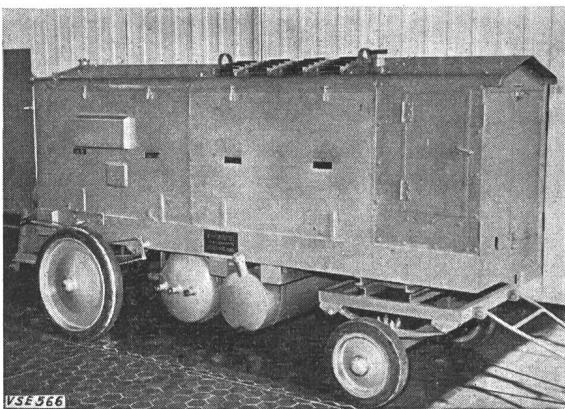


Fig. 12  
Netzunabhängige fahrbare Dieselnotstromgruppe mit  
Drehstromgenerator 50 kVA, 3 x 380/220 V und automatischer  
Spannungsregulierung

als Motor und der überkompensierte Asynchronmotor als Generator laufen gelassen wird. Diese Gruppe kommt öfter zum Einsatz für die Speisung von *Brutapparaten*, während der einige Stunden dauernden Revisionen von Hochspannungsleitungen.

#### Rekrutierung des Betriebspersonals

Bei der gegenwärtigen Konjunktur ist es äusserst schwierig, entstehende Lücken im Bestand des Betriebspersonals auszufüllen.

Ein Grund mag darin liegen, dass für den Werkbetrieb Berufspersonal mit einer gewissen Erfahrung und grosser Zuverlässigkeit benötigt wird. Aber gerade diese Leute sind in der *Privatindustrie* heute so gesucht, dass sie keine Veränderung anstreben. Für Stellen im *Baudienst* findet man noch eher Interessenten. Bedeutend schwieriger ist es, Stellen für *Überwachungsdienste* zu besetzen, wenn nicht das Gefühl der sichern Anstellung überwiegt.

Ein weiterer Grund liegt in der starken Entwicklung auf dem Gebiet der Elektrotechnik; sie fordert ständig mehr Personal für die praktische Auswertung der gemachten Erfindungen. Dabei findet die *Starkstromtechnik* nur noch ungenügend Beachtung. Wer erinnert sich nicht der Zeit, als die *Schwachstromtechnik* sich rapid zu entfalten begann, und die jungen Arbeiter und Studierenden sich alle dem Neuen zuwandten, oder wie in den letzten Jahren die vielseitige *Hochfrequenztechnik* und *Elektronik* die Jünglinge absorbierte. Auch von Jahr zu Jahr wandern mehr junge Leute nach Abschluss der Lehrzeit oder der Studien zur Weiterbildung *ins Ausland* und werden dort meistens festgehalten.

Es stellt sich nun die Frage, ob nicht bei den Werken Möglichkeiten zur *Ausbildung von Lehrlingen* geschaffen werden könnten, z. B. als Elektromontoure, Elektromechaniker, Zeichner oder Starkstrommontoure. Besonders letztere Berufsgruppe mit nur 3jähriger Lehrzeit ist etwas in Vergessenheit geraten, zumal das eidgenössische Reglement die Ausbildung auf gewisse Landesgegenden beschränkt. Gerade jetzt, wo die grossen Jahrgänge Stellen suchen, könnte und sollte der Anfang gemacht werden. Den Werkleitern möchte ich diese Anregung als Hausaufgabe zur Überlegung geben. Denn man darf nicht nur fordern, sondern man muss auch das Seinige beitragen zur Ausbildung der Jugend und damit zur Überbrückung des Mangels an Werkpersonal.

Auch sollte Studierenden in vermehrtem Masse Gelegenheit zu *Ferienarbeit* im Werkbetrieb geboten werden, um diese Leute bei Eignung später für frei werdende Posten zu interessieren.

In eidgenössischen und kantonalen Reglementen ist die Anzahl Lehrstellen entsprechend der Anzahl Arbeiter mit Berufslehre der Unternehmungen gesetzlich geregelt. Z. B. darf das EWA jährlich folgende Lehrstellen besetzen lassen:

- 1 Zeichner;
- 4 Elektromontoure;
- 1 Elektromechaniker;
- 1 Kaufmann;
- 1 Verkäuferin alle 2 Jahre.

Dies ergibt immerhin einen Totalbestand von ca. 28 Lehrlingen, die gleichzeitig ausgebildet werden.

Gegenwärtig werden wir fast täglich von Eltern angefragt, die ihren Sohn in die Elektrikerlehre geben möchten. Nach unserer Meinung sollten heute für gut geführte Betriebe die *Verhältniszahl Arbeiter-Lehrlinge etwas gelockert werden*.

#### Adresse des Autors:

E. Suter, Betriebsleiter des Elektrizitätswerkes der Stadt Aarau, Aarau.

## Die Elektrizitätsversorgung Österreichs in der Zukunft

[Auszug aus einem Vortrag von Dr. R. Stahl, Wien, gehalten vor dem österreichischen Energiekonsumentenverband am 23. März 1956.<sup>1)</sup>]

621.311.1(436)

Der hier wiedergegebene Auszug aus einem am 23. März 1956 in Wien vor dem österreichischen Energiekonsumentenverband gehaltenen Vortrag schildert die Probleme der zukünftigen Versorgung der österreichischen Industrie mit elektrischer Energie. Die unvermindert stark anhaltende Zunahme des Bedarfes und die Schwierigkeiten in der Beschaffung der zur Deckung dieses Bedarfes nötigen Energiemengen sind das Hauptmerkmal der gegenwärtigen Lage in diesem Lande.

Die Probleme, die heute unser Nachbarland beschäftigen, haben in einigen Punkten grosse Ähnlichkeit mit denjenigen, die sich der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft stellen. Die Ausführungen des Verfassers, eines anerkannten Fachmannes, dürften deshalb auch in unserm Lande einem grossen Interesse begegnen.

### Allgemeines

Die Störung im österreichischen Verbundnetz am 2. Februar 1956 wurde durch einen Schalterdefekt infolge von Kälteinwirkung ausgelöst. Dahinter steht aber die ernste Tatsache, dass das österreichische Verbundnetz zu Zeiten hoher Belastung ohne jede Reserve arbeitet.

Der Verbrauch elektrischer Energie ist in Österreich 1954 um 12,4 % gegenüber dem Vorjahr gestiegen, im Jahre 1955 um 12,3 %. Dagegen hat die Produktion 1955 nur um 9,3 % zugenommen und dürfte 1956 nur mehr etwa 8 % erreichen. Das Defizit muss ohne Rücksicht auf Kosten durch Importe gedeckt werden, die aber nicht immer zu haben sein werden.

Die jährliche Verbrauchszunahme macht derzeit etwa  $1200 \cdot 10^6$  kWh aus, was ziffernmässig ungefähr der Jahreserzeugung eines grossen Donaukraftwerkes entspricht, allerdings in anderer jahreszeitlicher Verteilung. Das oder die Kraftwerke und Verteilanlagen, die alljährlich neu hinzukommen müssten, um die Verbrauchszunahme aufzufangen, würden 2,3 bis 3 Milliarden Schilling kosten.

Ein Ende dieser Verbrauchsentwicklung ist noch nicht abzusehen. In der Schweiz, die nicht die stromintensiven Grundindustrien wie Österreich hat, werden jährlich 2800 kWh pro Kopf der Bevölkerung verbraucht, in Österreich erst 1390 kWh. Diese Entwicklung beruht neben konjunkturellen Einflüssen auf der Tatsache, dass elektrische Energie immer mehr andere ältere Energieformen als Antriebskraft, als Wärmequelle und für chemische Prozesse ersetzt. Es ist nicht ausgeschlossen, dass diese Entwicklung durch eine etwa rückläufige Konjunktur sogar noch verstärkt würde.

### Österreich steht jetzt vor drei Möglichkeiten:

1. Fortsetzung des Energieausbaus entsprechend der Verbrauchssteigerung, Kosten 2 Milliarden Schilling jährlich und darüber.
2. Deckung des Energiedefizits durch Einschränkung der Exporte und Steigerung der Importe. Wenig aussichtsreich, kostspielig und unsicher.

<sup>1)</sup> Dieser Auszug ist bereits in der ÖZE Bd. 9(1956), Nr. 5, S. 197...198 erschienen.

La conférence de R. Stahl dont nous donnons ici un extrait a été prononcée à Vienne le 23 mars 1956 lors d'une assemblée de l'Union autrichienne des consommateurs d'énergie; elle traite des problèmes que pose à l'Autriche l'approvisionnement de son industrie en énergie électrique. Le taux d'accroissement de la consommation se maintient dans ce pays à un niveau élevé, et il y devient de plus en plus difficile de produire l'énergie électrique en quantités assurant la couverture des besoins.

Les problèmes qui se posent dans ce domaine à nos voisins autrichiens ne sont par certains côtés pas très différents des nôtres. C'est pourquoi nous ne doutons pas que les idées de l'auteur, un spécialiste réputé de ces questions, intéresseront vivement nos lecteurs.

3. Verbrauchseinschränkungen. Sie werden vom Vortragenden aus Überzeugung abgelehnt und auch deshalb, weil sie in ihren Auswirkungen auf den einzelnen Betrieb unabsehbar sind und widersinnig in einem Lande, dem noch mindestens  $30 \cdot 10^9$  kWh jährlich an unausgebauten Wasserkraftreserven zur Verfügung stehen.

Welche Mittel stehen Österreich zur Verfügung, um aus der augenblicklichen Zwangslage herauszukommen?

### An Energieträgern:

Wasser in grossen Mengen, 30 vielleicht sogar  $40 \cdot 10^9$  kWh Jahresarbeit noch auszubauen;

Kohle in bescheidenem Umfang, aber doch wesentlich, ferner, jetzt nach dem Staatsvertrag, Erdgas und Erdöl.

Auf lange Sicht gesehen weitaus am günstigsten und vernünftigsten ist der Ausbau der Wasserkräfte, die sich niemals erschöpfen. Die Ausbaukosten sind allerdings hoch, nämlich 7000 bis 15 000 Schilling pro kW. Dagegen kostet der Ausbau auf Basis Kohle 4000 bis 5000 Schilling pro kW, auf Basis Erdgas und Erdöl 3000 bis 3500 Schilling pro kW.

Weiter ist nötig: eine richtige Organisation, ordentliche Betriebsführung, richtige Auswahl der auszubauenden Projekte und ein Konzept einer Idee.

Die richtige Organisation ist jene, die unter den gegebenen psychologischen und politischen Voraussetzungen noch verwirklicht werden kann. Sie wird selten die absolut billigste sein.

Die richtige Betriebsführung ist jene, welche im Rahmen der gegebenen Organisation die relativ billigsten Energiekosten ermöglicht. In Österreich werden jetzt 97 % der ausgebauten Wasserkräfte tatsächlich ausgenutzt. Mehr kann man kaum verlangen.

Hinsichtlich der Auswahl der Projekte war das Erbe von 1945 bestimmend. Den begonnenen Ausbau der Drau und den von Kaprun haben wir vorgefunden; Ybbs-Persenbeug ist uns 1953 sozusagen in den Schoss gefallen. Diese drei entscheidend wichtigen Projekte beruhen also nicht auf einem

unserem Staat angepassten Konzept. Aus Eigenem haben wir versucht, diese Elemente durch entsprechendes Füllwerk sinnvoll zu einem Ganzen zu ordnen.

### Tarife

Wichtig zur Beurteilung der Situation: Elektrizitätstarife beruhen auf der Erwartung, dass der Bedarf irgendwie zunimmt und die Verbilligung des Stromes aus abgeschriebenen Anlagen die erhöhten Kosten aus neuen nicht abgeschriebenen Kraftwerken mehr oder weniger ausgleicht. Steigt der Bedarf zu rasch, so ergeben sich natürlich Tarifprobleme.

### Zinsrate

Hiebei ist massgebend die Tatsache, dass die Energiekosten der überaus kapitalintensiven Wasserkraftwerke *zu 50 bis 60 % von der Zinsenlast bestimmt sind*, dass also hinsichtlich der kWh-Preise die Zinsrate von entscheidender Bedeutung ist.

Wasserkraftausbau im Grossen kann daher nur betrieben werden, wenn man zuerst durch Sparen das dazu nötige *billige Eigenkapital* aufbringt. Der grosse Wasserkraftausbau in Österreich ist erst möglich geworden, als die Vereinigten Staaten in Form des Marshall-Plans billige Spar- und Steuergelder zur Verfügung stellten.

### Invenstitionsrate

International wird angenommen, dass etwa 3 % des Volkseinkommens zum Ausbau der Elektrizitätswirtschaft verwendet werden sollen. Das sind in Österreich ungefähr 3 Milliarden Schilling jährlich. Davon entfallen 1,5 bis 2 Milliarden Schilling auf den Verbundkonzern und der Rest auf die übrige Elektrizitätswirtschaft. Während aber in anderen Ländern viele Dampfkraftwerke und weniger Wasserkraftwerke bestehen, ist in Österreich das Verhältnis 25 : 75.

Daraus ergibt sich für Österreich die Notwendigkeit einer *höheren Investitionsrate*, wenn man das Verhältnis Wasser : Dampf erhalten will.

### Schlussfolgerungen

Die abnorme Bedarfssteigerung kombiniert mit den hohen Ausbaukosten bedroht die Tarifsituation. Gleichzeitig aber werden von allen Seiten erhöhte Ansprüche an den Kapitalmarkt gestellt.

Mit den schon im laufenden Jahr fehlenden rund 800 Millionen Schilling wird uns hoffentlich noch einmal der Onkel aus Amerika, diesmal in Gestalt der Weltbank, im Kreditwege aushelfen. Wir dürfen uns aber nicht darauf verlassen, dass er das immer wieder tun wird oder kann. Wir müssen uns mehr auf *die eigenen Mittel* unseres durchaus nicht armen Landes besinnen. Auf dem Gebiet der Elektrizitätswirtschaft bedeutet das:

1. Der Ausbau der Wasserkräfte ist auf lange Sicht gesehen in Österreich der *einzig wirtschaftlich vernünftige*.
2. Aber Österreich kann heute weniger denn je autark Elektrizitätswirtschaft betreiben.
3. Nur durch *europäische Zusammenarbeit* kann ein Ausbauprogramm verwirklicht werden, das auch amerikanisches Kapital zu einer umfangreichen und dauernden Interessenahme anlocken könnte. Fünf bis zehn Jahre lang werden die Kosten der Energiegewinnung durch Atomspaltung noch sehr ungewiss sein; solange wird es also noch möglich sein, eine internationale Kooperation zum Ausbau österreichischer Wasserkräfte zusammenzubringen. Das bedeutet nicht, dass Wasserkraft nachher unwirtschaftlich sein wird, aber warum sollen wir noch mehr Zeit versäumen?

Unsere Möglichkeiten für Energiegewinnung aus Erdöl und Erdgas sind mengenmäßig und zeitlich begrenzt. Trotzdem können sie eine *wertvolle Hilfe zur Überbrückung unserer derzeitigen Kapitalschwierigkeiten* abgeben. Daher sollten sie jetzt als unmittelbare Nothilfe herangezogen werden. Eine wirkliche Lösung wäre das aber nur dann, wenn wir gleichzeitig den *Ausbau der österreichischen Wasserkräfte in grossem Stil und auf internationaler Ebene* in Angriff nähmen. Auf diese Weise hätte Österreich auf etliche Jahre hinaus für 1 kW nicht 12 000 Schilling, sondern 3000 oder 4000 Schilling zu investieren. Der Wasserkraftausbau würde aber trotzdem zunächst vorwiegend auf internationaler Basis weitergeführt und Österreich bekäme stets seinen Anteil daran und das vertragliche Recht, diese Werke eines Tages zu übernehmen. Unsere ausländischen Partner hätten *die Periode bis zum wirklich wirtschaftlichen Einsatz der Atomkraftwerke überbrückt*, uns aber stünden nach Ablauf der Öl- und Gasperiode *die mit internationaler Hilfe errichteten grossen Wasserkraftwerke mit ihrer ganzen Produktion zur Verfügung*.

## Verbandsmitteilungen

### Meisterprüfung für Elektroinstallateure

In der Zeit zwischen Oktober und Dezember dieses Jahres findet eine Meisterprüfung für Elektroinstallateure statt. Ort und genauer Zeitpunkt werden später festgesetzt. Dauer der Prüfung: 3½ Tage. Anmeldeformulare sind beim Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen, Splügenstrasse 6, Postfach Zürich 27, zu beziehen (Telephon

051/27 44 14) und unter Beilage von Arbeitsausweisen, einem handgeschriebenen Lebenslauf und einem Leumundszeugnis neuesten Datums bis spätestens am 8. August 1956 an obige Adresse einzusenden. Im übrigen verweisen wir auf die weiteren im Reglement festgelegten Zulassungs- und Prüfungsbestimmungen. Das Meisterprüfungsreglement, gültig ab 15. Dezember 1950, kann durch den vorgenannten Verband bezogen werden. *Meisterprüfungskommission VSEI/VSE*

**Redaktion der «Seiten des VSE»:** Sekretariat des Verbandes  
Telephon (051) 34 12 12, Postcheckkonto VIII

**Redaktor:** Ch. Morel, Ingenieur.

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

Schweizerischer Elektrizitätswerke, Seefeldstrasse 301, Zürich 8,  
4355, Telegrammadresse: Electrounion, Zürich.