# BULLETIN

## DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

ORGANE COMMUN
DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS (ASE) ET
DE L'UNION DES CENTRALES SUISSES D'ELECTRICITE (UCS)

PARAIT TOUS LES 15 JOURS


## TABLE DES MATIÈRES


Page

**Resultate der Blitzmessungen der Jahre 1947...1954 auf dem Monte San Salvatore.** Von *K. Berger*, Zürich ... 405

**Heutiger Stand des Mastfundamentbaus.** Von *J. Killer*, Baden ... 424

**Communications de nature technique** ... 441
Elektrische Vorgänge in Glimmer unmittelbar vor dem Durchschlag 441 — In Stahlrohr eingezogenes Ölhochdruckkabel für 230 kV in Brasilien 442 — L'effet photomagnétoélectrique et son application à la mesure de durée de vie des porteurs minoritaires dans un semi-conducteur 443 — Elektrotechnik im Dienste der landwirtschaftlichen Wissenschaften 444

**Télécommunications et haute fréquence** ... 444
Behandlung und Präparierung starker radioaktiver Quellen 444

**Communications de nature économique** ... 445
Prix moyens (sans garantie) 445

**Miscellanea** ... 445
*Persönliches und Firmen:* Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern — Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich 445 — Aare-Tessin A.-G., Olten — Landert Motoren A.-G., Bülach (ZH) 446 — *Kleine Mitteilungen:* Kurs über Arbeitsgestaltung und Leistungssteigerung des Betriebswissenschaftlichen Institutes an der ETH — Kolloquium an der ETH über moderne Probleme der theoretischen und angewandten Elektrotechnik für Ingenieure 446

**Bibliographie** ... 446
Die Wicklungen elektrischer Maschinen. Von *Heinrich Sequenz* 446 — Elektrische Maschinen. Von *Rudolf Richter* — Ringbuch der Energiewirtschaft — Schaltungsbuch für Gleich- und Wechselstromanlagen. Von *E. Kosack* 447 — Electrotechnique générale. Par *Maurice Denis-Papin* — Grundlagen der Elektroakustik. Von *W. Reichardt* — Transistor Audio Amplifiers. By *Richard F. Shea* — Elektronische Halbleiter. Von *Eberhard Spenke* 448 — Storage Batteries. By *George Wood Vinal* — World Railways 1954–55. By *Henry Sampson* 449

**Communications des Institutions de contrôle de l'ASE** ... 449
Mise à la terre des rails de grues de chantiers 449

**Estampilles d'essai et procès-verbaux d'essai de l'ASE** ... 450

**Communications des organes des Associations** ... 455
Comité de l'ASE — Comité Technique 40 du CES — Nouveau système de prises de courant 10 A, 250 V, pour usages domestiques et analogues 455 — Neuvième examen pour contrôleurs — Admission de systèmes de compteurs d'électricité à la vérification 456

**Revue des périodiques de l'ASE:** suite de la page 456

**Places offertes par le STS:** Voir page XXIV

**Production et distribution d'énergie, les pages de l'UCS**

**Le réglage des puissances et de la fréquence des usines hydro-électriques et des lignes d'interconnexions de la S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse (EOS).** Par *P. Dumur* et *R. Comtat*, Lausanne ... 425 (105)

**Communications de nature économique** ... 433 (113)
Comment coordonner la production hydraulique et la production thermique d'énergie électrique: extrait des rapports présentés à la Conférence mondiale de l'énergie de Rio de Janeiro 433 — Statistique de l'énergie électrique des entreprises livrant de l'énergie à des tiers 434 — Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité 436

46e année N° 9 Samedi, le 30 Avril 1955

# BULLETIN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

ORGANE COMMUN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS (ASE) ET DE L'UNION DES CENTRALES SUISSES D'ELECTRICITE (UCS)

## Resultate der Blitzmessungen der Jahre 1947...1954 auf dem Monte San Salvatore

Von *K. Berger*, Zürich

621.317.2 : 551.594.221

*Im Anschluss an die in einem früheren Aufsatz* [1] [1]) *veröffentlichte Beschreibung der Messeinrichtungen zur Blitzforschung auf dem Monte San Salvatore berichtet der Autor über die Resultate der elektrischen, magnetischen und optischen Untersuchungen des Blitzes. Die Resultate werden eingehend diskutiert und vorläufige Schlüsse gezogen für den Blitzschutz elektrischer Anlagen und von Gebäuden.*

*En suite de la description des dispositifs de mesure pour l'étude de la foudre au Monte San Salvatore, publiée précédemment* [1] [1]), *l'auteur communique les résultats des examens électriques, magnétiques et optiques de la foudre. Ces résultats sont discutés d'une manière approfondie et des conclusions provisoires en sont tirées pour la protection des installations électriques et des bâtiments contre la foudre.*

### I. Übersicht über die Messresultate

#### 1. Meteorologische Angaben über Gewitterhäufigkeit

Nach Beobachtungen der Forschungskommission des SEV und VSE für Hochspannungsfragen (FKH) gehört der Tessin zu den gewitterreichsten Gegenden in der Schweiz. Bekanntlich wird die Gewitterhäufigkeit von den Meteorologen durch die *Anzahl Gewittertage pro Jahr* definiert:

Als Gewittertag gilt dabei jener Tag, in dessen Verlauf mindestens einmal Donner gehört wurde. In der englischen Literatur heisst diese Zahl «Isoceraunic level».

Die Grösse dieser Zahl und ihr Verlauf über die Monate ist für den Monte San Salvatore in der Tabelle I angegeben (Beobachtungen von *H. Rutz*).

*Anzahl der vom Beobachtungspunkt San Salvatore aus festgestellten Gewittertage («Isoceraunic level»)*

Tabelle I

| Jahr | April | Mai | Juni | Juli | August | Sept. | Okt. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1947 | 2 | 10 | 6 | 15 | 14 | 3 | — | 50 |
| 1948 | 3 | 15 | 12 | 10 | 9 | 3 | 2 | 54 |
| 1949 | 4 | 10 | 8 | 9 | 9 | 6 | — | 46 |
| 1950 | 3 | 6 | 14 | 10 | 12 | 5 | — | 50 |
| 1951 | 3 | 7 | 14 | 9 | 15 | 3 | — | 51 |
| 1952 | 6 | 10 | 14 | 11 | 8 | 3 | 2 | 54 |
| 1953 | 8 | 6 | 12 | 12 | 7 | 8 | — | 53 |
| 1954 | 3 | 13 | 14 | 5 | 9 | 5[1]) | | 49[1]) |
| 1947...1954 | | | | | | | Total | 407 |
| | | | | | | | Mittel | 51 |

[1]) Gilt bis 15. September 1954

Zum Vergleich wird in Fig. 1 eine Karte reproduziert, die für das angrenzende Italien gilt, und die von *M. Bossolasco* im Auftrage der italienischen Elektrizitätswerke bearbeitet wurde [2][1]).

Während die Tabelle I genau entsprechend der meteorologischen Definition als Gewittertag jeden Tag zählt, an welchem mindestens einmal donnern gehört wurde, sind in der folgenden Tabelle II nur jene Tage gezählt worden, an denen das Gewitter in die Nähe des Monte San Salvatore kam, so dass Einschläge befürchtet wurden, d. h. die *Anzahl Tage mit nahen Gewittern:*

Ein «nahes Gewitter» ist dann vorhanden, wenn entweder der Gewittermelder ertönt, oder lauter Donner hörbar ist, oder die Glimmstrom-Instrumente deutliche Sprünge im Strom zeigen. Diese Definition erfasst Gewitter bis in ca. 10 km Entfernung.

*Anzahl Tage mit nahen Gewittern (innert ca. 10 km)*

Tabelle II

| Jahr | April | Mai | Juni | Juli | August | Sept. | Okt. | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1947 | 2 | 9 | 6 | 9 | 11 | 3 | — | 40 |
| 1948 | — | 10 | 10 | 6 | 9 | 3 | 2 | 40 |
| 1949 | 1 | 7 | 7 | 9 | 6 | 6 | — | 36 |
| 1950 | 3 | 6 | 15 | 9 | 13 | 4 | — | 50 |
| 1951 | 3 | 8 | 12 | 8 | 11 | 3 | — | 45 |
| 1952 | 5 | 5 | 9 | 8 | 7 | 3 | — | 37 |
| 1953 | 5 | 3 | 8 | 11 | 4 | 4 | — | 35 |
| 1954 | 3 | 9 | 14 | 3 | 10 | 6[1]) | | 45[1]) |
| 1947...1954 | | | | | | | Total | 328 |
| | | | | | | | Mittel | 41 |

[1]) Gilt bis 15. September 1954

Naturgemäss ist die so definierte Anzahl Tage mit nahen Gewittern kleiner als die Anzahl Gewittertage nach der allgemeinen meteorologischen Definition der Tabelle I. Letztere Zahl bewegt sich um 50 pro Jahr, erstere um 40 herum, wobei die Anzahl naher Gewitter mehr streut, was durchaus verständlich ist.

Auffallend ist der Unterschied zwischen Tabelle I und der italienischen Statistik, aus welcher für die Gegend von Lugano 15...20 Gewittertage hervorgehen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass einmal die Beobachtungen sich nicht auf die gleiche Periode beziehen; ferner kommt darin die für Gewitterbeobachtungen sehr günstige Aussichtslage des Monte San Salvatore zum Ausdruck. Der Donner wird offenbar auf dem Berg auf grössere Distanz gehört als in der Ebene. Dass diese Tatsache aber

[1]) siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes.

den Unterschied nicht erklärt, geht aus dem Vergleich der Tabelle II mit der italienischen Statistik hervor. Auch hier resultiert die doppelte bis dreifache Anzahl Tage mit nahen Gewittern gegenüber jener Karte.

Ausser dieser Anzahl Tage mit nahen Gewittern ist versucht worden, auch die *Anzahl naher Gewitter* zu zählen. Dazu ist eine Definition des «Gewitters» nötig:

Ein nahes Gewitter ist vorhanden, wenn entweder der Gewittermelder ertönt, oder lauter Donner hörbar ist, oder die Glimmstrom-Instrumente deutliche Sprünge im Strom zeigen. Wird während mindestens einer Stunde keines dieser Merkmale beobachtet, so wird ein späteres Merkmal als weiteres «nahes Gewitter» gezählt. Es sind somit pro Tag mehrere «nahe Gewitter» möglich, wobei obige Definition auf Grund einer Pause von mindestens einer Stunde als willkürlich anzusehen ist.

Auf Grund dieser Definition eines «Gewitters» ist es möglich, die Verteilung über die Tageszeit festzustellen. Es sind dafür zwei Darstellungen gewählt worden:

1. In der Darstellung des *Tagesgangs des Gewitterbeginns* wurde jedes Gewitter in dem Zeitpunkt gezählt, wo sein Beginn beobachtet wurde. Als Beginn eines Gewitters wird dabei der erste Donner oder Blitz betrachtet, der nach mindestens einer Stunde gewitterfreier Zeit auftritt.

2. In der Darstellung des *Tagesgangs der Gewittertätigkeit* wurde stündlich festgestellt, ob momentan Gewitter bestand oder nicht. Ein mehrere Stunden dauerndes Gewitter wird in dieser Darstellung mehrmals gezählt, nämlich in jeder Stunde, in der es beobachtet wurde.

In den Kurven der Fig. 2 und 3 sind Gewitterbeginn und Gewittertätigkeit über der Tageszeit für die Jahre 1947...1954 für die nahen Gewitter (innert ca. 10 km vom Beobachtungsort) dargestellt, d.h. der mittlere Tagesgang für die Summe aller Gewitter der ganzen Beobachtungsperiode. Die für unsere Gegenden typische Häufung der Gewitter in den Nachmittags- und Abendstunden wird aus diesen Kurven ersichtlich. Da viele Gewitter mehr als eine Stunde dauern, werden die Ziffern der Gewitterhäufigkeit wesentlich höher als jene des Gewitterbeginns.

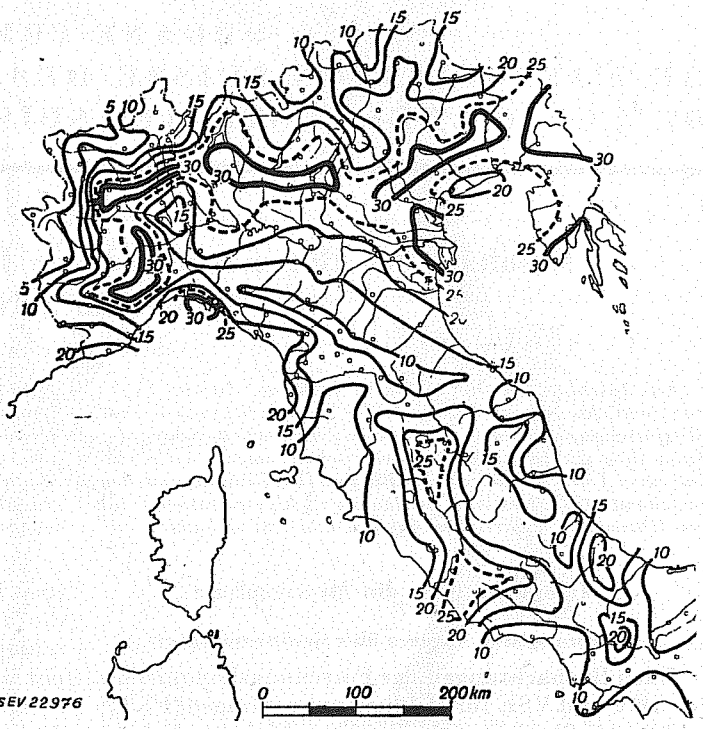



Fig. 1
**«Isoceraunic level» Italiens nach Bossolasco**
(aus Energia Elettrica 1949)

Von einer Darstellung der Dauer der einzelnen Gewitter wird hier abgesehen. Für die dem San Salvatore nahe kommenden Gewitter, d. h. jene innert einer maximalen Entfernung von ca. 10 km, kann die Gewitterdauer seit 1951 aus der Registrierung des Glimmstromes der beiden Blitzauffangtürme ersehen werden. Da sich in der Regel die Wirkungen mehrerer räumlich getrennter Gewitter überlagern, sagt die Angabe einer solchen Gewitterdauer jedoch nicht viel. Einige Beispiele von Registrierstreifen der Glimmstrommessung beider Türme sind im folgenden Abschnitt wiedergegeben.

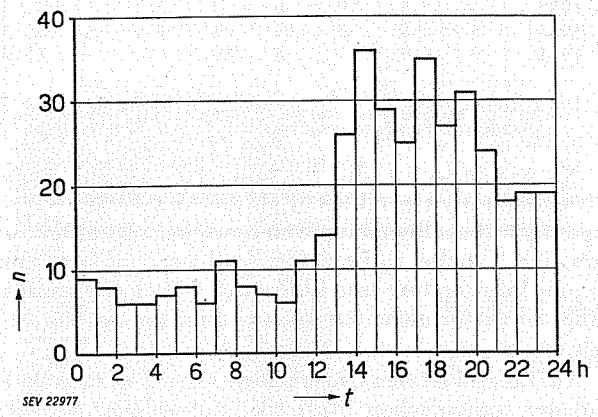



Fig. 2
**Tagesgang des Gewitterbeginns auf dem San Salvatore 1947...1954**
*n* Anzahl Gewitter; *t* Zeit

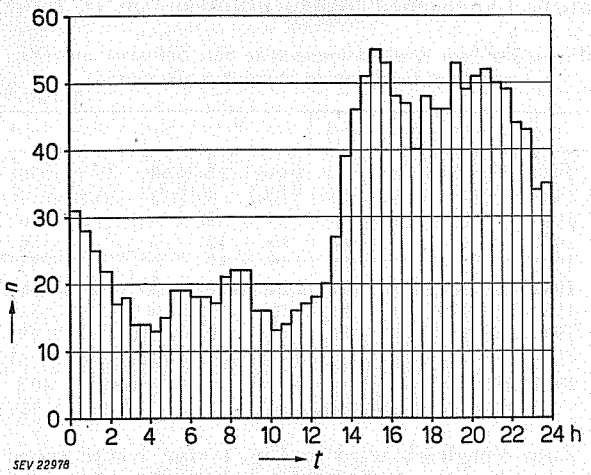



Fig. 3
**Tagesgang der Gewittertätigkeit auf dem San Salvatore 1947...1954**
*n* Anzahl Gewitter; *t* Zeit

### 2. Raumladungsdichte und Glimmstrom (Elmsfeuer)

Einige Resultate des Ionenzählers nach *H. Israël* [3] über die Raumladungsdichte im Jahr 1952 sind in Fig. 4...6 festgehalten.

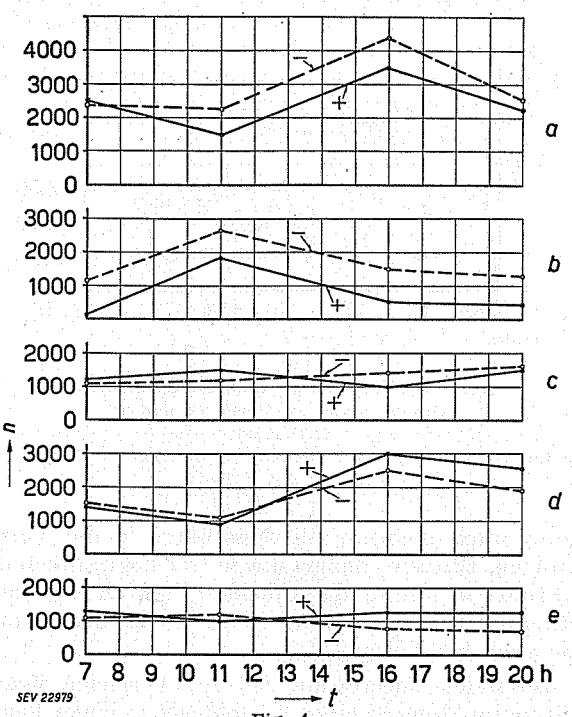



Fig. 4

**Beispiele des Ionengehaltes der Luft auf dem San Salvatore bei fünf verschiedenen typischen Wetterlagen**

*a* bedeckt bis bewölkt; *b* Nordwind, hell; *c* Stratokumuli 10/10; *d* hell und Dunst; *e* hell ohne Dunst
*n* Anzahl positiver und negativer Träger pro cm³ Luft; *t* Zeit

Zunächst zeigt Fig. 4 ein Beispiel des Tagesganges der Dichte positiver und negativer schwerer Ionen, wie sie mit diesem Apparat erfasst werden können. Es sind fünf Wetterlagen ausgewählt worden, die für die Gegend des San Salvatore typisch sind. Die grösste Ionenzahl scheint bei bedecktem Wetter vorhanden zu sein, die kleinste bei Nordwind. Der Unterschied zwischen positiven und negativen Ladungen ist nicht wesentlich.

Fig. 5 zeigt den *mittleren* Ionengehalt für verschiedene Witterungen. Die Anzahl Messungen, die zur Mittelwertbildung benutzt wurden, ist jeweils neben den Kurvenpunkten notiert. Der übliche Ionengehalt von rund 2000/cm³ steigt bekanntlich bei Gewitter sehr stark. Der Vergleich mit frühern Messungen des Osservatorio Ticinese in Locarno-Monti zeigt durchaus ähnliche Werte [4].

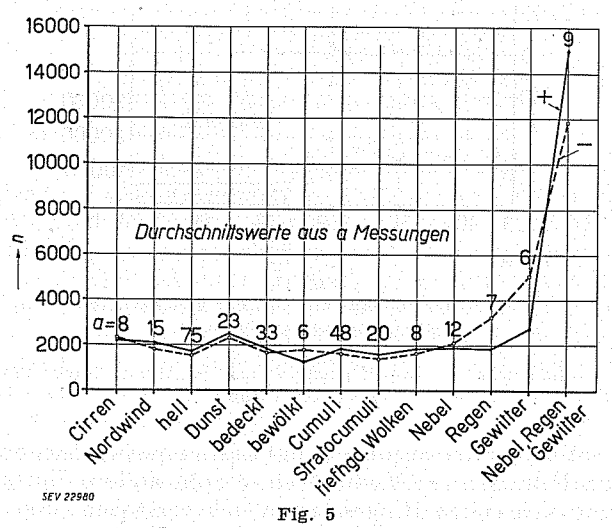



Fig. 5

**Mittlerer Ionengehalt auf dem San Salvatore bei verschiedenen Witterungen**

*n* Anzahl positiver und negativer Träger pro cm³ Luft

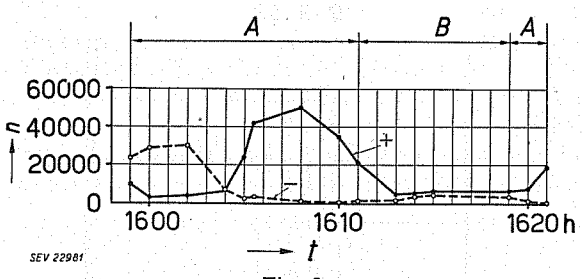



Fig. 6

**Beispiel des Wechsels von positiven und negativen Raumladungen des in Regenwolken getauchten San Salvatore**

*A* Station in Regenwolken eingetaucht (Südwind); *B* sturmartiger Nordwind, freie Sicht; *n* Anzahl positiver und negativer Träger pro cm³ Luft

Fig. 6 illustriert den raschen Wechsel von positiven zu negativen Ladungen oder umgekehrt, während die Station in Regenwolken eingetaucht war, die vom Wind vorübergetrieben wurden. In ca. 20 min Abstand folgen sich positives und negatives Maximum.

Fig. 7 und 8 geben zwei Beispiele von *Glimmströmen* beider Türme, einmal beim Vorüberziehen von Gewitterwolken ohne Blitze, das andere Mal mit Blitzen in der weitern Umgebung.

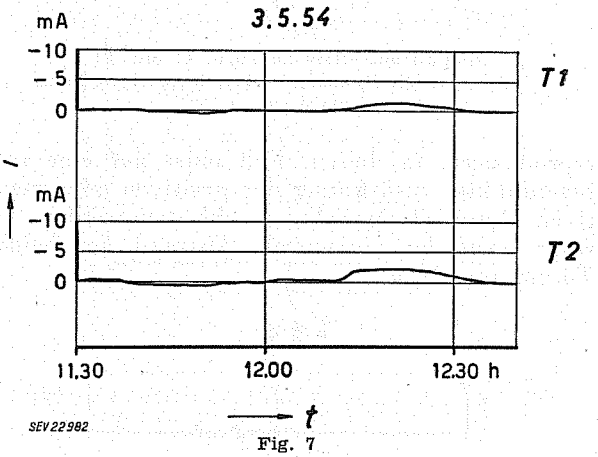



Fig. 7

**Glimmstromverlauf an Turm T1 und T2**

1. Beispiel: Beim Vorüberziehen von Gewitterwolken ohne Blitze
*i* Glimmstrom; *t* Zeit

Im ersten Beispiel (Fig. 7) wechselt der Glimmstrom beim Vorüberziehen der Gewitterwolken sein Vorzeichen. Der Verlauf ist an beiden Türmen ganz ähnlich. In der Regel weist Turm 1 auf der Bergspitze etwas höhern Glimmstrom auf als Turm 2. Doch kommt auch der umgekehrte Fall vor.

Im zweiten Beispiel (Fig. 8) sind den langsam veränderlichen Glimmströmen (Elmsfeuer) die kurzen Impulse überlagert, die vom Verschiebungsstrom des Turmes im Moment von entfernten Blitzen entstehen. Auch diese Impulse sind in der Regel an beiden Türmen ganz ähnlich, wie das Beispiel dies zeigt. Der Impuls ist am Turm 1 fast immer grösser, weil dieser Turm eine wesentlich grössere Kapazität gegenüber den Wolken aufweist als Turm 2, wo nur die Nadelkapazität wirksam ist. Die Fläche der Stromkurven gibt ein Mass für die Ladung, welche im langsam veränderlichen Glimmstrom von jedem Turm in die Atmosphäre gesendet wurde. Bei den Impulsen ist die Ladungsmessung aus zwei Gründen nicht möglich: einmal wegen der Trägheit des Milliamperemeters und anderseits wegen der Strombegrenzung durch die zum Schutz des Instruments vorgeschaltete Selenkette.

Hie und da zeigen sich auch Glimmstromregistrierungen, die auf Turm 1 und 2 wesentlich verschieden verlaufen. Ein Beispiel dieses Falles ist in Fig. 9

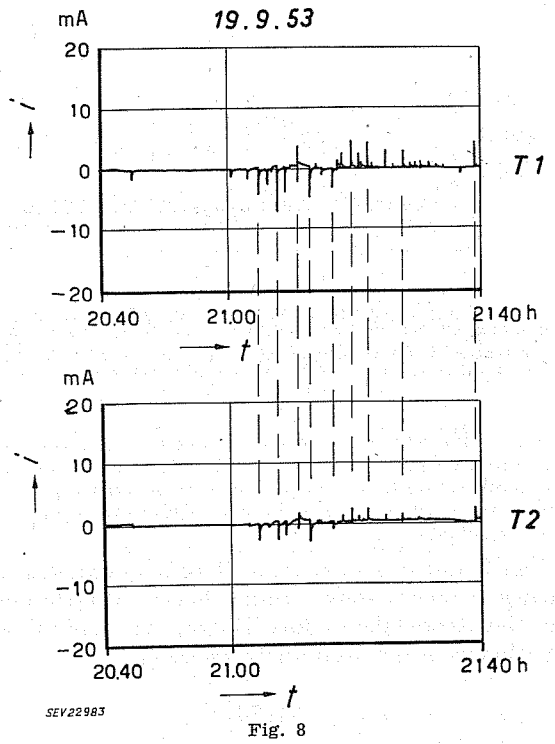



Fig. 8
**Glimmstromverlauf an Turm T1 und T2**
2. Beispiel: Mit Blitzen in der weiteren Umgebung
$i$ Glimmstrom; $t$ Zeit

reproduziert. In diesem Fall muss auf eine sehr beschränkte Ausdehnung der positiven oder negativen Raumladungswolke geschlossen werden, beträgt doch der horizontale Abstand der beiden Türme nur 400 m.

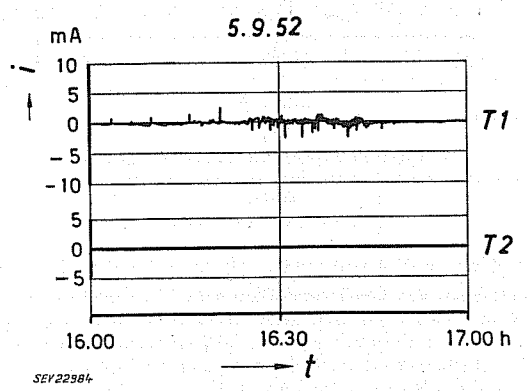



Fig. 9
**Glimmstromverlauf an Turm T1 und T2**
3. Beispiel: Bei starkem Regen
$i$ Glimmstrom; $t$ Zeit

Die zwei folgenden Fig. 10 und 11 geben zugleich den Verlauf des Glimmstromes an Turm 1 und den Verlauf der Ionendichte beider Polaritäten.

In der ersten Figur besteht ein deutlicher Zusammenhang zwischen beiden Grössen, indem beide Werte ungefähr gleichzeitig ändern. Diese Figur zeigt einen der grössten, während annähernd ¼ Stunde gemessenen Glimmstromwert von 3...4 mA. Dieser Glimmstrom ist deutlich als Zischen an der Turmspitze hörbar; das Elmsfeuer ist jedoch am Tag gar nicht, bei Nacht nur schwach von Auge sichtbar.

Die beiden folgenden Fig. 12 und 13 zeigen schliesslich zwei Beispiele von Glimmstrommessung und Ladungsimpulsen bei sehr nahem Gewitter,

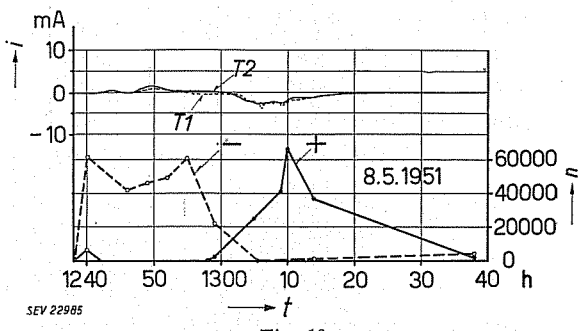



Fig. 10
**Verlauf der Ionendichte und des gleichzeitigen Glimmstromes an Turm T1 und T2**
1. Beispiel
$i$ Glimmstrom; $n$ Anzahl positiver und negativer Träger pro cm³ Luft; $t$ Zeit

wobei auch mehrere Blitzeinschläge in die Türme erfolgen. Blitzeinschläge, die zu Oszillogrammen des SO führten, sind in diesen beiden Figuren mit einem Blitzpfeil bezeichnet, und zwar sowohl bei Turm 1 wie auch bei Turm 2.

Besonders interessant ist der Vergleich beider Türme im Moment eines Einschlages in einen Turm. Der gleichzeitige Impuls des zweiten Turmes zeigt zum Teil gleiche, zum Teil entgegengesetzte Polarität. Beide Beobachtungen lassen sich durch entsprechende Annahmen erklären: Der Impuls entgegengesetzter Polarität entspricht offenbar dem Zusammenbruch eines elektrischen Feldes, weil dabei die vorher gebundenen Influenzladungen, welche entgegengesetzte Wolkenpolarität haben, frei werden und über den Turm abfliessen. Die gleichnamige Polarität entspricht offenbar einer Entladung auch am zweiten Turm, deren Ladung diejenige der Influenz übertrifft.

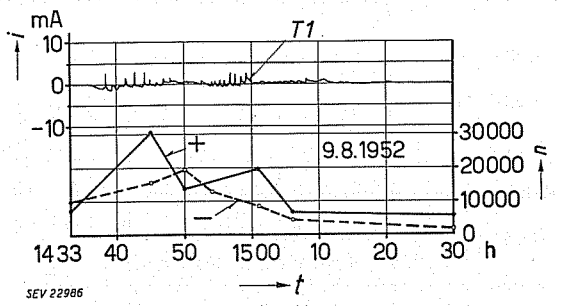



Fig. 11
**Verlauf der Ionendichte und des gleichzeitigen Glimmstromes an Turm T1**
2. Beispiel
$i$ Glimmstrom; $n$ Anzahl positiver und negativer Träger pro cm³ Luft; $t$ Zeit

Von der Turmspitze in die Luft emporwachsende Entladungen im Moment eines zum andern Turm vorwachsenden Blitzes lassen sich verstehen, wenn man sich die Feldänderung unter der Gewitterwolke während des Vorwachsens eines Blitzes aus dieser

Wolke zum Erdboden vorstellt. Die Feldstärke am Boden muss während dieses Vorwachsens grösser werden, so dass reichlich Gelegenheit besteht für eine Büschelentladung aus den Spitzen beider Türme. Beide Entladungen haben gleiche Polarität. Bei dem vom nach unten vorwachsenden Blitz betroffenen Turm wird diese Ladung wesentlich grösser sein als beim andern, wo es beim Büschel bleibt. Ein solches Büschel aus der Turmspitze in die Luft ist in Fig. 18 sehr deutlich zu erkennen.

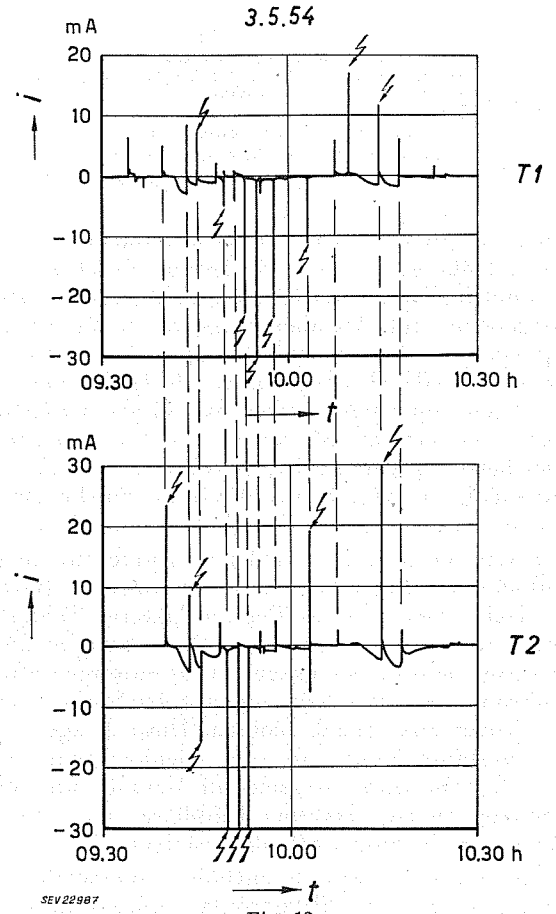



Fig. 12

**Glimmstromverlauf an Turm T1 und T2 bei sehr nahen Gewittern mit Einschlägen in die Türme**

1. Beispiel

Einschläge in die Türme mit Oszillogramm
*i* Glimmstrom; *t* Zeit

Die grosse Ausdehnung der beiden Blitztürme und die gute Empfindlichkeit der beiden Registrier-Milliampere-Meter machen jeglichen Verstärker überflüssig, so dass die Präzision der Messungen und die zeitliche Konstanz der Empfindlichkeit unvergleichlich zuverlässiger sind als mit den sog. Ceraunographen, bei denen sich der zahlenmässige Vergleich der Angaben zweier an zwei verschiedenen Orten im Tessin aufgestellten Apparate als unmöglich erwiesen hat [5].

Neben der Anzahl Blitzeinschläge in beide Messtürme vermitteln die Registrierstreifen des Glimmstromes und des Verschiebungsstromes das beste Bild von der Gewittertätigkeit, Blitzhäufigkeit und Gewitterfeldstärke in der Gegend des San Salvatore.

Aus einer genauern, gleichzeitig an beiden Türmen erfolgenden Feldstärke-Registrierung würden sich Schlüsse auf die räumliche Ausdehnung und evtl. auch über die Höhe der Ladungswolken ziehen lassen.

Bemerkenswert ist, dass Blitze mit negativen und positiven Teilblitzen im gleichen Gesamtblitz auch in den Registrierstreifen des Glimm- und Verschiebungsstromes ersichtlich sind. Solche bipolare Blitze wurden recht selten aufgezeichnet, nämlich in nur wenigen Prozenten aller registrierten Blitze.

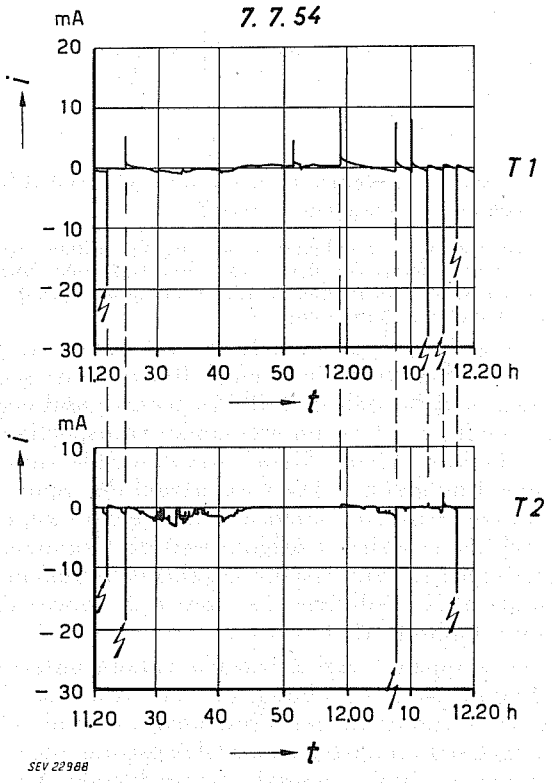



Fig. 13

**Glimmstromverlauf an Turm T1 und T2 bei sehr nahen Gewittern mit Einschlägen in die Türme**

2. Beispiel

Einschläge in die Türme mit Oszillogramm
*i* Glimmstrom; *t* Zeit

### 3. Schleifen-Oszillogramme

Bei jedem Versuch, die Oszillogramme zu beschreiben, muss vor allem die grosse Mannigfaltigkeit im Blitzstromverlauf auffallen. Es ist nicht einfach, die Menge verschiedenartiger Bilder in ein System hineinzupressen. Um doch einen Überblick über diese Mannigfaltigkeit zu geben, ist folgende Einteilung versucht worden: In der Tabelle III ist die Anzahl der jährlichen Oszillogramme eingetragen. Die pro 1946 eingetragenen Oszillogramme sind bereits im früheren Bericht [6] enthalten. Die Oszillogramme, welche Blitzeinschläge in Turm 2 betreffen, sind kursiv gesetzt worden, um beide Türme unterscheiden zu können. Gleichzeitige Einschläge in beide Türme sind durch fette Ziffern gekennzeichnet.

*Systematik der Blitzströme 1946...1954* Tabelle III

| Jahr | *Gruppe 1* Negative Blitze | *Gruppe 1a* Negative Blitze mit Anfangsstoss (> 5 kA) | *Gruppe 2* Positive Blitze | *Gruppe 2a* Positive Blitze mit Anfangsstoss (> 5 kA) | *Gruppe 3* Bipolare Blitze | *Gruppe 4* Nur Stossentladung Dauer ≦ 0,01 s | *Gruppe 5a* Negative Blitze mit Stoss im Rücken von Teilblitzen | *Gruppe 5b* Negative Blitze mit Stoss am Anfang späterer Teilblitze | *Gruppe 6* Beide Türme getroffen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1946 | 7 | 3 | 3 | 2 | — | — | 6 | 3 | [3] |
| 1947 | 13 | 1 | 2 | — | — | — | — | 4 | [3] |
| 1948 | 11 | 3 | 4 | 1 | — | 1 | — | 3 | [3] |
| 1949 | 8 | 2 | 2 | 1 | — | — | — | — | [3] |
| 1950 | 7 | 1 | 5+*2* | 1+*2* | 2 | 1+*1* | — | 1 | — |
| 1951 | 15+7+**6** | *4* | 5+*4* | *2* | 1+*1* | *2* | 5+*1*+**2** | 6+**2** | **6** |
| 1952 | 11+*4*+**6** | 1 | 6+*3* | 3 | — | 1+*1* | 5 | 6+*2*+**1** | **6** |
| 1953 | 5+*3*+**2** | 2+*1* | 3+*4* | 1+*1* | 1 | 1+*1* | — | 2+*1* | **3** |
| 1954 | 34+*17*+**17** | 8+*4* | 5+*5*+**2** | *1* | 4+*4* | 4 | 7+*1* | 12+7 | **22** |
| $n$ | 204 | | 57 | | 13 | | | | |
| $n_\triangle$ | 390 | | 59 | | 24 | | | | |
| $Q_m$ | $\frac{4536}{204} = 22{,}2$ C[1] | | $\frac{2537}{57} = 44{,}5$ C[1] | | $\frac{1220}{13} = 94$ C[1]<br>$\frac{1550}{13} = 120$ C[2] | | | | |

[1]) ab 1951 ohne Stossentladung
[2]) mit Stoss von ca. 3 ms Dauer und > 385 C
[3]) nur 1 Turm vorhanden

Senkrechte Ziffern: Einschläge in Turm 1
Schräge Ziffern: Einschläge in Turm 2
Fette Ziffern: Einschläge in beide Türme

Es werden zunächst negative und positive Blitze unterschieden (Gruppen 1 und 2):

Dabei bedeuten in üblicher Weise negative Blitze solche, die negative Ladung von der Wolke zum Erdboden führen. Entsprechend stammen positive Blitze aus positiv geladenen Wolken (positiver Blitzstrom).

Wenige Blitze passen nicht in dieses System; das sind jene, die in verschiedenen Teilblitzen oder sogar in einem und demselben Teilblitz positive und negative Ladungen sofort hintereinander transportieren, d. h. bipolare Blitze. Diese Ausnahmefälle sind in Gruppe 3 aufgeführt. Die Gesamtzahl der gemessenen Blitze ergibt sich somit als Summe der Gruppen 1, 2 und 3, ohne Berücksichtigung weiterer Gruppen. In den Gruppen 1, 2 und 3 ist die Anzahl der betreffenden Gesamt- und Teilblitze ($n$ und $n_\triangle$), sowie ihre mittlere Ladung ($Q_m$) notiert.

Die Gruppen 1 und 2 wurden sodann unterteilt auf Grund der Feststellung, ob der Strom am Anfang des Oszillogrammes allmählich oder plötzlich, d. h. als langsam ansteigender Gleichstrom oder mit anfänglichem Stoss einsetzt. Stösse kleiner Amplitude sind in den Oszillogrammen nicht immer sicher festzustellen. Vor allem fällt bei der nähern Betrachtung dieser Erscheinung auf, dass die $i_{max}$-Schleifen in manchen Fällen einen Stoßstrom von wenigen kA zu Beginn des Oszillogrammes aufzeichnen, ohne dass die beiden direkt angeschlossenen Stromschleifen einen Ausschlag zeigen. Diese gar nicht allzuseltene Beobachtung lässt sich nur verstehen, wenn angenommen wird, dass bei Blitzen in der Nähe des Berges kurzdauernde Entladungen (Büschelentladungen) aus der Turmspitze entstehen, deren Dauer so kurz ist, dass die trägen Schleifen der direkten Strommessung nicht folgen. Wenn diese Erscheinung vorkommt, dann lässt sich auch verstehen, warum hie und da «Fehlauslösungen» des SO im Moment naher Blitze vorkommen, bei denen von den direkt zeigenden Schleifen nur Nullinien des Stromes aufgezeichnet werden.

Um dieser vorläufigen Unklarheit auszuweichen, wurden in den Gruppen 1a und 2a nur jene Oszillogramme angeführt, bei denen am Anfang ein deutlicher Stoss, d. h. ein solcher von mindestens ca. 5 kA Amplitude ersichtlich ist. Bei diesen Blitzen handelt es sich wahrscheinlich um solche, die aus grosser Höhe gegen die Erde herunterwachsen und die somit in Tälern und Ebenen wohl ausschliesslich massgebend sind. Als oberer Grenzwert für den anfänglichen Stoßstrom sind bis zum Abschluss der Berichtsperiode (15. September 1954) Ströme von ca. 100 kA gemessen worden. Wo dieser Stoßstrom nicht von einem mindestens 0,01 s dauernden «Gleichstrom» gefolgt ist, besteht der Blitz ausschliesslich in einer Stossentladung. Solche Blitze sind in Gruppe 4 speziell aufgeführt worden.

In Gruppe 5 sind speziell jene Blitze mit langer Stromdauer untersucht, welche entweder im Rücken von Teilblitzen oder als Beginn späterer Teilblitze starke Stromstösse aufweisen. Diese Gruppe dient der Untersuchung der Frage, ob die einzelnen Stossamplituden mit der Ordnungszahl der Stösse wachsen, sinken oder gleich bleiben. Diese Frage steht im Zusammenhang mit der Beobachtung von *B. F. J. Schonland*, wonach auf Grund von Feldstärkemessungen spätere Teilblitze aus immer grösserer Höhe zum Erdboden erfolgen [7].

Die letzte Gruppe 6 enthält schliesslich jene Oszillogramme, die Blitzströme zugleich in beide Türme 1 und 2 aufweisen.

Aus den insgesamt 274 mit dem Schleifenoszillographen registrierten Gesamtblitzen sind auf der Tafel I einige wenige Beispiele reproduziert worden, welche ein Bild der typischen Blitzeigenschaften jeder Gruppe vermitteln. Dabei sind wieder die Gruppen 4...6 als Auszüge von Blitzen bestimmter Eigenschaften aus den Gruppen 1...3 zu betrachten.

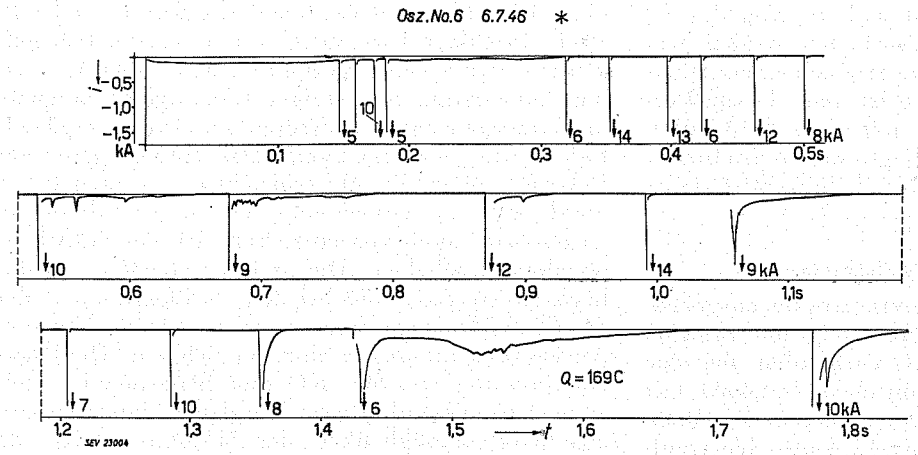
Die Darstellung der Oszillogramme ist so gewählt, dass von jedem Blitzturm die Stromkurve, wenn nötig in zwei Bereichen verschiedener Empfindlichkeit, nachgezeichnet wurde.

Der empfindliche Bereich umfasst Blitzstromwerte bis ca. 100 A (Jahre 1946...1949) bzw. bis ca. 300 A (seit 1950), während die Meßschleife oberhalb dieser Blitzstromwerte gegen Überlastung geschützt ist. Der weniger empfindliche Bereich umfasst Blitzströme bis ca. 1500 A (1946...1949) bzw. bis ca. 5000 A (seit 1950) mit Begrenzung des Schleifenstromes bei Blitzströmen oberhalb dieses Grenzwertes. Der Überlastungsschutz wurde bis 1949 durch Glimmlampen und Widerstände bewirkt, seit 1950 mit Hilfe von Selenketten, was sich als günstiger erwiesen hat.

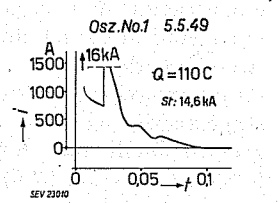
## Charakteristische Schleifen-Oszillogramme

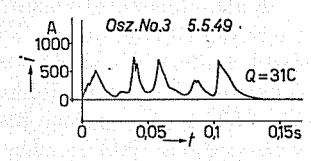
Tafel I

### 1946

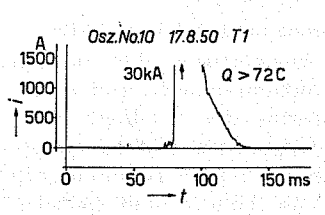


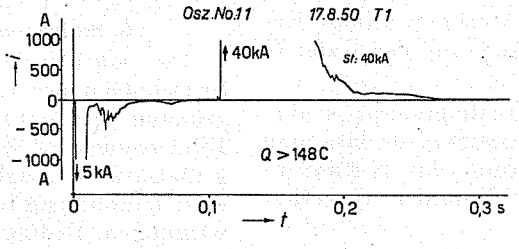

### 1949

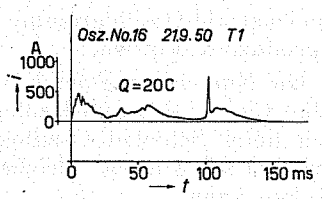


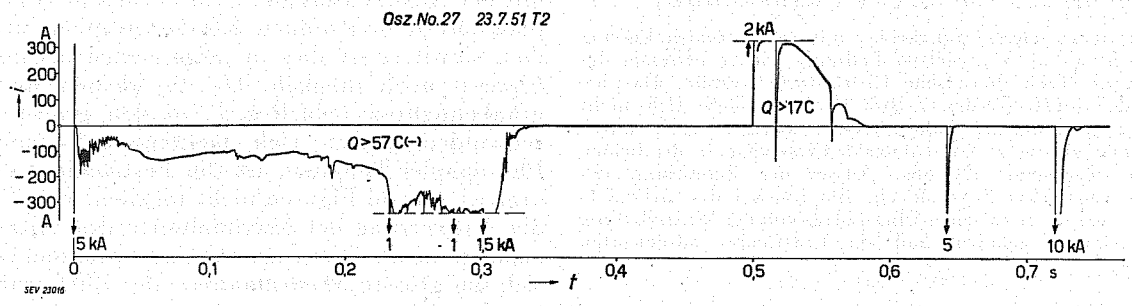

### 1950



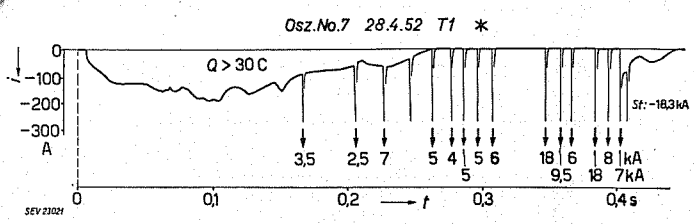



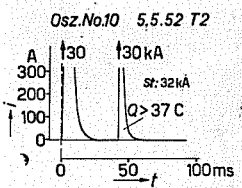



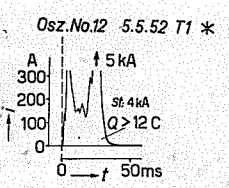

### 1951

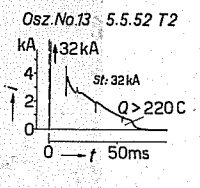



### 1952

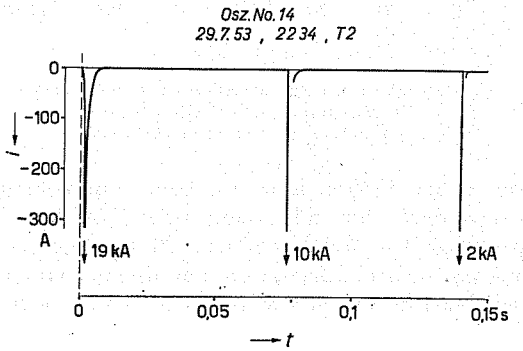


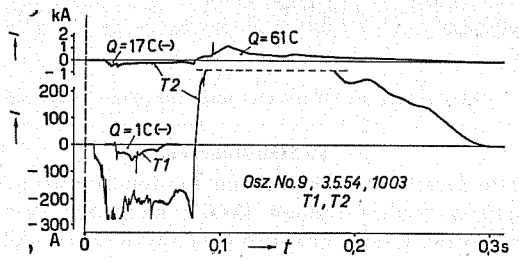




### 1953




### 1954



In diesen Oszillogrammen sind sodann die Resultate der $i_{max}$-Messung durch den mittels der Speicherschaltung gemessenen Wert des Stromscheitelwertes eingetragen. Wo zugleich mit der Messung des SO auch eine Messung mit Stahlstäbchen möglich war (wenn nämlich dieses Stäbchen nur von *einem* Blitzstrom magnetisiert wurde), so ist auch dieser Wert eingetragen worden. Sofern mit dem SO-Oszillogramm auch das KO-Oszillogramm reproduziert wird, ist dies durch das Zeichen * beim SO-Oszillogramm angedeutet.

#### 4. Kathodenstrahl-Oszillogramme

Kathodenstrahl-Oszillogramme werden ausgelöst, wenn der Blitzstrom ca. 5 kA übersteigt und zugleich rasch ändert. Es sind zwei KO vorhanden; der eine schreibt über einer logarithmischen Zeitskala mit $T = 57$ µs, der andere über einer linearen Zeitskala während ca. 0,02 s. Die Anzahl Kathodenstrahl-Oszillogramme ist naturgemäss viel kleiner als jene der Schleifen-Oszillogramme, weil bei allen Blitzen mit kleinem Strom nur der SO zeichnet. Einige Kathodenstrahl-Oszillogramme sind auf der Tafel II reproduziert worden.

Die Numerierung der KO-Oszillogramme ist dieselbe wie bei den SO-Oszillogrammen, so dass man sich beim Schleifen-Oszillogramm das Kathodenstrahl-Oszillogramm gleicher Nummer eingefügt denken kann.

Im Jahre 1954 haben mehrere Blitze den Messbereich des KO von ca. 65 kA überschritten:

Bei einem solchen Blitzschlag mit der extremen Ladung von mehr als 350 C (positive Ladung) wurde erstmals der 1-Ω-Shunt durch thermische Überlastung zerstört. Das betreffende Gewitter vom 7. Juli 1954 zeichnete sich nicht nur durch abnormal hohe Ströme, sondern auch durch eine ganz abnormal hohe Anzahl Einschläge in die beiden Türme (insgesamt 32) aus. Ausser der Zerstörung des Shunts von Turm 2 wurde ein Betonsockel des Geländers infolge eines unterirdischen Überschlags von der Wasserleitung zum Geländer gehoben und ein Erdtrichter ausgeworfen (Fig. 14).

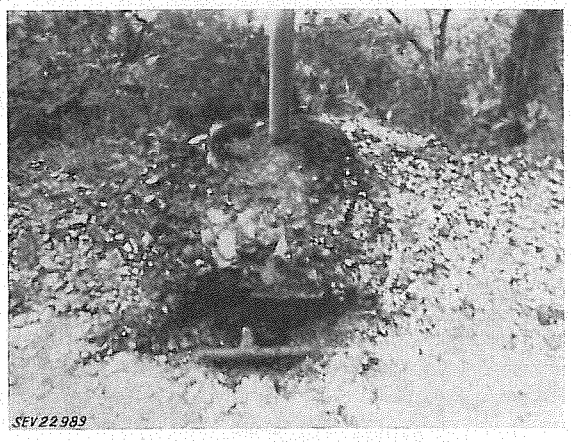



Fig. 14
**Blitztrichter an Wasserleitung vor dem Messraum**

#### 5. Stahlstäbchen

Die Resultate der an den beiden Shunten angebrachten Stahlstäbchen lassen sich mit der Auswertung der Oszillogramme (SO und KO) vergleichen, sofern nur ein einziger Stromstoss sie magnetisierte. Diese Bedingung ist leider im vorliegenden Fall oft nicht erfüllt, weil ein Gewitter in der Regel mehr als einen Einschlag in denselben Turm liefert. Sind z. B. zwei Einschläge vorhanden, wovon einer einen sehr kleinen Strom liefert gegenüber dem andern, so ist die Auswertung mit einiger Genauigkeit möglich. Sind dagegen zwei im Stromscheitelwert vergleichbare Blitze, oder gar zwei Blitze entgegengesetzter Polarität über die Messeinrichtung gegangen, so wurde auf eine Auswertung verzichtet. Aus diesem Grund wird auch von einer Statistik der Stäbchenangaben abgesehen. Die sich ergebenden Stromhöchstwerte $i_{max}$ sind bei den Oszillogrammen des SO (Tafel I) eingetragen worden, soweit eben ihre Auswertung im obigen Sinn möglich war. Die Übereinstimmung von SO, KO und Stäbchen ist meistens befriedigend. Dieser Vergleich bildet die einzige Kontrollmöglichkeit der Messeinrichtung, da die Blitze sich leider nicht zu Vergleichszwecken reproduzieren lassen.

#### 6. Steilheitsmessung mit Induktionsschleife

Die statistische Auswertung der induzierten Spannungen der Induktionsschleife und damit des grössten Momentanwertes der Steilheit $di/dt$ des Blitzstromes ist im Gegensatz zur Ionenmessung grundsätzlich möglich, weil jede Klydonographenfigur unabhängig ist von frühern oder spätern Einwirkungen. Bedingung ist lediglich, dass mehrfache Figuren noch auseinander gehalten werden können. Mit der Auswechslung der die Form von alten Telephonhörern besitzenden Klydonographen nach jedem Gewitter ist dies im allgemeinen bei grössern Figuren noch möglich. Da die kleinen Klydonographenfiguren jedoch z. T. in den grössern verschwinden, sofern sich mehrere auf demselben Photopapier befinden, ist die Feststellung der gesamten Anzahl Figuren nicht möglich. Fig. 15 zeigt die Auswertung der Maximalwerte des Blitzstromanstiegs $di/dt$. Dabei ist stets zu beachten, dass es sich um grösste *Momentanwerte* der Blitzstromsteilheit handelt.

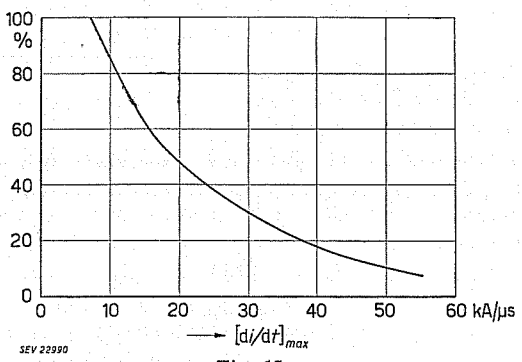


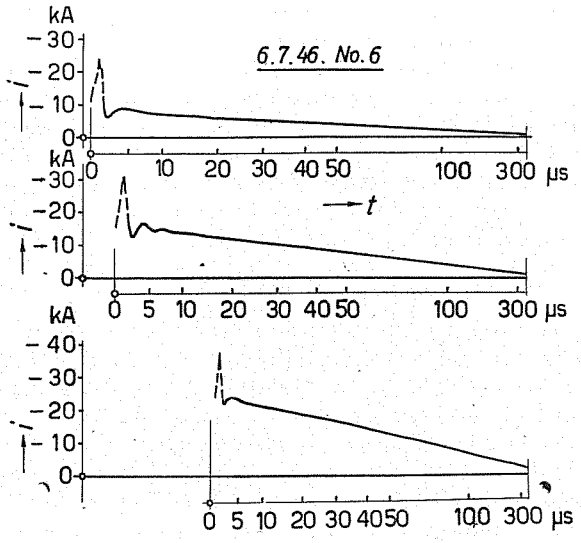

Fig. 15
**Häufigkeit rascher Stromanstiege 1947...1954**
26 Messungen mit Klydonograph
$[di/dt]_{max}$ grösste Stromsteilheit

In sechs Fällen kam es zum Überschlag der Photopapiere der Klydonographen infolge Überschreitung des Messbereiches. Dieser liegt bei ca. 40 kA/µs. In drei Fällen von den obigen sechs wurde dabei das Photopapier vom Funken zerrissen.

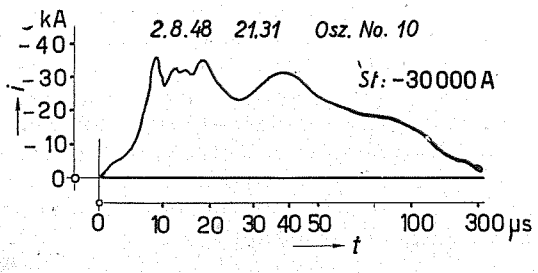
## Charakteristische Kathodenstrahl-Oszillogramme

Tafel II

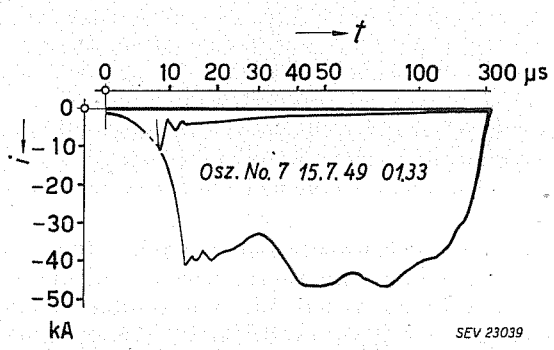
1946



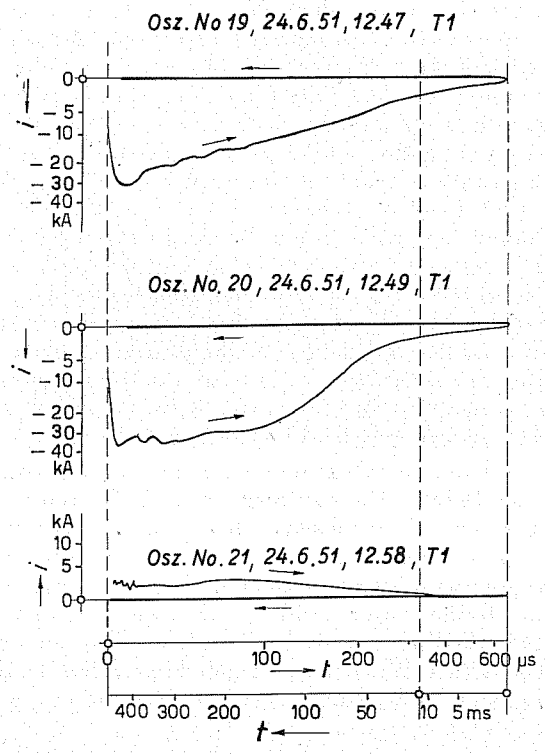

1948



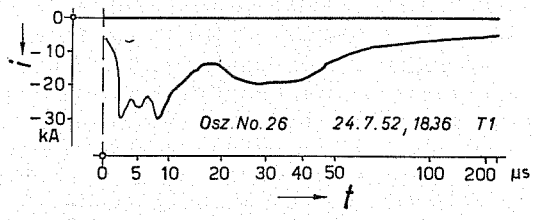

1949

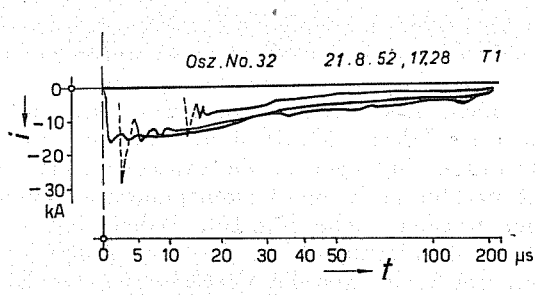



1951

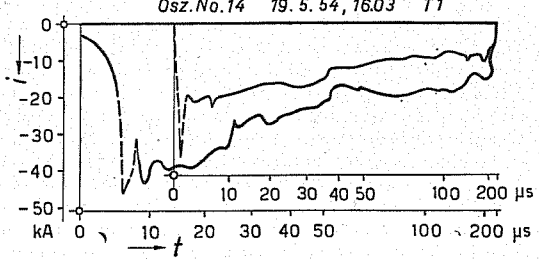



1952

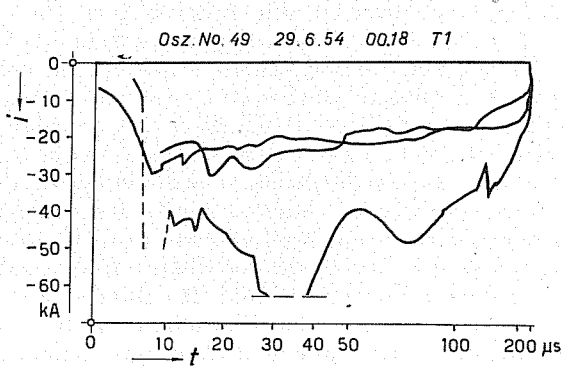



1954




1954



Die Übereinstimmung der Messungen mit isolierter und geerdeter Drahtschleife ist befriedigend. Mit der gewählten symmetrischen Anordnung des Messgerätes ist der Abgriff eines Spannungsabfalles am Blitzableiter die empfindlichere und einfachere Anordnung als die isolierte Schleife; doch scheinen die Resultate der isolierten Schleife weniger zu streuen. Dabei ist ganz allgemein zu bemerken, dass die Messgenauigkeit dieser Methode infolge des Einflusses der Stossform auf die Grösse der Lichtenberg-Figur nicht sehr hoch ist, jedenfalls schlechter als bei der Stäbchenmessung für $i_{max}$.

#### 7. Blitzeinschlags-Photographie

Seit 1951 werden vom Photoraum auf dem Berggipfel aus alle nächtlichen Blitzeinschläge in die Umgebung photographisch festgehalten. Dazu sind acht Fenster vorhanden, welche je ca. 50° Raumwinkel, d. h. den gesamten Horizont umfassen. Aus Sparsamkeitsgründen sind nur fünf Kleinbildapparate vorhanden, welche jeweils in jenen Richtungen eingesetzt werden, wo die meisten Blitze zu erwarten sind.

Leider ist es bis heute nur möglich, Blitze während der Nacht zu photographieren, weil die Verschlüsse während vielen Minuten geöffnet bleiben müssen, bis ein Blitz ins Blickfeld kommt. Zudem befindet sich der Berggipfel gerade bei sehr nahen Gewittern zum Teil in den Wolken, so dass dann auch nicht photographiert werden kann. Die nachstehenden Resultate erfassen somit nur einen kleinen Bruchteil, vielleicht im Mittel 1/5 aller vom Berg aus sichtbaren Blitzeinschläge. Auf Grund der Oszillogramme wäre die Photographie des Blitzeinschlagortes mit Hilfe einer sehr raschen Verschlussbetätigung auch bei Tageslicht möglich. Die zugehörige Einrichtung ist jedoch ziemlich kostspielig, insbesondere deshalb, weil sie in mehreren Exemplaren vorhanden sein müsste.

Als Beispiele sind einige Blitzphotographien in der Tafel III reproduziert worden, die unter günstigen Wetterbedingungen erhalten wurden.

Aus allen des Nachts erhaltenen Blitzphotographien der Jahre 1951...1954 sind die Einschlagspunkte durch Eintragen in die Tageslichtphoto ermittelt und dann in ein Gesamtpanorama eingezeichnet worden (siehe Fig. 16). Dabei sind verschiedene Markierungen für die vier Jahre verwendet, um auch über die Veränderung der Einschlagsstellen mit den Jahren ein Bild zu bekommen.

Die verschiedenen Jahre geben ganz verschiedene Einschlagsverteilungen. Es scheint aus diesem Grund heute noch verfrüht, allgemeine Schlüsse für eine längere Periode von Jahren zu ziehen. Dagegen mag eine besondere Beobachtung hier noch angebracht sein. Der Blitzwart, H. Rutz, hat die seltene Gelegenheit, vom Photoraum aus eine Menge von Blitzen von Auge zu beobachten, während die Photoapparate bereitstehen. Nach seinen Aussagen deckt sich der Eindruck von der Lage und dem Aussehen einzelner deutlich beobachteter Blitze oft durchaus nicht mit dem objektiven Bild des Blitzes, wie es sich nach Entwickeln der Photofilme ergibt. Der Berichterstatter hat ähnliche Erfahrungen gemacht.

Gegenüber visuellen Angaben, insbesondere von Laien, über das Aussehen und den Verlauf von Blitzen scheint eine gehörige Dosis Skepsis sehr am Platz zu sein. Die Ursache dieser Diskrepanz zwischen objektiv photographischer und subjektiv visueller Blitzbeobachtung liegt wohl darin, dass beide nur dann übereinstimmen können, wenn das Auge des Beobachters während eines Blitzes sich nicht bewegt. Dies dürfte in den seltensten Fällen zutreffen, da sich der Beobachter der Bewegung seines Auges insbesondere im Blitzmoment gar nicht bewusst wird.

#### 8. Vorwachsen des Blitzes, Blitzbildung

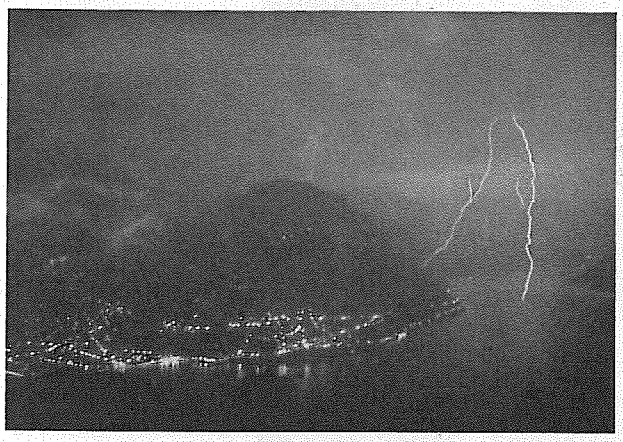
Seit den bahnbrechenden Arbeiten von *B. F. J. Schonland* und seinen Mitarbeitern *D. J. Malan*, *H. Collens* u. a. m. in Südafrika, ist bekannt geworden, dass der Blitz seine Bahn als Vorentladung auf zwei Arten öffnet, je nachdem es sich um den ersten Teilblitz oder um spätere Teilblitze handelt. Beim ersten Teilblitz zeigt sich bei Blitzen über der Ebene (Südafrika) z. T. eine ruckweise vorwachsende Lichterscheinung, die von der Gewitterwolke gegen den Boden herunterwächst. Schonland bezeichnet diese Vorentladung als «stepped leader». Die mittlere Geschwindigkeit des Vorwachsens beträgt nur einen kleinen Bruchteil (ca. 1/1000) der Lichtgeschwindigkeit. Spätere Teilblitze zeigen sehr oft auch einen «leader» (Leitblitz), der aber im Gegensatz zum ersten nicht ruckweise, sondern gleichmässig vorwächst, und zwar mit einer um etwa eine Grössenordnung höhern Geschwindigkeit (ca. 1/100 der Lichtgeschwindigkeit). Über die Blitzbildung an hohen Objekten liegen Beobachtungen vor von *K. B. McEachron* am 400 m hohen Empire State Building in New York, dem höchsten Wolkenkratzer der Welt. Danach wachsen dort weitaus die meisten Blitze von der Spitze des Wolkenkratzers gegen die Wolken hinauf. Leider gibt McEachron in seiner ausserordentlich interessanten Arbeit nur ein einziges, undeutliches Bild dieses Vorwachsens.

Auf dem San Salvatore sind in der Beobachtungsperiode 1946...1954 nur zwei gute Aufnahmen des ruckweisen Vorwachsens des ersten Teilblitzes («stepped leader») mit der Boys-Kamera mit hoher Filmgeschwindigkeit gelungen. Dagegen liegt eine ganze Reihe guter Bilder vor vom Vorwachsen späterer Teilblitze ohne Ruckstufen («dart leader»: Leitblitz mit Wurfspeer vergleichbar). Die beiden gelungenen Bilder vom ersten Teilblitz sind in Fig. 17 und 18 reproduziert.

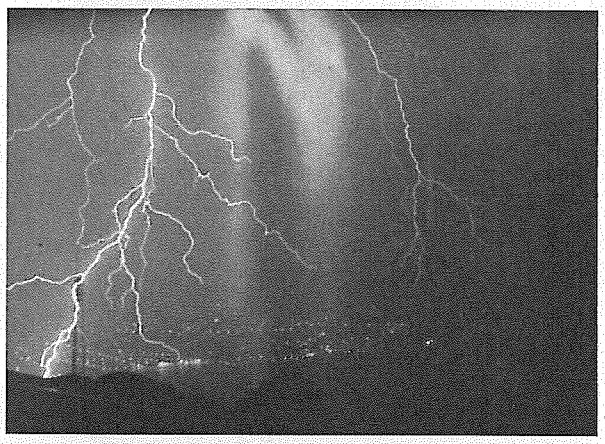
Das erste Bild (Fig. 17) ist im Photoraum in Paradiso am 15. Juli 1949 gewonnen. Es zeigt einen Blitz hinter dem Monte San Salvatore mit einer Reihe von Ruckstufen, deren Auswertung auf dem Bild dargestellt ist. Das zweite Bild ist in Fig. 18 reproduziert. Die Abbildung betrifft einen Einschlag in den neuen Turm vom 29. Juli 1953. Von diesem Blitz liegt auch das Oszillogramm des Stromes vor (Osz. Nr. 14/1953, Tafel I). Das Bild hat besonderes Interesse, weil es deutlich die Vorentladungen bei einer Verzweigung des Blitzes erkennen lässt. Die Aufnahmen in der Mitte und unten stammen aus der Boys-Kamera mit raschem Filmvorschub (ca. 50 m/s), die Aufnahme oben aus der ruhenden Kamera. Die Entladung wächst von der Wolke zum Blitzturm herunter. Sowohl der erste Teilblitz wie auch zwei spätere Teilblitze weisen Vorentladungen auf. Ein Ast des Blitzes führt zu einem Einschlag in die Felsen östlich des neuen Turmes. Die Photo mit ruhendem

## Charakteristische Blitzeinschläge

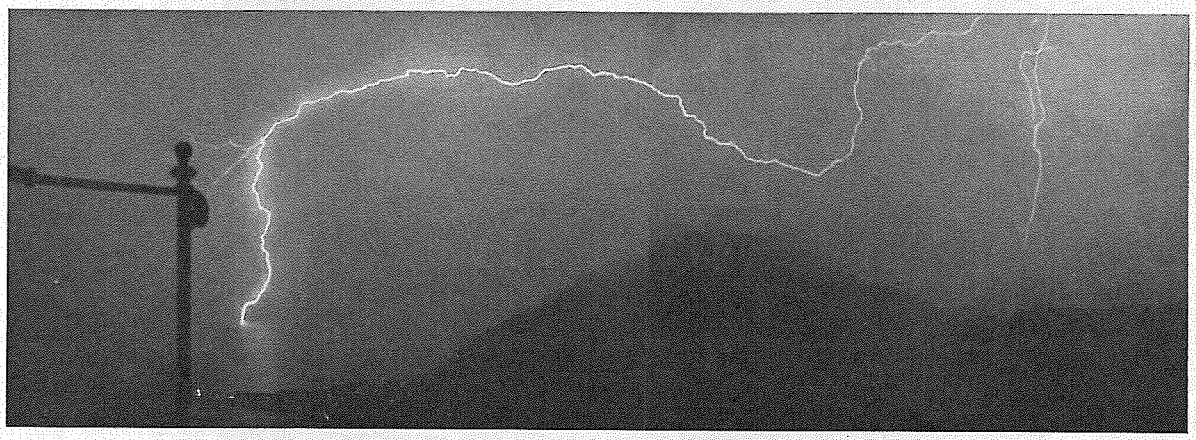
Tafel III



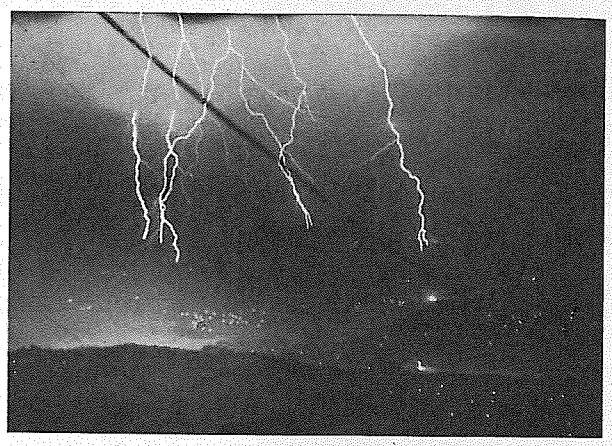
22./23.7.51. 23.28 ... 0.19 NE



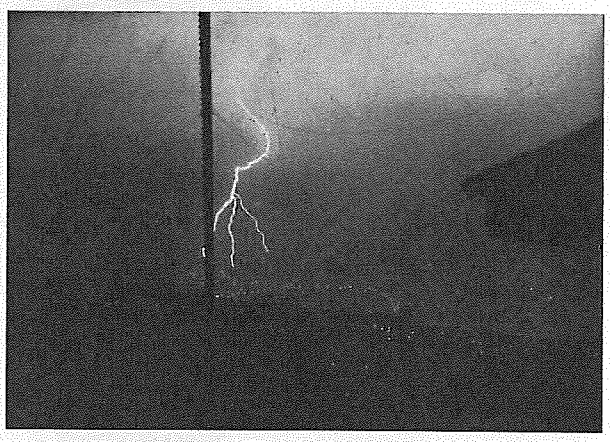
21 5.53. 20.59 ... 21.01 NE



14.7.52. 21.56. . 21.58 S



8.9.54. 01.25 ... 01.27 NW



8.9.54. 01.26 ... 01.33 W

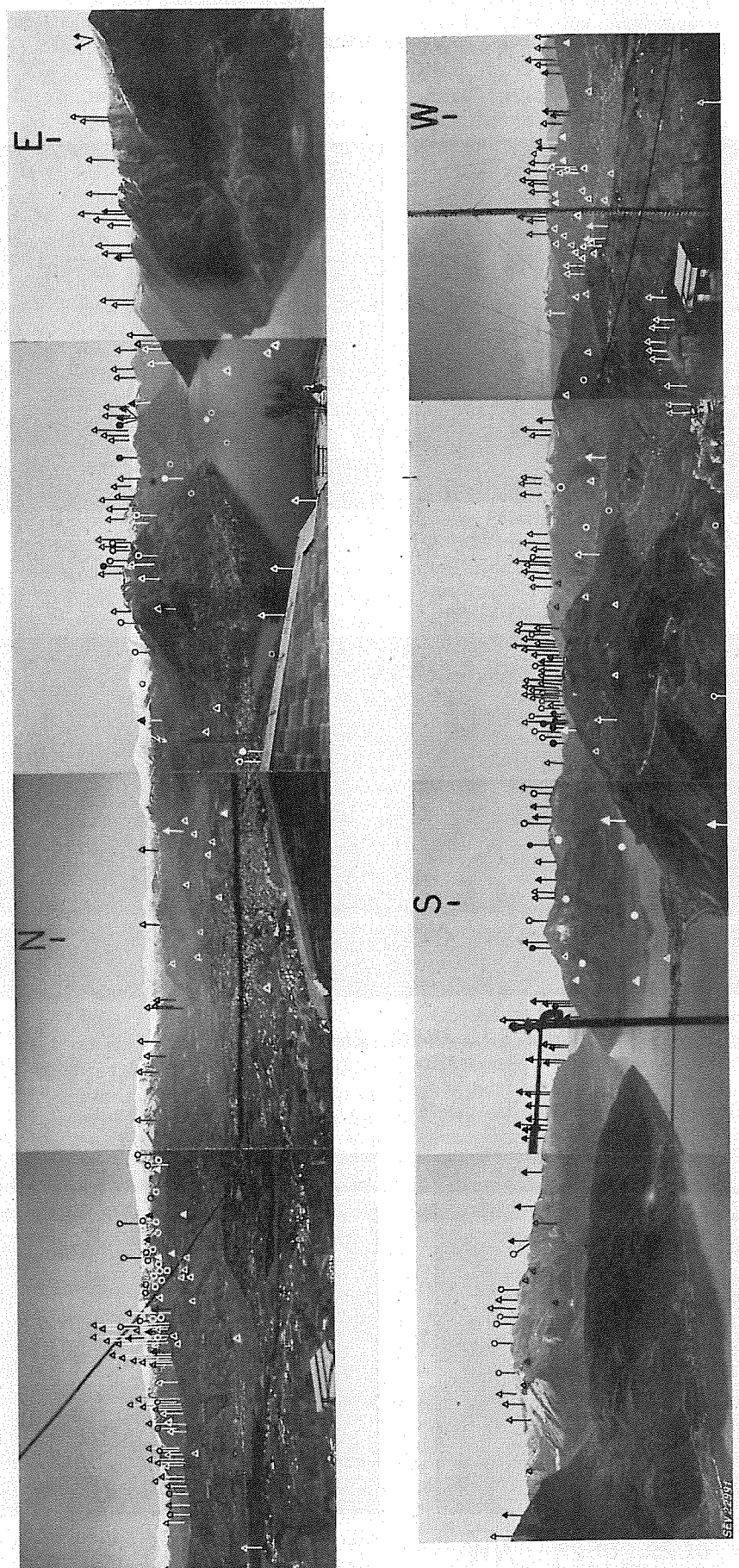



Fig. 16
**Panorama mit eingetragenen Blitzeinschlagstellen**

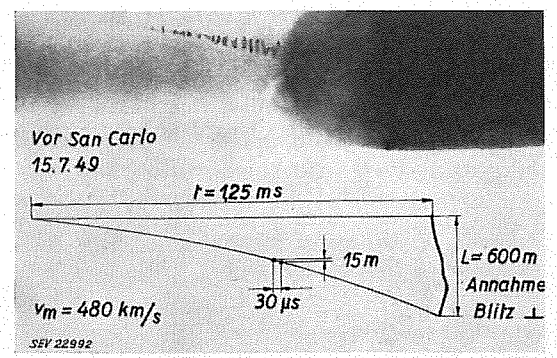



Fig. 17
**Ruckweise vorwachsender Teilblitz («stepped leader»)**

1. Beispiel
Aufnahme mit Boys-Kamera Paradiso mit grosser Filmgeschwindigkeit

Film zeigt für den Blitzzweig in den Turm wesentlich grössere Helligkeit. Offenbar ist die Stromstärke dort viel grösser als beim Einschlag in den trockenen, sehr schlecht leitenden Dolomit-Felsen. Die spätern Teilblitze führen ausschliesslich zum Turm, nicht mehr zum Felsen. Das zu Fig. 18 gehörige Oszillogramm Nr. 14/1953, Tafel I, beginnt mit einem negativen Stoßstrom von ca. 19 kA. Auch die zwei spätern Teilblitze bringen Stoßströme von der Höhe 10 und 2 kA. Damit ist direkt experimentell bestätigt, dass im Moment, wo ein leaderstroke die Erde erreicht, der geladene Blitzkanal stossartig entladen wird. Leider ist kein zugehöriges KO-Oszillogramm vorhanden, weil der KO noch nicht betriebsbereit war.

Bemerkenswert ist nebenbei auch, dass die Vorentladung den Turm nicht an seiner Spitze, sondern knapp über der geerdeten Eisenkonstruktion trifft! Ferner, dass im Moment, wo die Vorentladung den Turm trifft, ein Büschel aus der Turmspitze gegen oben wächst, das sich auf der raschbewegten Boysaufnahme fast parallel zur ruhenden Aufnahme aufzeichnet. Es leuchtet somit praktisch auf der ganzen Länge gleichzeitig auf und ist von sehr kurzer Dauer. Weiter ist eine zweite Verzweigung des Blitzes nach unten sowohl im ruhenden wie im bewegten Bild praktisch in paralleler Lage ersichtlich. Das heisst wieder, dass auch dieser Abzweig praktisch momentan aufleuchtet. Dies im Gegensatz zu den beiden Vorentladungen zum Erdboden hin, welche die ausgeprägten Rückstufen zeigen. Es ist nicht wahrscheinlich, dass bei ein und demselben Blitz die Kanäle zur Erde eine stufenweise Entwicklung zeigen, Abzweige, die in der Luft endigen, dagegen momentan entstehen sollen. Die Erklärung liegt eher darin, dass die Vorentladungsstufen schwacher Abzweige photographisch zu wenig aktiv sind, um auf der Schicht zu erscheinen. Der Abzweig erscheint dann erst mit dem hellen Hauptblitz, der auch die Seitenkanäle heller aufleuchten lässt.

Fig. 19 und 20 zeigen zwei Beispiele des Vorwachsens späterer Teilblitze; sie sind ebenfalls mit der raschlaufenden Boys-Kamera gewonnen.

In vielen Fällen sind die Vorentladungen bereits mit der Boys-Kamera mit *langsamem Film-Vorschub* gut erkennbar.

Fig. 21 und 22 zeigen *nach oben wachsende Vorentladungen.*

Die erste ist am 25. August 1947 mit der Boys-Kamera mit langsamem Filmvorschub vom Photoraum Paradiso aus gewonnen worden und in Fig. 21 reproduziert. Leider ist kein zugehöriges Stromoszillogramm vorhanden, da dieser Blitz nicht von einem Messturm, sondern von einer dem Gipfel des

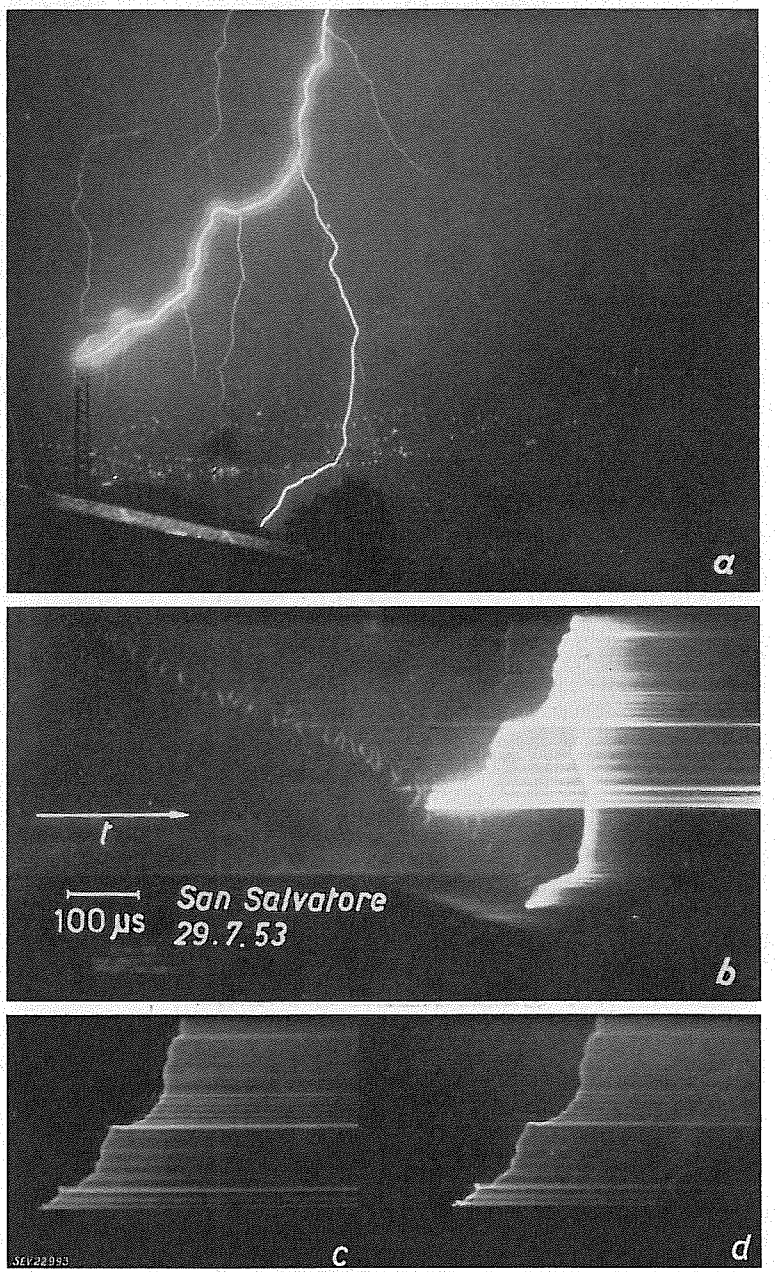



Fig. 18
**Ruckweise vorwachsender erster Teilblitz mit zwei späteren Teilblitzen**

2. Beispiel
Alle Teilblitze in Turm 2 (Osz. Nr. 14, 1953)
*a* Aufnahme mit Leica-Kamera; *b* Aufnahme mit Boys-Kamera (grosse Filmgeschwindigkeit), Vorwachsen und erster Teilblitz; *c* zweiter Teilblitz, 80 ms später; *d* dritter Teilblitz, 150 ms später

San Salvatore vorgelagerten Bergkuppe ausging. Die Aufnahme zeigt einen faden Lichtschein zuerst am Boden, der nach oben wächst, ohne jedoch einen scharfen Funkenkanal zu bilden. Anschliessend flammt dieser Kanal auf der ganzen

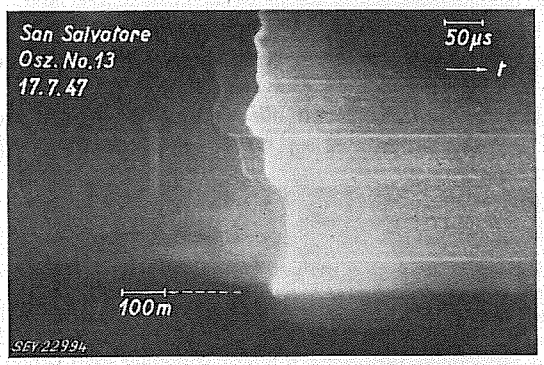



Fig. 19
**Glatte, nicht ruckweise Vorentladung späterer Teilblitze («dart leader»)**
1. Beispiel
Aufnahme mit Boys-Kamera (grosse Filmgeschwindigkeit)

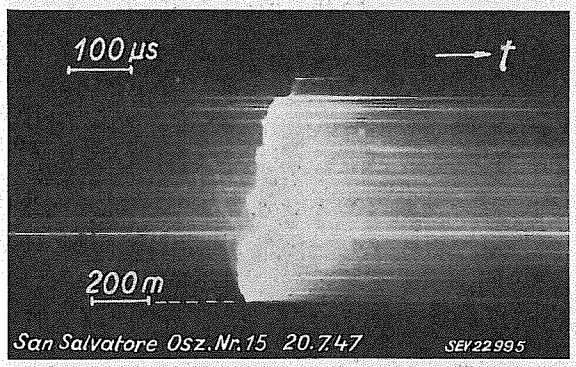



Fig. 20
**Glatte, nicht ruckweise Vorentladung späterer Teilblitze**
2. Beispiel
Aufnahme mit Boys-Kamera (grosse Filmgeschwindigkeit)

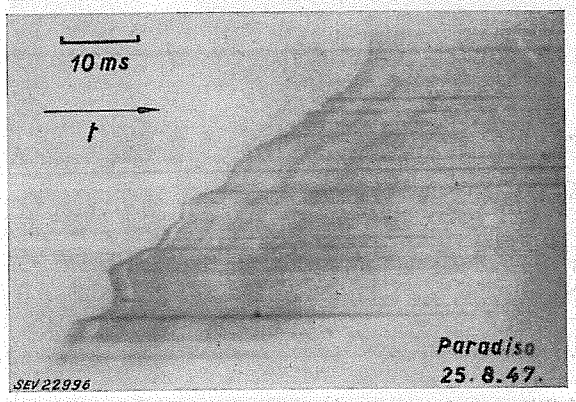



Fig. 21
**Nach oben vorwachsender Blitz**
1. Beispiel
Aufnahme mit Boys-Kamera (kleine Filmgeschwindigkeit) von Paradiso aus (25. 8. 1947)

Länge über längere Zeit auf, wobei die Helligkeit schwankt. Die spätere Schwärzungsspur hat eine Neigung, die im Vergleich zur ersten Blitzspur auf ein Vorwachsen der Blitzhelligkeit von oben nach unten schliessen lässt, wie das auch bei spätern Teilblitzen stets der Fall ist.

Die zweite solche Aufnahme vom 13./14. August 1950 ist von der Bergkirche aus ebenfalls mit der Boys-Kamera mit langsamem Filmvorschub gelungen und in Fig. 22 reproduziert. Sie zeigt einen Blitz in den Abhang des bergigen Val Colla (links von Monte Brè), der deutlich vom Boden gegen oben wächst und zu einem ca. 0,4 s lang dauernden Strom ohne Stoss führt.

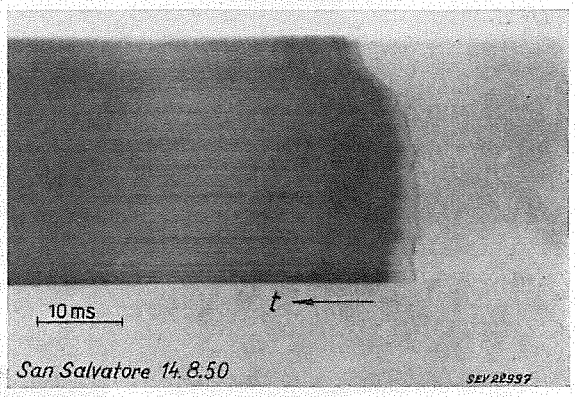



Fig. 22
**Nach oben vorwachsender Blitz**
2. Beispiel
Aufnahme mit Boys-Kamera (kleine Filmgeschwindigkeit) von Kirche aus (14. 8. 1950)

Ausserordentlich auffällig ist es, dass bis heute keine Photoaufnahmen von Vorentladungen gelungen sind, bei denen der *Blitz ruckweise von der Turmspitze gegen die Wolken* hinaufwächst. Die Ursache, warumAufwärtsblitze am San Salvatore keine solchen Vorentladungen zeigen, ist uns bisher nicht bekannt.

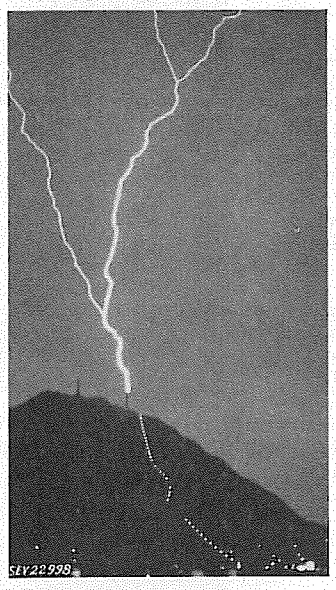



Fig. 23
**Blitzaufnahme von C. F. Davis (New York) vom 19. 6. 1952**
«Life», Nov. 1952

Dass nach oben vorwachsende Blitze auf dem San Salvatore durchaus nicht selten vorkommen, beweisen die Oszillogramme mit «Gleichstromverlauf», ferner jene Blitzphotos, bei denen sich der Blitz nach oben gabelt.

In diesem Zusammenhang ist in Fig. 23 eine sehr schöne Aufnahme reproduziert, die am 19. Juni 1952 von einem amerikanischen Gast in Lugano, *C. F. Davis* aus New York,

aufgenommen wurde. Der Einschlag erfolgt in Turm 1, der in der Originalaufnahme kaum zu erkennen ist; die helle Punktreihe stammt von der Beleuchtung des Trasses der Seilbahn zum San Salvatore.

Ferner ist es uns bisher nicht gelungen, *Vorentladungen aus positiv geladenen Wolken* zu photographieren. Dieser Fall hat besonderes Interesse, weil die Stromoszillogramme zeigen, dass hier mit ganz seltenen Ausnahmen nur ein einziger Teilblitz vorkommt. Man vergleiche dazu die Häufigkeitskurven der Fig. 24*a* und *b*. Die Steilheit der positiven Blitzströme scheint viel kleiner zu sein als bei Blitzen aus negativen Wolken.

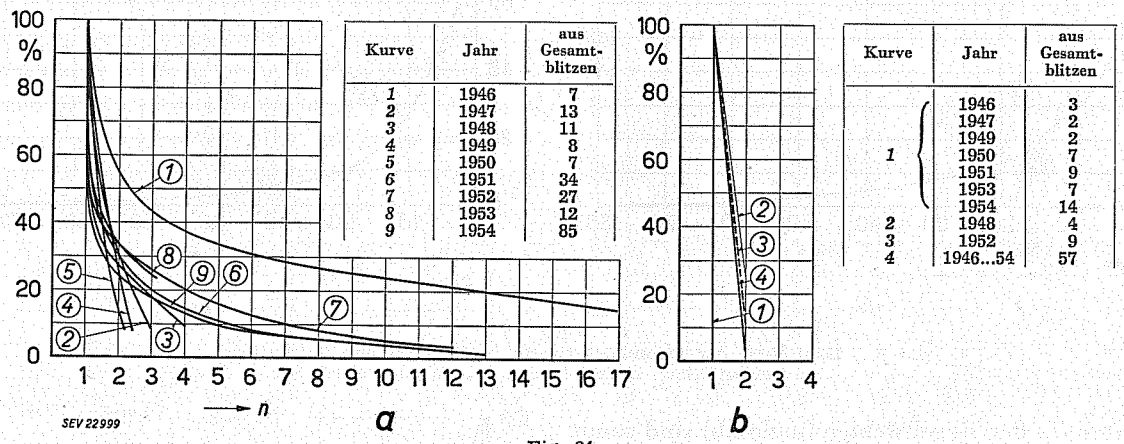
Schliesslich muss es auch auffallen, dass bei etwa gleichwertigen Sichtverhältnissen wesentlich mehr Blitzphotographien mit Boys-Kamera vorliegen, bei denen der *erste Teilblitz keine Spur einer Vorentladung*, weder von unten nach oben noch umgekehrt

*a) Anzahl Teilblitze eines Gesamtblitzes*

Als Teilblitz ist eine in sich abgeschlossene Entladung verstanden; vor und nach jedem Teilblitz ist der Blitzstrom während mindestens einigen Millisekunden kleiner als 1 A. Ein bipolarer Blitz, bei welchem der Stromnulldurchgang ohne Pause erfolgt (Beispiel: Osz. Nr. 9, 1954), gilt somit als 1 Teilblitz. Die Häufigkeit der Anzahl Teilblitze ist für positive und negative Blitze getrennt dargestellt (Fig. 24*a* und *b*). Es ergibt sich daraus, dass positive Blitze praktisch immer nur 1 Teilblitz enthalten.

*b) Scheitelwert des Blitzstromes*

Es sind zwei Darstellungen gewählt worden, nämlich einmal die Häufigkeit verschiedener Scheitelwerte von Gesamtblitzen (Fig. 25*a*), und dann die Häufigkeit verschiedener Scheitelwerte von Teilblitzen (Fig. 25*b*).




| Kurve | Jahr | aus Gesamtblitzen |
|---|---|---|
| 1 | 1946 | 7 |
| 2 | 1947 | 13 |
| 3 | 1948 | 11 |
| 4 | 1949 | 8 |
| 5 | 1950 | 7 |
| 6 | 1951 | 34 |
| 7 | 1952 | 27 |
| 8 | 1953 | 12 |
| 9 | 1954 | 85 |

| Kurve | Jahr | aus Gesamtblitzen |
|---|---|---|
| 1 | 1946 | 3 |
| | 1947 | 2 |
| | 1949 | 2 |
| | 1950 | 7 |
| | 1951 | 9 |
| | 1953 | 7 |
| | 1954 | 14 |
| 2 | 1948 | 4 |
| 3 | 1952 | 9 |
| 4 | 1946...54 | 57 |

Fig. 24
**Häufigkeit der Anzahl negativer und positiver Teilblitze in Gesamtblitzen**
*a* negative Blitze; *b* positive Blitze; *n* Anzahl Teilblitze

erkennen lässt. Fig. 17 und 18 stellen daher mindestens photographisch einen relativ seltenen Ausnahmefall dar. Es frägt sich, ob auch die Bildung von Ruckstufen als Ausnahmefall zu gelten hat. Fig. 18, in der bei den schwachen Abzweigen des Blitzkanals ebenfalls keine Spur einer Vorentladung zu entdecken ist, trotzdem diese bei den beiden Ästen, die den Boden erreichen sehr deutlich sind, lässt auch die Möglichkeit offen, dass die Helligkeit der ersten Vorentladung bei vielen Blitzen nicht genügt, um die Photoschicht zu schwärzen. Vermutlich ist auch dann eine Vorentladung vorhanden, wo die Photoschicht heute nichts zeigt. Mit empfindlicherem Photomaterial müsste in diesem Fall wesentlich mehr zu sehen sein.

Eine ausführlichere Gesamtdarstellung der Messresultate wird demnächst in Buchform erscheinen.

## II. Diskussion der bisherigen Beobachtungen

### 1. Statistik der elektrischen Blitzdaten

Die Blitzeinschläge in die beiden Messtürme in den Jahren 1947...1954 sind statistisch ausgewertet und in den nachstehenden Fig. 24...27 dargestellt worden. Es betrifft dies folgende Daten des Blitzes:

Dazu ist zu erwähnen, dass der Schleifenoszillograph bereits bei Strömen zwischen 30 und 100 A auslöst. Die Statistik umfasst somit auch diese kleinen Blitzstromwerte. Fig. 25 zeigt, dass eine beträchtliche Anzahl Blitze mit kleinem Strom (z. B. $< 2$ kA) vorkommen. Es ist ohne weiteres möglich, aus diesen Kurven jene andern zu erhalten, bei welchen die untere Messgrenze höher liegt. Es ist dazu einfach der betreffende Kurvenpunkt als 100-%-Punkt zu betrachten und der rechts liegende Kurventeil affin zu erhöhen. Die grössten gemessenen Blitzstrom-Scheitelwerte ($i_{max}$) betragen mehr als der heutige Messbereich 65 kA (schätzungsweise 100 kA) in folgenden Fällen:

1948: Osz. Nr. 14, 75 kA negativ
1954: Osz. Nr. 49, $>$ 65 kA negativ
Osz. Nr. 50, $>$ 65 kA negativ
Osz. Nr. 51, $>$ 65 kA negativ
Osz. Nr. 68, $>$ 65 kA positiv

*c) Ladung des Blitzes*

Fig. 26 zeigt die Ladung von Gesamtblitzen. Die Ladung langdauernder Teilblitze ($< 0{,}01$ s Dauer) ist durch Planimetrieren der Stromkurve des SO ermittelt worden. Die stossförmigen Ladungskom-

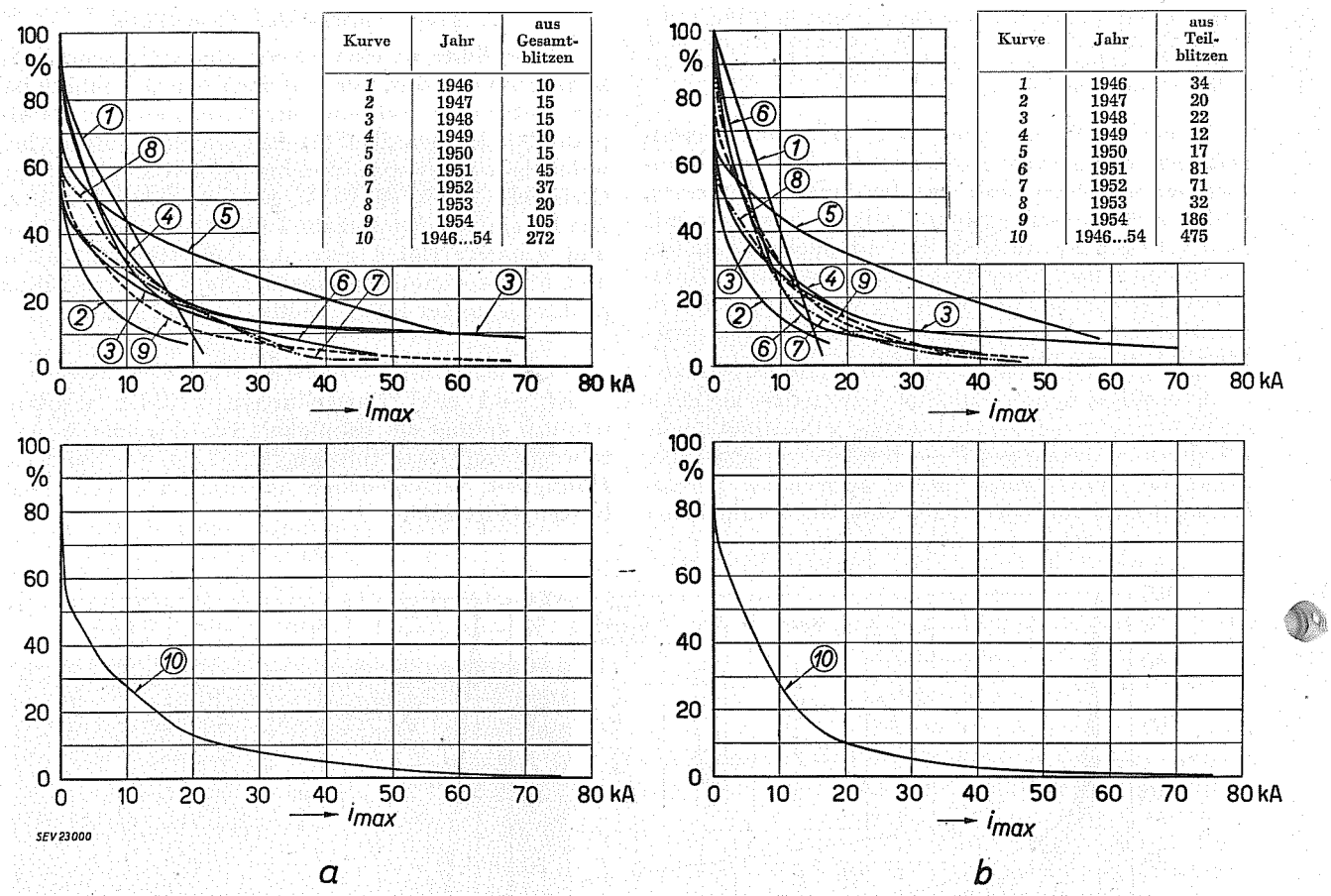



Fig. 25
**Häufigkeit der Stromhöchstwerte in Gesamt- und Teilblitzen**
*a* Gesamtblitze; *b* Teilblitze; $i_{max}$ Stromscheitelwert

ponenten (in der Regel wenige Coulomb) sind somit in den Zahlen nicht enthalten. Die Ladung von Stoßstrom wurde bis 1949 mit der früher beschriebenen Röhrenschaltung direkt gemessen. Diese Messung musste ab 1950 fallen gelassen werden, weil die vorhandene Anzahl Meßschleifen des SO nicht ausreichte. Die grössten gemessenen Ladungen von Gesamtblitzen sind aus der Tabelle IV ersichtlich.

*Grösste mit SO gemessene Ladungen (> 100 C, 1946...1954)*
*(ab 1951 ohne Stossladungen)*

**Tabelle IV**

| Jahr | Osz. Nr. | Pol. | Ladung (C) | $i_{max}$ (A) |
|---|---|---|---|---|
| 1946 | 6 | — | 169 | — 14 000 |
| 1947 | — | — | — | — |
| 1948 | — | — | — | — |
| 1949 | 1 | + | 110 | + 16 000 |
| 1950 | 7 | + | > 151 | + 20 000 |
| | 11 | −/+ | > 7 (−) / >141 (+) >148 | > 5 000 (−) / 40 000 (+) |
| 1951 | 38 | + | ≈ 125 | + 28 000 |
| 1952 | 13 | + | ≈ 220 | + 32 000 |
| | 28 | + | > 350 | + 47 000 |
| 1953 | — | — | — | — |
| 1954 | 3 | −/+ | > 61 (−) / 47 (+) >108 | — 18 000 |
| | 11 | + | > 320 | + 14 000 |
| | 19 | — | 110 | — 1 550 |
| | 59 | +/− | >+300 / — 65 >365 | + 7 500 / — 3 000 |
| | 68 | −/+/− | >+350[1]) / — 35 >385 | >+ 65 000[1]) / — 18 000 |
| | 78 | — | > 135 | — 27 500 |

[1]) KO-Messung

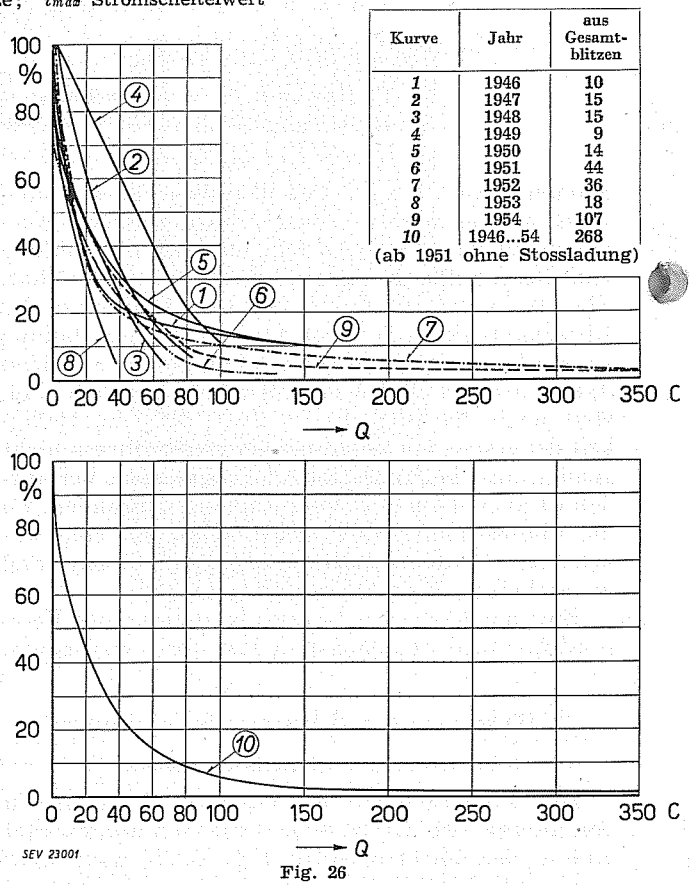



Fig. 26
**Häufigkeit der Ladungen von Gesamtblitzen**
*Q* Ladung

*d) Die Dauer des Blitzes*

Es sind zwei Darstellungen gewählt, je nachdem, ob die Dauer von Gesamtblitzen (Fig. 27*a*) oder jene von Teilblitzen (Fig. 27*b*) gemeint ist.

| Kurve | Jahr | aus Gesamtblitzen |
|---|---|---|
| 1 | 1946 | 10 |
| 2 | 1947 | 15 |
| 3 | 1948 | 15 |
| 4 | 1949 | 10 |
| 5 | 1950 | 15 |
| 6 | 1951 | 45 |
| 7 | 1952 | 37 |
| 8 | 1953 | 20 |
| 9 | 1954 | 107 |
| 10 | 1946...54 | 274 |

| Kurve | Jahr | aus Teilblitzen |
|---|---|---|
| 1 | 1946 | 34 |
| 2 | 1947 | 20 |
| 3 | 1948 | 22 |
| 4 | 1949 | 12 |
| 5 | 1950 | 17 |
| 6 | 1951 | 81 |
| 7 | 1952 | 72 |
| 8 | 1953 | 30 |
| 9 | 1954 | 188 |
| 10 | 1946...54 | 476 |

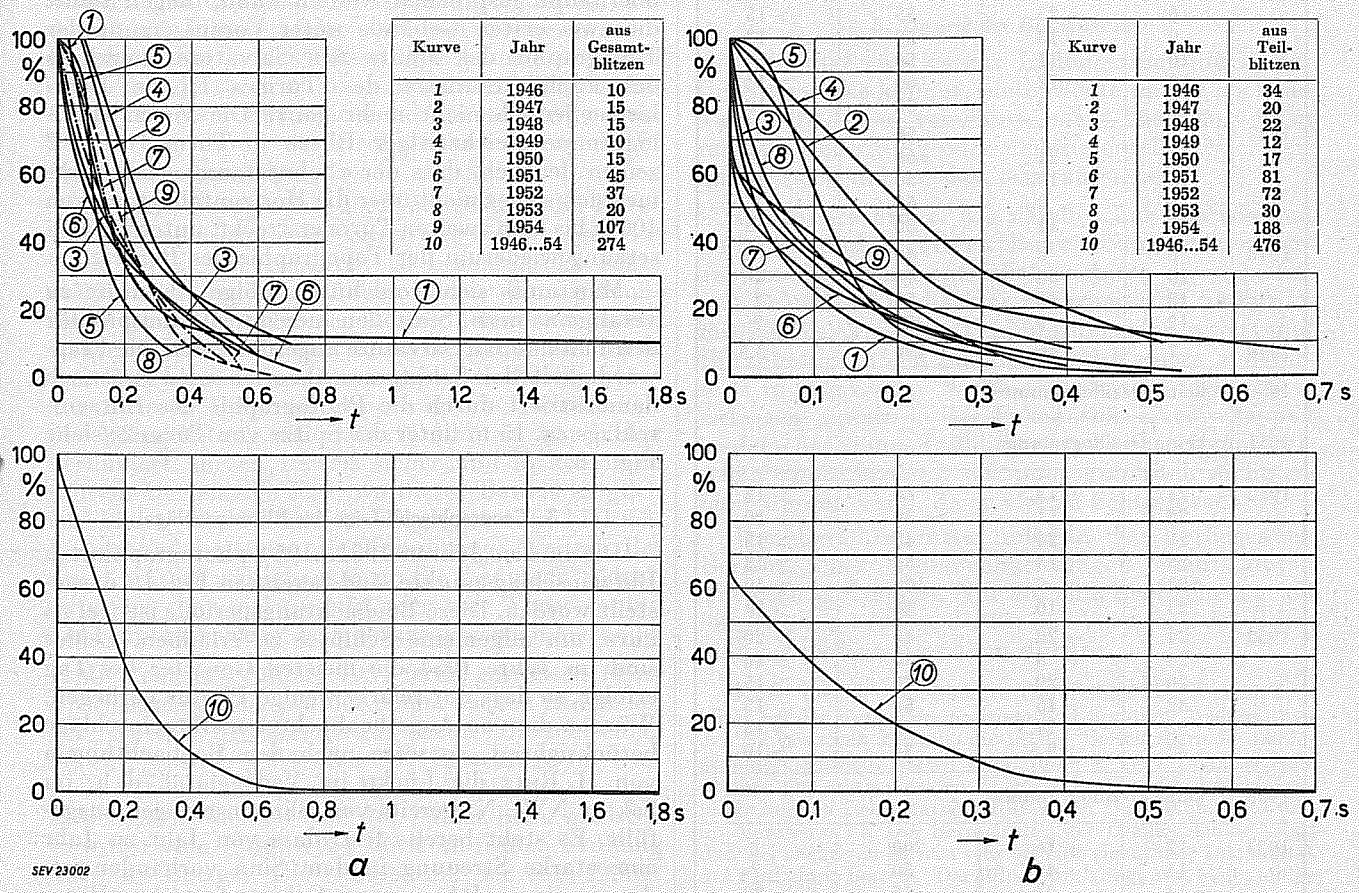



Fig. 27
**Häufigkeit der Dauer von Gesamt- und Teilblitzen**
*a* Gesamtblitze; *b* Teilblitze
*t* Blitzdauer

*e) Die Steilheit von Blitzströmen*

Hier wurden zwei Messreihen ausgewertet:

1. Steilheitsmessung mit Induktionsschleife und Klydonographen

Die Resultate sind bereits im Abschnitt 6 besprochen worden (Fig. 15). Da nicht für jeden Blitz eine Einzelmessung vorliegt, kann es sich hier nicht um eine strenge Statistik, sondern nur um eine Darstellung der grössten Messwerte über die Beobachtungsperiode handeln, wie bereits ausgeführt wurde.

2. Steilheitsmessung aus den KO-Oszillogrammen

Auch diese Messreihe ist lückenhaft, da infolge der langen Pumpzeit des KO nicht alle Blitze erfasst sind.

Tabelle V enthält die Auswertung der KO-Oszillogramme bezüglich des Stromscheitelwertes $i_{max}$, der Halbwertdauer der Blitzstoßströme sowie der Frontsteilheit. Als Frontsteilheit ist dabei der Quotient Stromscheitelwert dividiert durch gesamte Frontdauer (Anstiegszeit bis zum Stromscheitelwert) bezeichnet. Wo die Frontdauer sehr kurz ist, ist die Messung relativ ungenau. In diesen Fällen geben die Zahlenwerte der Steilheit untere Grenzwerte; sie sind daher mit dem Zeichen > versehen. Stromsteilheiten von 20 und 30 kA/µs dürfen als sicher vorkommend gelten; die häufigsten Stromsteilheiten scheinen von der Grössenordnung 10...20 kA/µs zu sein.

Eine genauere Ausmessung der Front des Blitzstromes wäre wünschenswert. Bei Turm 1 ist diese Messung nicht möglich, weil die Strommessung erst am Fuss des Antennengebildes erfolgt, wo sich eine Eigenfrequenz von nur ca. 0,3 MHz zeigt. Bei Turm 2 dagegen, wo der Shunt sich hoch über dem Erdboden am untern Ende der Nadel befindet, wäre eine genauere Ausmessung der Blitzstromfront möglich.

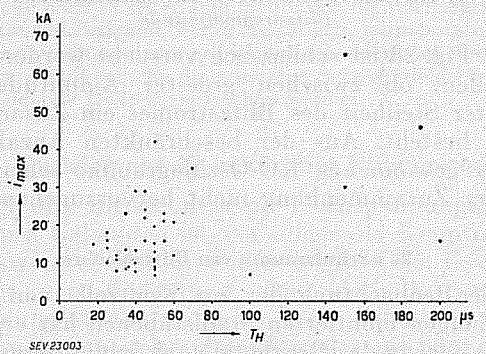



Fig. 28
**Korrelation zwischen Blitzstrom-Scheitelwert und Halbwertdauer**
$i_{max}$ Stromscheitelwert; $T_H$ Halbwertdauer

*KO-Oszillogramm-Auswertung*

Tabelle V

| Jahr | Osz. Nr. | $i_{max}$ kA | $T_H$ µs | Frontsteilheit kA/µs |
|---|---|---|---|---|
| 1946 | 6 | — 9 | 38 | > 15 |
| | 6 | — 16 | 45 | > 13 |
| | 6 | — 23 | 55 | > 15 |
| | 9 | — 13 | 50 | > 13 |
| | 10 | — 11 | 50 | > 10 |
| | 10 | — 12 | 60 | > 13 |
| | 10 | — 9 | 50 | > 10 |
| 1947 | 7 | — 7 | 50 | ? |
| | 13 | — 21 | 60 | > 20 |
| | 15 | — 10,5 | 50 | > 10 |
| | 15 | — 8,5 | 50 | ? |
| | 20 | — 11 | 50 | > 15 |
| 1948 | 6 | — 8 | 40 | > 15 |
| | 10 | — 35 | 70 | 4 ? |
| | 12 | — 16 | 55 | ? |
| | 12 | — 9 | 50 | ? |
| 1949 | 7 | — 46 | 190 | 3,5 ? |
| 1950 | keine Oszillogramme | | | |
| 1951 | keine Oszillogramme | | | |
| 1952 | 21 | — 13,5 | 40 | > 13 |
| | 22 | — 11 | ≈ 30 | > 10 |
| | 23 | — 24 | 45 | > 15 |
| | 23 | — 13 | 50 | > 13 |
| | 23 | — 7 | 100 | ≈ 10 ? |
| | 23 | — 10 | 40 | > 10 |
| 1952 | 24 | — 22 | 45 | > 20 |
| | 24 | — 8 | 30 | > 10 |
| | 26 | — 29 | 45 | > 15 |
| | 32 | — 15 | 50 | > 15 |
| | 32 | — 14,5 | 35 | > 15 |
| | 32 | — 8,5 | 35 | > 10 |
| 1953 | keine Oszillogramme | | | |
| 1954 | 12 | + 16 | 200 | ? |
| | 14 | — 42 | 50 | ? |
| | 14 | — 21 | 55 | > 20 |
| | 44 | — 15 | 18 | > 15 |
| | 44 | — 14 | 25 | > 15 |
| | 49 | > 65 (—) | ≈ 150 | ? |
| | 49 | — 30 | 150 | 4 |
| | 51 | ? | ? | 5 |
| | 58 | — 19 | 50 | ? |
| | 66 | — 16 | 25 | ? |
| | 66 | — 10 | 25 | ? |
| | 67 | — 29 | 40 | > 30 |
| | 71 | — 23 | 35 | > 20 |
| | 78 | — 18 | 25 | > 15 |
| | 79 | — 12 | 30 | > 12 |

*f) Korrelation zwischen Blitzstromsteilheit und Blitzstromamplitude*

In Fig. 28 ist schliesslich versucht worden, festzustellen, ob zwischen grösster Amplitude und grösster Steilheit des Blitzstromes ein Zusammenhang besteht. Aus der beschränkten Anzahl der bisher gewonnenen KO-Oszillogramme scheint ein solcher Zusammenhang nicht hervorzugehen.

### 2. «Schutzraum» von Blitzableitern

Die Beobachtung der zur Kontrolle von Blitzeinschlägen montierten Stahlstäbchen hat ergeben, dass weder in das Berghotel noch in die Bergstation der Drahtseilbahn während der Beobachtungsperiode 1947...1954 Blitzeinschläge vorgekommen sind. Dagegen ereignete sich ein einziger Blitzeinschlag in den Blitzableiter der Bergkirche (Photoraum). Die Lage dieser Objekte ist im früher erschienen Aufsatz [1] angegeben. Die Gebäude befinden sich auf einem Kegel von ca. 45° Öffnungswinkel gegen die Vertikale. Soweit von einem «Schutzraum» überhaupt gesprochen werden kann, liegen somit die zwei ersten Gebäude unter Voraussetzung der Topographie des Monte San Salvatore innerhalb des «Schutzraumes» des Turmes 1, die Bergkirche jedoch nicht mehr ganz. Die vielen Oszillogramme gleichzeitiger Blitze in Turm 1 und 2 zeigen deutlich, dass der «Schutzraum» eines Turmes sich sicher nicht über die Horizontaldistanz von 400 m bis zum zweiten Turm erstreckt, unter Voraussetzung wiederum der Topographie des Berges.

Man muss sich wohl hüten, obige Resultate zu verallgemeinern. Sie sollen hier nur als Beispiel für den Fall des San Salvatore angeführt sein. Die Fragwürdigkeit der Schutzraumtheorien wird drastisch demonstriert durch die Photographie des Blitzeinschlags ca. 15 m unter der Spitze von Turm 2; siehe Fig. 18.

### 3. Geographische Lage der Blitzeinschläge

Die in den Jahren 1951...1954 photographierten Blitzeinschlagspunkte sind bereits in Fig. 16 dargestellt worden. Diese Beobachtungsperiode ist viel zu kurz, um allgemeine Schlüsse zu erlauben. Leider sind im Jahre 1954 die meisten Gewitter bei Tag erfolgt, so dass nur relativ wenige Photos vorliegen. Würden die von Auge beobachteten Blitzeinschläge berücksichtigt, so wäre nach den Beobachtungen von H. Rutz die Lücke im Vedeggiotal, d. h. im Sektor NW...N, bereits von Blitzeinschlägen ausgefüllt. Es steht bereits fest, dass von Jahr zu Jahr eine starke Streuung in dem Sinn vorhanden ist, dass in einem Jahr gewisse Gebiete fast ohne Blitzeinschläge bleiben und dass dieselben Gebiete in folgenden Jahren sehr einschlagsreich sind. Andere Gebiete, wie das Malcantone, scheinen fast jedes Jahr von Blitzen betroffen. Ob ein Einfluss der Topographie und Geologie des Bodens auf die Wahl der Einschlagspunkte vorhanden ist, lässt sich aus den bisherigen Beobachtungen noch nicht beurteilen. Eine Beobachtungsperiode von mindestens zehn Jahren scheint nötig, um einigermassen wissenschaftliche Schlüsse ziehen zu können.

### 4. Blitze in Berge und Ebenen

Die Meßstation auf dem Monte San Salvatore wurde deshalb gebaut, weil es nur auf einem Berg möglich schien, viele Blitzeinschläge elektrisch auszumessen, wie im früheren Bericht [1] gezeigt ist. Bei der Messung des Blitzstromes zeigt sich nun ein wesentlicher Unterschied, indem einzelne Blitze mit starkem Stromstoss einsetzen, andere dagegen mit kleiner Stromstärke der Grössenordnung 100 A beginnen. Diese Oszillogramme legen die Vermutung nahe, dass es sich im ersten Fall um Blitze handelt, die von den Wolken gegen den Erdboden herunterwachsen. Wo sie den Boden treffen, hängt zunächst von der Verteilung der elektrischen Raumladungen in der Atmosphäre, in zweiter Linie von der Topographie und evtl. weitern Bodeneigenschaften ab.

Diese Blitze können somit Berge oder ebensogut Flachland oder Seen treffen.

Die zweite Blitzart, die mit kleinem Strom längerer Dauer einsetzt, deutet auf eine Entladung hin, die von der Berg- oder Turmspitze gegen die Wolken hinaufwächst. Es ist wahrscheinlich, dass diese Art Blitze infolge der viel kleinern Feldkonzentration in der Ebene dort kaum zu finden oder doch dort viel seltener ist als auf Bergen und hohen Türmen. Für sehr hohe Türme wurde diese Vermutung durch die Beobachtungen von K. B. McEachron bestätigt.

Mit der Photographie der Vorentladung der Blitze war beabsichtigt, diese Vermutung für bergiges Gelände direkt experimentell zu beweisen. Es sollte möglich sein, zu zeigen, dass Blitze, die mit Stoßstrom einsetzen, von der Wolke herunterwachsen, während Blitze, die mit kleinem Strom einsetzen, von Berg oder Turmspitzen gegen die Wolken hinaufwachsen. Die meist ungenügende Sichtbarkeit der Vorentladung des ersten Teilblitzes hat bisher verhindert, diesen Beweis sicher und lückenlos zu führen. Der einzige Fall, wo dieser Beweis möglich ist, bildet Fig. 18 mit Oszillogramm Nr. 14/1953. Dieser Fall bestätigt die Vermutung. Weitere Beweise wären wünschenswert. Sie bedingen jedoch entweder sehr viel Geduld oder eine Verbesserung der Empfindlichkeit der photographischen Methode.

Mit dem im Frühling 1954 fertig gestellten *Blitzeinschlagzähler*, der auf der magnetischen Induktion der grossen Stromänderung beim Blitzeinschlag beruht, wurden 1954 über 200 Einschläge im Umkreis von ca. 5 km vom Monte San Salvatore gezählt. Leider befand sich der Zähler beim grössten Gewitter vom 7. Juli 1954 sowie im frühen Frühling nicht im Betrieb. Die Gesamtzahl der vom Zähler erfassbaren Einschläge dürfte pro 1954 rund 300 betragen. Dabei war die Ansprechschwelle des Zählers eingestellt auf das Magnetfeld (Nahfeld) eines Stromes, der in einem langen vertikalen Leiter in 1 km Abstand vom Blitzzähler fliesst und sich mit einer mittleren Geschwindigkeit von 1000 A/$\mu$s ändert. Somit war 1954 mit rund vier Blitzeinschlägen pro km² um den San Salvatore herum zu rechnen, welche obige minimale Stromsteilheit in 1 km Entfernung oder entsprechend mehr oder weniger steilen Strom bei weiter entfernten bzw. nähern Blitzen aufwiesen.

Bei der Bestimmung der Distanz der Blitzeinschläge ergab sich eine interessante Beobachtung. Die Distanz eines Einschlages bei Tageslicht wurde einerseits durch visuelle Beobachtung des Einschlagsortes aus der geographischen Karte durch H. Rutz, anderseits aus der Messung des Zeitintervalls zwischen Blitz und Donner bestimmt. Dabei zeigte sich, dass bei Einschlagspunkten in mehreren (4...6) km Distanz die Schallmessung oft nur 1...3 km ergibt. Nun liefert diese Schallmessung naturgemäss den kleinsten Abstand zwischen Beobachter und Blitzkanal. Es muss demnach bei vielen Blitzen, die zur Erde gehen, der kleinste Abstand wesentlich kleiner sein (1...3 km) als der Abstand des Einschlagspunktes (4...6 km).

Der Blitz muss offenbar in mehr oder weniger horizontaler Richtung über dem Beobachter verlaufen, wobei seine horizontale Ausdehnung oft mehrere (5...20) km beträgt. Das landläufige Bild des vertikalen Blitzes rührt wohl davon her, dass der unter der Wolkengrenze liegende und daher sichtbare Teil des Blitzes mehr oder weniger senkrechte Richtung aufweist. Der horizontale, oft viel längere Teil dagegen ist nur in Ausnahmefällen sichtbar, wie z. B. aus Tafel III, Aufnahme vom 14. Juli 1952, hervorgeht. Die Entfernungsmessung eines Einschlags aus der Schallmessung muss daher zu ganz falschen Resultaten führen, und auch die Blitzeinschlagszählung auf Grund des Magnetfeldes wird von dieser Horizontalkomponente des Blitzkanals beeinflusst.

### 5. Theorie der Blitzbildung

Die Frage, wie es zur Ladungstrennung in der Gewitterwolke kommt, bietet heute immer noch ein Tummelfeld der verschiedensten Theorien, deren relative Bedeutung oder experimenteller Nachweis immer noch unklar sind oder ausstehen.

Die zweite Frage, wie nämlich aus überwiegend positiven und negativen Raumladungswolken heraus ein Blitzkanal entsteht, ist durch die Arbeiten von Schonland und seiner Mitarbeiter in Südafrika mit Hilfe elektrischer Feldmessungen einerseits und Blitzphotographien mit der Boys-Kamera andererseits in glänzender Weise gefördert worden. Diese Arbeiten gipfeln in der Erkenntnis eines «stepped leader» des ersten Teilblitzes, sowie eines hypothetischen «pilot leader», der photographisch nicht erfasst werden kann, da er viel zu lichtschwach ist.

Der Berichterstatter möchte den vorliegenden Bericht über Blitzbeobachtungen nicht durch Theorien verlängern. Nur auf eine Beobachtung soll hingewiesen werden, die für das Verstehen der Blitzbildung Bedeutung haben dürfte:

Es ist dies der festgestellte Unterschied der Anzahl Teilblitze bei der Entladung positiver und negativer Wolken. Von den 57 positiven Blitzen, die in der Berichtsperiode oszillographiert wurden, hatten zwei Blitze je zwei Teilblitze, alle übrigen nur einen einzigen. Dagegen beträgt die Anzahl Teilblitze bei den 204 negativen Blitzen im Durchschnitt 1,9 und im Maximum 17. Die Betrachtung der Oszillogramme zeigt, dass bei negativen Blitzen sehr oft eine eigentliche Instabilität der Entladung besteht: Der Blitzstrom klingt aus, bleibt einige Hundertstel-Sekunden gleich Null, um dann mit einem Stossstrom zu einem weitern Teilblitz anzusetzen (Beispiele: Gruppe 5 der Tabelle III). Das Bild sieht genau so aus, wie wenn der Blitzkanal am Erdboden gestoppt würde, währenddem er oben weiter bestehen bleibt und von oben stetig mit negativer Ladung versorgt wird.

Es muss nun auffallen, dass eine ähnliche Instabilität auch beim *Vorwachsen* des Blitzkanals aus negativen Wolken besteht (Fig. 17 und 18). Während es sich vorher um eine zeitliche Instabilität handelte, zeigt sich beim Vorwachsen des Blitzes eine räumliche Instabilität. Ob diese Instabilität an das Vorwachsen aus negativen Wolken oder Elektroden gebunden ist, muss sich erst noch erweisen, da die bisher bekannt gewordenen Blitzphotos entweder nichts über die Polarität aussagen, weil keine zugehörigen Oszillogramme vorliegen oder dann noch zu selten sind. Sollte sich die Beobachtung der Polaritätsabhängigkeit weiter bestätigen, so müsste offenbar den positiven Raumladungen im entstehenden und sterbenden Blitzkanal und der von ihr erzeugten Sekundärfeldstärke eine entscheidende Rolle zugesprochen werden.

## III. Ausblick auf die zukünftige Blitzforschung

Für den Blitzschutz von Hochspannungsleitungen und Gebäuden ist vor allem die Kenntnis der Blitzstromscheitelwerte und der Steilheit ihres Anstieges von Bedeutung. Dies deshalb, weil die Spannungsabfälle an jeder Art Erdung in erster Linie vom Scheitelwert des Stromes, die Spannungsabfälle auf jeder Art von Erdleitungen und Ableitungen und jegliche Induktionswirkung von der grössten Stromänderung ($di/dt$) abhängen. Betrach-

ten wir die bisherigen Resultate in dieser Hinsicht, so ist folgendes zu sagen:

Während über die Grösse und die Grobstruktur der Blitzströme nunmehr ziemlich gute Grundlagen vorhanden sind, gilt dies noch nicht für die Steilheit der stossartigen Einzelblitze. Diese Messung bedingt einen speziellen Registrier-KO grosser Schreibgeschwindigkeit, der pro Jahr zwischen 500 und 1000 Betriebsstunden ohne merkliche Pumpzeit bereitstehen müsste.

Für den Bau von Leitungen wie auch anderer, speziell blitzempfindlicher Objekte, wie Munitionsfabriken und -Lager, besteht seit langem der Wunsch, den sogenannten «blitzgefährdeten Punkten» auszuweichen, ohne dass es erwiesen ist, dass es solche blitzgefährdete Punkte gibt. Diese Frage bildet ein immer noch offenes Grundlagenproblem des Blitzes und des Blitzschutzes. Das Problem kann gelöst werden, entweder durch objektive Zählung der Blitzeinschläge pro Jahr auf einem begrenzten Umkreis, oder im Detail durch Feststellung der genauen geographischen Lage jedes einzelnen Einschlages. Letzteres geschieht bis heute am einfachsten und zuverlässigsten photographisch von erhöhter Warte aus. Um die photographische Ausbeute zu erhöhen, wären Blitzphotos auch bei Tageslicht erwünscht. Für die Einschlagsphotos scheint die optisch-mechanische Steuerung der Photoverschlüsse möglich zu sein.

An hohen oder auf hohen Bergen gelegenen Leittungsmasten oder Gebäuden kommen sodann auf Grund unserer Messungen Blitzformen vor, die allem Anschein nach in der Ebene nicht existieren. Es handelt sich um relativ kleine Blitzströme, deren Steilheit aber nicht immer klein ist. Da der Schutz von Leitungen und Gebäuden in erster Linie in der Ebene wichtig ist, ist die Übertragung der Messresultate vom Berg auf die Ebene wichtig. Zu diesem Zweck kommt der Beobachtung der Vorentladungen des Blitzes praktische Bedeutung zu. Lücken bestehen hier vor allem in der Frage der Vorentladungen bei Aufwärtsblitzen und bei Blitzen aus positiven Wolken. Für die Photos der Vorentladungen kommt die optische Steuerung zu spät. Die von Schonland angegebene elektrische Steuerung auf Grund der Vorentladungsimpulse kommt nur zusammen mit einem trägheitslosen, d. h. elektro-optischen Verschluss in Frage. Selbst in diesem Fall ist eine Öffnung nur der dem entstehenden Blitz zugewandten Kamera kaum mit erschwinglichem Aufwand möglich. Es bleibt somit kaum ein anderes Mittel als das einer genügend langen Beobachtungsperiode. Dabei sollte nach Mitteln gesucht werden, die Empfindlichkeit der Photoschicht für Vorentladungen zu erhöhen.

Die drei genannten, praktisch wichtigsten Erkenntnislücken bedingen zu ihrer Erforschung reichlich Zeit und Geld. Anderseits scheint es nur auf diese Weise möglich, in jedem Fall, auf dem Berg und im Tal, die Bedeutung der beiden Blitzschutzprinzipien, nämlich der Erdung und des Faradaykäfigs, gegeneinander kostenmässig abzuwägen und dadurch in allen Fällen den wirtschaftlichsten Blitzschutz zu verwirklichen.

---

Die vorstehend beschriebenen Blitz-Untersuchungen wurden mit den Einrichtungen und finanziellen Mitteln der Forschungskommission des SEV und VSE für Hochspannungsfragen (FKH) ausgeführt. Der Autor möchte nicht unterlassen, seinen Mitarbeitern für die grosse und treue Hilfe bestens zu danken. Es trifft dies vor allem H. Rutz, der zusammen mit seiner Gattin die Meßstation auf dem San Salvatore mit grösster Gewissenhaftigkeit und Liebe betreut, und sodann W. Baumann, der sowohl bei der Konstruktion der verwendeten Messeinrichtungen wie bei der Auswertung der bereits heute recht ansehnlichen oszillographischen, Stäbchen- und Hörermessungen tatkräftig mitgearbeitet hat.

**Literatur**

[1] *Berger, K.:* Die Messeinrichtungen für die Blitzforschung auf dem Monte San Salvatore. Bull. SEV Bd. 46 (1955), Nr. 5, 5. März, S. 193...201.

[2] *Bossolasco, M.:* La distribuzione dei temporali in Italia. Energia elettr. Bd 26 (1949), Nr. 11/12, November/Dezember, S. 717...729.

[3] *Israël, H.:* Ein transportables Messgerät für schwere Ionen. Z. Geophys. Bd. 5 (1929), Nr. 8, S. 342...350.

[4] *Ambrosetti, F.:* Luftelektrische Messungen in Locarno-Monti. Ann. schweiz. meteorol. Zentr.-Anst. Bd. 81 (1944), Anhang Nr 6, S. 12...18.

[5] *Wieland, W.:* Lassen sich mit dem Ceraunographen die Gewitterzüge bestimmen? Verh. schweiz. naturf. Ges. Bd. 133 (1953), S. 78...82.

[6] *Berger, K.:* Neuere Resultate der Blitzforschung in der Schweiz. Bull. SEV Bd. 38 (1947), Nr. 25, 13. Dez., S. 813...823.

[7] *Malan, D. J.* und *B. F. J. Schonland:* The Electrical Processes in the Intervals between the Strokes of a Lightning Discharge. Proc. R. Soc. Lond. Sect. A, Bd. 206 (1951), Nr. 1085, 10. April, S. 145...163.

**Adresse des Autors:**

Prof. Dr. *K. Berger*, Versuchsleiter der FKH, Seefeldstrasse 301, Zürich 8.

# Heutiger Stand des Mastfundamentbaus [1])

Von *J. Killer*, Baden

621.315.66.002.73

## I. Anwendung und Auswirkung der neuen Berechnungsmethode für Mastfundamente

Die ersten Resultate der Versuche im Erdbaulaboratorium und im Gelände konnten beim Bau der 380-kV-Lukmanierleitung im Jahre 1948 verwertet werden. Die im Trasse dieser Leitung an verschiedenen Stellen wie in Amsteg, Sedrun, Medelsertal, Lukmanierpasshöhe und Lavorgo und in verschiedenen Böden wie festem Sand, Kies, Gehängeschutt, Moräne, fein geschiefertem, verwittertem, zerklüftetem und kompaktem Fels durchgeführten Kleinversuche lieferten die Unterlagen für die Bemessung der Fundamente.

[1]) siehe auch *Killer, J.:* Entwicklung im Mastfundamentbau. Bull. SEV Bd. 44 (1953), Nr. 17, S. 775...779. *Müller, A. G.* und *R. Haefeli:* Die Zugverankerung im Baugrund unter besonderer Berücksichtigung der Fundationsprobleme des Freileitungsbaues. Bull. SEV Bd. 44 (1953), Nr. 21, S. 905...922.

***Fortsetzung des allgemeinen Teils auf Seite 437***
Es folgen «Die Seiten des VSE»

# Production et distribution d'énergie

## Les pages de l'UCS

# Le réglage des puissances et de la fréquence des usines hydro-électriques et des lignes d'interconnexions de la S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse (EOS)

Par *P. Dumur* et *R. Comtat*, Lausanne 621.316.728 : 621.316.726 : 621.311.161(494 + 100)

*L'interconnexion des réseaux ne peut être réalisée favorablement que si les puissances d'échange entre les différents réseaux et la fréquence commune sont réglées conformément aux exigences actuelles du maintien de la fréquence et de la solidarité entre les réseaux. Sous ce rapport le réglage des puissances d'échange selon la loi puissance-fréquence est une solution avantageuse, comme l'expérience du reste l'a démontrée.*

*Des équipements appropriés réalisant le réglage des puissances d'interconnexions selon cette loi sont en service depuis plusieurs années déjà dans les usines hydro-électriques de Chandoline et de Miéville de la S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse. Les caractéristiques essentielles de ces équipements ainsi que les expériences d'exploitation faites avec ce système de réglage sont décrites et relatées dans ce présent article.*

*Der allgemeine Verbundbetrieb kann nur dann günstig verwirklicht werden, wenn die zwischen den verschiedenen Netzen auszutauschenden Leistungen und die gemeinsame Frequenz den heutigen Anforderungen bezüglich Frequenzhaltung und gegenseitiger Solidarität entsprechend reguliert werden. Wie die Erfahrung zeigt, stellt die Leistungs-Frequenz-Regulierung eine vorteilhafte Lösung dar.*

*Zweckentsprechende Ausrüstungen zur Leistungs-Frequenz-Regulierung nach diesem Prinzip sind seit mehreren Jahren bei den hydro-elektrischen Zentralen Chandoline und Miéville der S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse in Betrieb. Die hauptsächlichsten Eigenschaften dieser Einrichtungen und die damit gemachten Erfahrungen werden im vorliegenden Bericht beschrieben.*

### 1. Introduction

Les temps sont révolus où les centrales électriques équipées d'alternateurs de petite puissance et situées au centre même de consommation étaient entièrement séparées les unes des autres et alimentaient chacune pour leur compte une ville et les régions voisines. La puissance des centrales a rapidement augmenté et celles-ci se sont trouvées nécessairement décentralisées dans des régions où l'énergie hydraulique était à disposition. Les lignes de transport ont été créées pour écouler l'énergie électrique dans les centres de consommation et la marche en parallèle des usines est devenue indispensable pour profiter de l'entr'aide et assurer ainsi la continuité du service.

De nos jours, les besoins d'énergie sont tels que l'interconnexion des grands réseaux, appartenant même à des pays différents, est réalisée de plus en plus, afin de mieux utiliser les ressources d'énergie des différentes régions ainsi interconnectées. Cependant, de telles interconnexions posent des problèmes nouveaux de réglage pour l'exploitant. En effet, ces liaisons ne peuvent être envisagées que si les puissances échangées entre différents réseaux sont soumises à *des réglages stables permettant des mouvements d'énergie selon des programmes bien définis et surtout avec la participation de plusieurs usines au maintien de la fréquence commune suivant les disponibilités en énergie de chaque réseau.*

Ces problèmes de réglage se sont posés à la S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse lorsqu'on envisagea l'interconnexion de son réseau avec les réseaux voisins des Forces Motrices Bernoises (FMB) et de l'Electricité de France (EdF). A cet effet, l'EOS a installé dans ses deux principales usines à accumulation de Chandoline et de Miéville un équipement approprié, réalisant le réglage automatique des puissances des interconnexions selon la loi puissance-fréquence que nous nous proposons d'exposer succinctement dans les lignes qui vont suivre.

### 2. Structure et caractéristiques des usines de la S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse

La figure 1 reproduit sous forme schématique le couplage des usines de l'EOS et des lignes de transport correspondantes. La production est assurée d'une part par les 3 usines à accumulation de Chandoline, Miéville et Fully — alimentées respectivement par les bassins d'accumulation de Dixence-Cleuson, Salanfe et Fully — et d'autre part par les 2 usines au fil de l'eau de Champsec et de Martigny-Bourg, turbinant l'eau de la Dranse. Ces 5 usines d'une puissance totale installée de 312 MVA, produisent annuellement 570 GWh soit 450 GWh d'énergie d'hiver et 120 GWh d'énergie d'été. A cela, viendront s'ajouter sous peu les 2 usines de Fionnay-Dixence et de Nendaz, actuellement en construction dans le cadre des travaux de la Grande Dixence S. A. (GD), qui, avec une puissance installée totale de 840 MVA, turbineront l'eau du futur bassin d'accumulation de Grande Dixence. Ce dernier ouvrage, d'une retenue de $400 \cdot 10^6$ m³ d'eau représentant une quantité d'énergie de 1670 GWh, portera à l'avenir la production annuelle du groupe EOS-GD à 1960 GWh.

L'énergie produite actuellement par les 5 usines de l'EOS est destinée aux différents centres de consommation de la Suisse romande ainsi qu'aux divers réseaux voisins. A cet effet, un réseau de lignes à 130–150 kV et 65 kV appartenant à l'EOS transporte cette énergie dans les centres de consommation, où la distribution est exclusivement assurée par les réseaux locaux. Les 3 usines à accumulation fournissent de l'énergie de pointe, avant tout en

hiver et dans une mesure beaucoup moindre en été, alors que les 2 usines au fil de l'eau produisent l'énergie de base principalement en été.

Grâce à leurs caractéristiques, leur puissance à disposition et l'emploi de turbines Pelton, les 2 principales usines de Chandoline et de Miéville sont affectées au réglage et au maintien de la fréquence du réseau de l'EOS ainsi qu'au réglage des puissances d'interconnexion. Le régime de charge de ces 2 usines à accumulation est essentiellement variable et exige une grande souplesse de marche de la part des groupes turbines-alternateurs. C'est ainsi que ces machines, durant les «heures creuses», maintiennent sous tension le réseau à 130–150 kV, travaillant en compensateur synchrone, et peuvent facilement en l'espace de quelques minutes passer au régime de pleine puissance active durant les «heures de pointe».

Les groupes générateurs affectés dans ces 2 usines au réglage puissance-fréquence assurent, comme nous le préciserons dans le paragraphe suivant, le rôle de chef d'orchestre du réseau de l'EOS, alors que les autres groupes de ces 2 centrales fournissent des tranches constantes dont la valeur est maintenue grâce au statisme élevé des régulateurs de vitesse ajusté à environ 4...6 %.

Les 2 usines au fil de l'eau de Champsec et de Martigny livrent sur le réseau à 65 kV (voir fig. 1) l'énergie de base destinée avant tout aux consommateurs locaux. En été, l'énergie de ces 2 usines est excédentaire pour la consommation locale; elle est dirigée sur le réseau à 130 kV par l'intermédiaire des transformateurs de l'usine de Miéville, et assure ainsi une certaine part de la charge de base sur ce réseau à 130 kV. En hiver, par contre, la production de ces centrales est restreinte et l'échange s'effectue en sens inverse. Le service assuré par ces 2 usines est conditionné (principalement en hiver) par les débits de la Dranse; elles ne peuvent par conséquent être affectées au réglage et leurs groupes générateurs travaillent à puissance constante. A cet effet, la caractéristique statique de leur régulateur de vitesse est «déplacée vers le haut» de façon à réaliser un régime à ouverture bloquée, grâce à l'action du limiteur d'ouverture. Cependant, la caractéristique statique est ajustée et «déplacée» de telle façon que, lorsque la fréquence augmente au delà de 50,4 Hz, le réglage de vitesse entre en action et diminue la puissance selon le statisme des régulateurs. Par ailleurs, il est possible de procéder dans les ouvrages d'amenée d'eau de l'usine de Champsec à une accumulation momentanée, de volume restreint il est vrai. Celle-ci est avantageusement mise à profit durant les périodes de pointes pendant lesquelles cette usine au fil de l'eau fournit sa pleine puissance, déchargeant ainsi quelque peu les usines de pointes. Cette disposition de la centrale de Champsec est donc favorable; il serait souhaitable qu'un plus grand nombre d'usines au fil de l'eau, pouvant momentanément accumuler de l'énergie et travaillant normalement à puissance bloquée, puissent adapter leur production d'une façon plus souple.

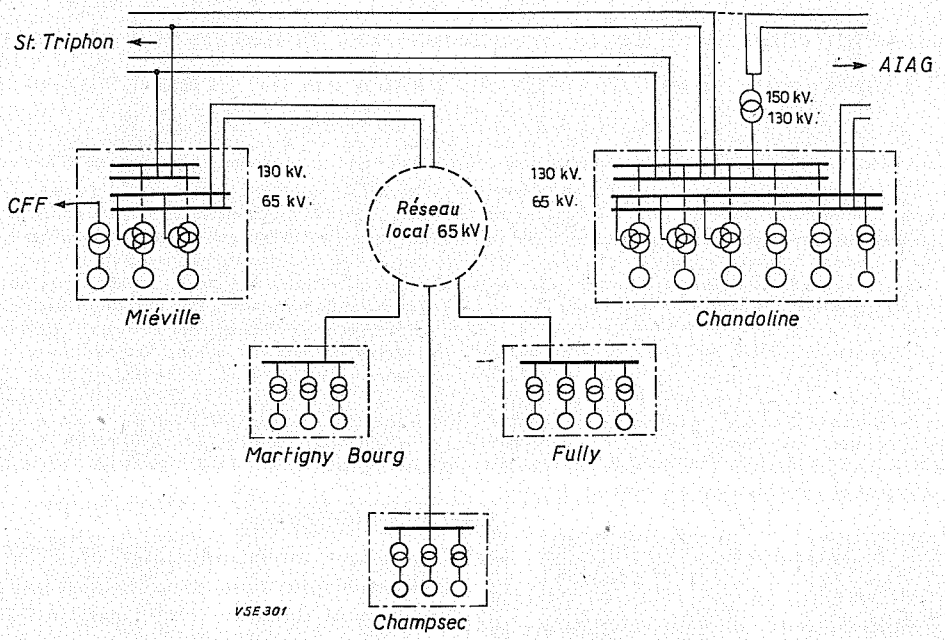



Fig. 1
**Schéma sommaire des usines hydro-électriques de l'EOS**

| Usine | Puissance installée MVA | Energie hiver GWh | Energie été GWh | Energie annuelle GWh |
|---|---|---|---|---|
| Chandoline | 5 × 37,5 | 260 | 20 | 280 |
| Miéville | 2 × 37,5 | 130 | — | 130 |
| Martigny-Bourg | 3 × 8 | 35 | 50 | 85 |
| Champsec | 3 × 4,5 | 18 | 47 | 65 |
| Fully | 4 × 2,8 | 8,5 | — | 8,5 |

### 3. Principes et caractéristiques du réglage des puissances d'interconnexion du réseau EOS

La figure 2 reproduit schématiquement la disposition du réseau de l'EOS par rapport à l'ensemble des principaux réseaux suisses. Un mouvement

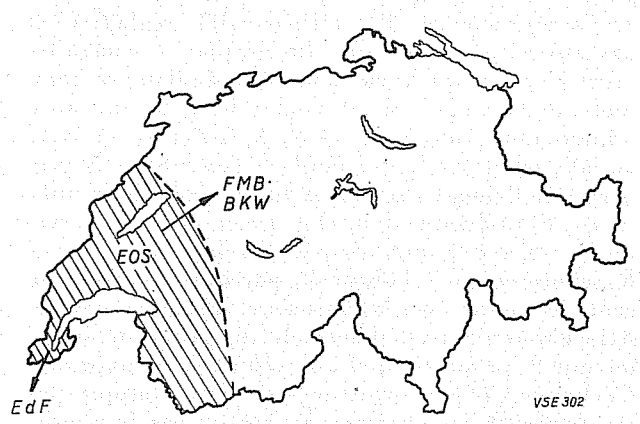



Fig. 2
**Interconnexions du réseau de la S. A. L'Energie de l'Ouest-Suisse**

d'énergie s'effectue au sein de ceux-ci de l'ouest à l'est. Pour sa part, le réseau de l'EOS est interconnecté avec les réseaux des FMB et de l'EdF. La liaison avec le réseau des FMB s'effectue à la station de couplage de Galmiz d'une façon presque permanente, alors que le couplage avec l'EdF, réalisé à la station de l'usine de Verbois, est occasionnel. Sans aucun réglage, la puissance échangée entre ces réseaux ainsi interconnectés et travaillant à fréquence commune serait tout à fait quelconque et dépendrait entre autres de l'état de charge de la production de chaque réseau vis-à-vis de sa propre consommation. Un réglage est donc nécessaire si l'on veut réaliser des échanges de puissance selon des programmes bien définis.

Une des solutions qui pouvait être envisagée consistait à alimenter directement la ligne d'interconnexion par un ou plusieurs groupes générateurs en régime autonome et réaliser ainsi des échanges à réseaux séparés. Cependant, ce n'était pas là une solution viable, car une ligne à 130 kV devait être affectée spécialement à ce but depuis les usines du Valais. Par ailleurs, l'interconnexion réalisée ainsi partiellement n'est pas aussi profitable que le cas où tous les groupes générateurs des 2 réseaux sont reliés ensemble par la ligne d'interconnexion. Aussi, la liaison avec les FMB a-t-elle été envisagée dans le sens d'une interconnexion complète avec l'EOS. Au début de celle-ci, le réglage de la puissance échangée s'effectuait manuellement sans aucun dispositif approprié. Le réseau de l'EOS se chargeait de maintenir dans la mesure du possible la puissance d'échange constante, dont la valeur était mesurée à Galmiz puis transmise à l'usine de Chandoline où un machiniste agissait continuellement sur la puissance d'un groupe générateur. Par ailleurs, les FMB assuraient le réglage de la fréquence commune par l'intermédiaire d'un groupe astatique de l'usine d'Innertkirchen. Ce mode de faire avait pour seul avantage la simplicité; il s'est bien vite avéré insuffisant et présentait de plus dans certains cas des phénomènes d'oscillations de puissance. En effet, lors d'une augmentation de la consommation dans le réseau des FMB par exemple, la puissance échangée augmentait momentanément, ce qui occasionnait nécessairement une diminution de puissance de la machine réglée manuellement à Chandoline, alors que le groupe astatique d'Innertkirchen au contraire augmentait sa puissance. De plus, le régime de cette dernière machine était très sévère et le réglage manuel de la puissance d'échange pénible pour le personnel. Dans ces conditions, un réglage automatique s'avérait indispensable.

On installa en 1943 dans l'usine de Chandoline un équipement automatique réalisant le réglage de la puissance d'interconnexion selon un système continu «puissance - fréquence», équipement qui constituait à l'époque une première application du dit système. Actuellement, 3 groupes turbines-alternateurs de l'usine de Chandoline et 2 de l'usine de Miéville, présentant chacun une puissance unitaire de 37 500 kVA et entraînés par des turbines Pelton, sont équipés de ce réglage puissance-fréquence.

La figure 3 représente sommairement le dispositif de réglage puissance-fréquence d'un groupe généra-

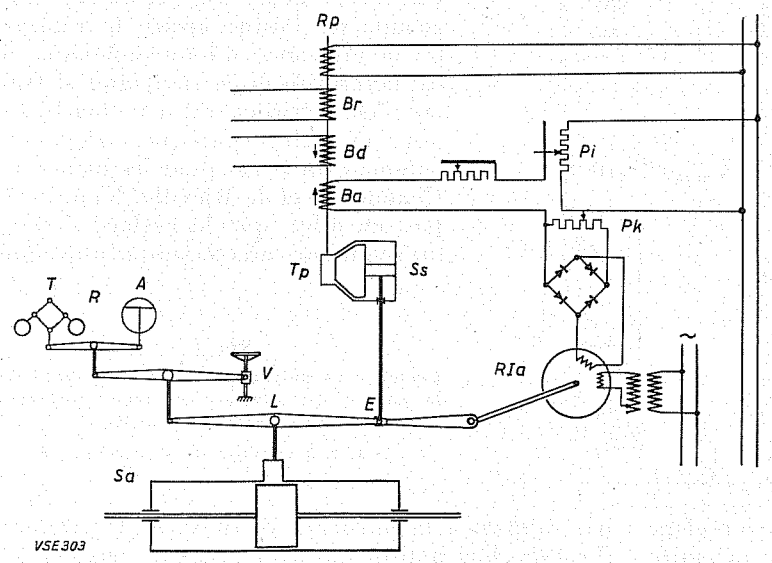



Fig. 3
**Schéma de principe du dispositif de réglage puissance-fréquence à action directe et continue**

*Br* circuit répartition
*Bd* télémesure
*Sa* commande du vannage de la turbine

teur, fonctionnant selon le principe du réglage primaire à action directe et continue, développé et installé par la S. A. Brown Boveri et Cie et la S. A. des Ateliers des Charmilles. Si $P_c$ et $f_c$ sont les va-

leurs de consigne de la puissance d'échange et de la fréquence, $P$ et $f$ des valeurs quelconques de ces mêmes grandeurs, le dispositif de la figure 3 réalise le réglage de la puissance d'échange de façon à obtenir à chaque instant la loi bien connue:

$$(P - P_c) + K\,(f - f_c) = 0$$

c'est-à-dire $\Delta P + K\Delta f = 0$. $K$ est l'énergie réglante définie par la relation: $K = \frac{\Delta P}{\Delta f}$. La puissance échangée obéit ainsi à la loi de statisme donnée à

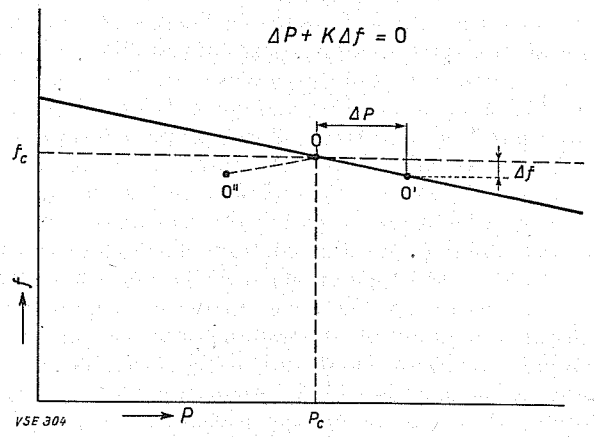



Fig. 4
**Caractéristique du réglage puissance-fréquence**
$P$ puissance d'interconnexion; $f$ fréquence

la figure 4, qui permet un réglage de la puissance d'échange avec les avantages évidents qui découlent de la caractéristique statique d'interconnexion.

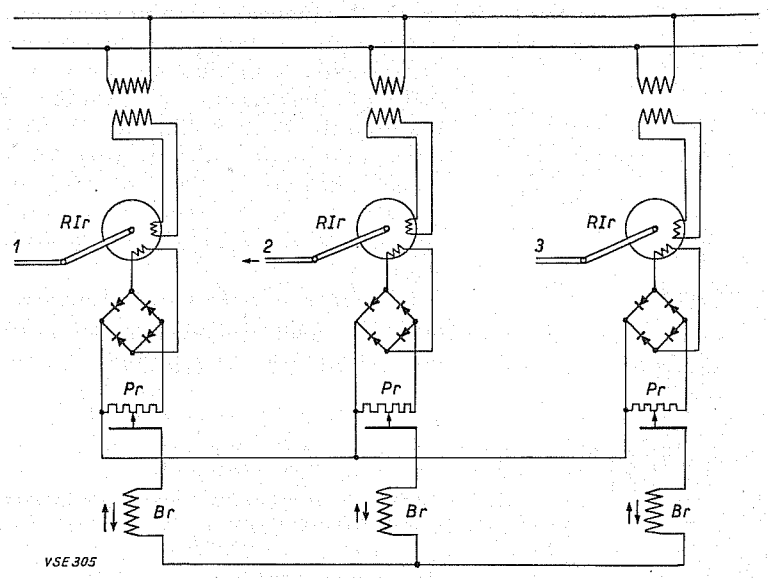



Fig. 5
**Couplage en polygone pour la répartition de la charge des diverses machines réglantes fonctionnant en parallèle**
*1, 2, 3* vannage de la turbine

Le groupe turbine-alternateur affecté à ce réglage est équipé (voir fig. 3) d'un régulateur primaire de vitesse comprenant les organes usuels de réglage. Le régleur $R$ est constitué par le tachymètre $T$ et l'accéléromètre $A$, entraînés tous deux par un moteur asynchrone, alimenté lui-même par un alternateur pilote disposé sur l'arbre du groupe turbine-générateur. Le régleur commande, par une tringlerie appropriée, le tiroir du servo-moteur astatique $S_a$, qui manœuvre le vannage de la turbine. Le réglage est réalisé d'une façon astatique par rapport à l'ouverture de la turbine, c'est-à-dire à la puissance du groupe, et il est stabilisé par l'action de l'accéléromètre. Par ailleurs, si le réglage n'est pas asservi à la puissance du groupe — contrairement à ce qui est le cas pour des régulateurs habituels de vitesse — il est asservi ici à la puissance d'interconnexion. A cet effet, le levier $L$ est relié au servo-moteur $S_s$ qui déplace l'extrémité $E$ proportionnellement à la valeur instantanée de la puissance d'interconnexion. Le tiroir $T_p$ du servo-moteur $S_s$ est commandé par le relais de puissance $R_p$, comprenant la bobine $B_d$ parcourue par le courant de mesure de la puissance d'interconnexion. Afin d'obtenir un déplacement du piston du servo-moteur $S_s$ proportionnel à la valeur de la puissance d'échange, ce servo-moteur est rendu statique par un dispositif d'asservissement réalisé par le régulateur d'induction $RI_a$ agissant sur la bobine d'asservissement $B_a$ du relais de puissance $R_p$.

Ainsi, le réglage de la turbine est soumis à l'influence simultanée de la fréquence (tachymètre-accéléromètre) et de la puissance d'interconnexion (relais de puissance). Ce réglage est astatique par rapport à la puissance débitée par la machine, mais statique par rapport à la puissance d'interconnexion, selon la caractéristique puissance-fréquence donnée par la figure 4. Tant que la loi $\Delta P + K\Delta f = 0$ est respectée, le réglage est au repos. Dans le cas contraire, il agit pour ramener le point de fonctionnement sur la caractéristique puissance-fréquence. Remarquons encore que la valeur de la puissance d'interconnexion est ajustée par le potentiomètre $P_i$ alors que l'énergie réglante $K$ l'est par le potentiomètre $P_k$.

Le dispositif de réglage décrit ci-dessus est limité au cas où un seul groupe de l'usine assure le réglage de la puissance d'interconnexion. Il est nécessaire de le compléter si l'on envisage d'utiliser plusieurs machines pour le réglage puissance-fréquence, comme c'est le cas pour les usines de Chandoline et de Miéville. N'oublions pas, en effet, que le réglage s'effectue selon une caractéristique astatique par rapport à la puissance débitée par le groupe: il est dès lors indispensable de répartir convenablement et d'une façon stable les puissances débitées par chaque groupe. Ce résultat est obtenu par l'équipement auxiliaire de la figure 5, basé sur le principe du couplage en polygone. Les régulateurs d'induction $RI_r$, actionnés par le vannage des tur-

bines, alimentent les bobines de répartition $B_r$ des relais de puissance $R_p$ (voir fig. 3), couplées en polygone. Sitôt qu'une différence apparaît dans la répartition de la puissance entre les groupes, un courant différentiel circule dans les bobines $B_r$ et provoque la modification des puissances des groupes dans le sens de la répartition désirée. Par ailleurs, celle-ci est mise au point par les potentiomètres $P_r$.

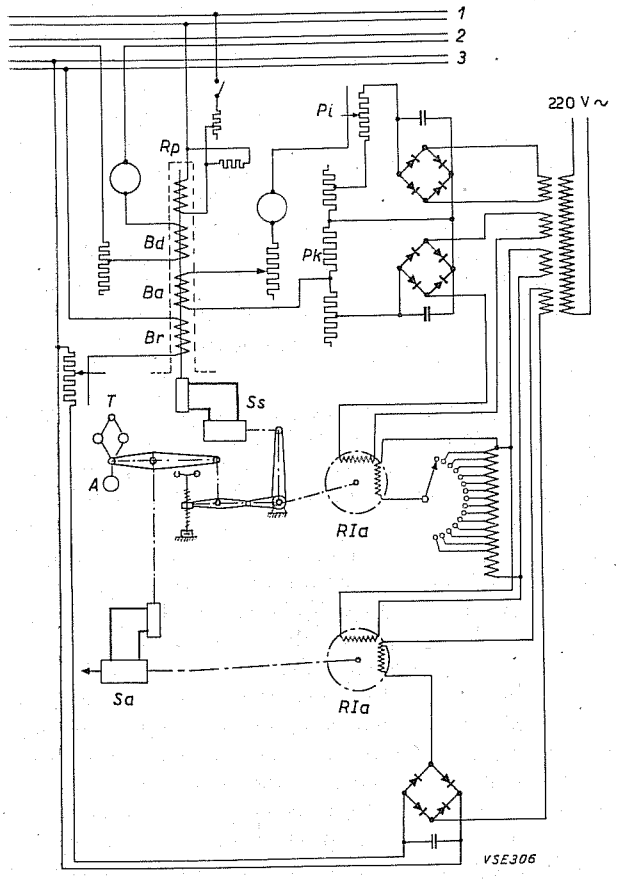



Fig. 6
**Schéma de principe du réglage puissance-fréquence d'un groupe générateur**
*1* 125 V; *2* télémesure; *3* repartition charge

La figure 6 donne enfin le schéma d'ensemble du dispositif de réglage fréquence-puissance d'un groupe générateur tel qu'il est réalisé pratiquement et dont le principe ressort des figures 3 et 5.

Il y a lieu de préciser ici que l'équipement de réglage puissance-fréquence décrit ci-dessus et adapté à des régulateurs de vitesse astatiques tachymétriques stabilisés par un accéléromètre peut sans aucune difficulté être utilisé selon le même principe avec des régulateurs de vitesse astatiques tachymétriques stabilisés par un asservissement temporaire (dashpot par exemple).

## 4. Possibilités offertes par les équipements de réglage puissance-fréquence des usines de Chandoline et de Miéville. Expériences d'exploitation

Que chacun des réseaux interconnectés assure lui-même la fourniture de l'énergie pour ses propres consommateurs,

que les puissances d'échange entre réseaux soient réglées d'une façon stable à des valeurs bien définies,

qu'un réseau momentanément défaillant puisse être aidé par les réseaux voisins interconnectés,

telles sont les 3 caractéristiques essentielles que l'on peut attendre du dispositif de réglage puissance-fréquence appliqué à des réseaux interconnectés. Cependant, ces avantages ne peuvent être obtenus pleinement que si chaque réseau interconnecté participe à ce réglage dans la mesure de ses disponibilités de puissance réglante. Ce sont là des conditions à ne pas perdre de vue lors de l'établissement des interconnexions.

La figure 7 reproduit les 2 usines réglantes de Chandoline et de Miéville, ainsi que les 2 interconnexions du réseau de l'EOS avec les réseaux des FMB et de l'EdF. L'une ou l'autre de ces deux usines peut assurer à choix et séparément le réglage de l'interconnexion des FMB ou de l'EdF. Les conditions hydrologiques déterminent la participation au réglage d'une usine plutôt que de l'autre.

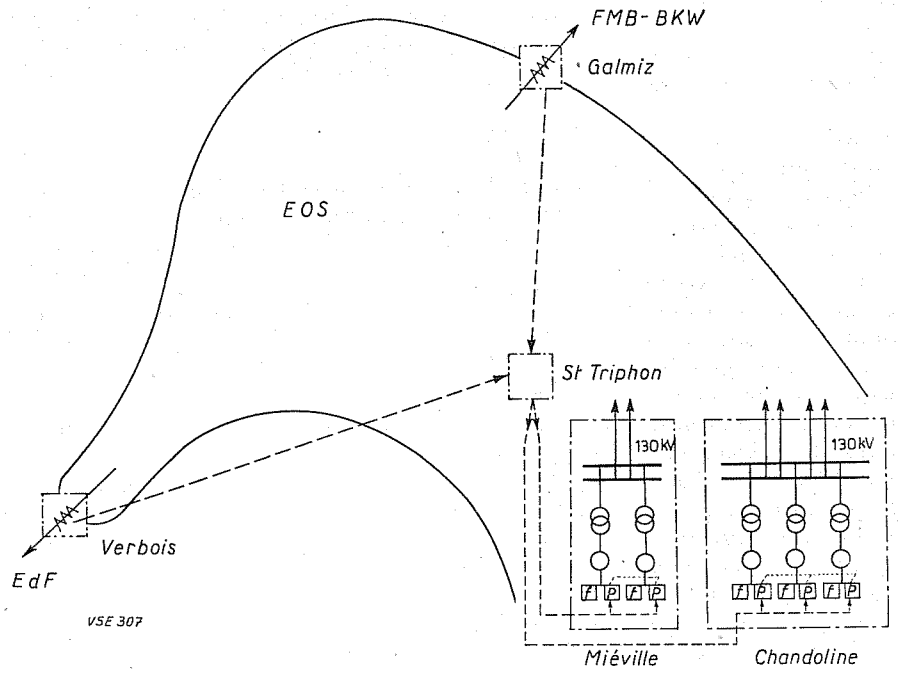



Fig. 7
**Schéma de couplage des deux usines de Chandoline et de Miéville pour le réglage puissance-fréquence**
- - - - Télémesure des puissances d'interconnexion
. . . . . Circuits de répartition de la puissance entre les groupes générateurs
*f* fréquence; *P* puissance

Une grande souplesse d'exploitation est obtenue par l'existence de ces 2 usines réglantes indépendantes, chacune pouvant servir de réserve à l'autre. De plus, deux ou même plusieurs réglages à services séparés peuvent également être envisagés avec ces équipements autonomes. Par contre, le réglage en commun d'une interconnexion par les deux usines marchant en parallèle n'est pour le moment pas réalisable; il faudrait pour cela un dispositif de répartition de la charge entre les 2 usines, réalisé soit par le couplage en polygone des enroulements $B_r$ (voir fig. 5) des machines réglantes des 2 centrales, soit envisager le pilotage d'une usine par l'autre. Il n'a pas été jugé opportun de prévoir la possibilité d'un tel service, ce qui aurait du reste nécessité un équipement auxiliaire non négligeable pour relier les 2 installations de réglage.

Lorsque le réseau de l'EOS fonctionne avec une seule interconnexion, le réglage de celle-ci est effectué par l'une ou l'autre des usines réglantes. Pour les cas moins fréquents où l'EOS est reliée simultanément aux FMB et à l'EdF, les 2 interconnexions sont réalisées avec des réseaux séparés afin de ne pas procéder à une mise en parallèle du réseau de l'EdF avec l'ensemble des réseaux suisses, souvent interconnectés au réseau allemand du «Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk» (RWE), ce qui créerait en fait un bouclage des deux grands réseaux étrangers à travers les réseaux suisses. Le réglage dans ces conditions de la puissance à l'interconnexion avec l'EdF, voire de la puissance à l'interconnexion avec le RWE serait actuellement irréalisable. Pour qu'il devienne possible, il faudrait que l'EdF pour son interconnexion avec l'EOS et que le RWE pour son interconnexion avec les réseaux de la Suisse orientale soient également équipés en réglage puissance-fréquence, ce qui n'est pas encore le cas.

C'est la raison pour laquelle les deux interconnexions de l'EOS avec les FMB et l'EdF sont réglées séparément avec des réseaux indépendants, chacune avec une centrale.

La télémesure à haute fréquence a été établie selon le schéma de la figure 7. Les deux puissances d'interconnexion sont mesurées à Galmiz et à Verbois, puis transmises aux centrales de Chandoline et de Miéville par la liaison à haute fréquence utilisant, comme canal porteur, les lignes à haute tension elles-mêmes. Les mesures des deux puissances de Galmiz et de Verbois aboutissent chacune à un équipement à haute fréquence disposé dans la station de couplage de St-Triphon, équipement jouant le rôle de relais à haute fréquence intermédiaire. Ces deux télémesures sont superposées dans ce poste auxiliaire et leur somme est ensuite envoyée par le canal à haute fréquence aux usines de Chandoline et de Miéville. Dans ces usines, les deux télémesures sont à nouveau séparées. Elles pourraient être conservées sous la forme de leur somme et appliquées aux équipements de réglage puissance-fréquence, mais ceci ne sera pratiquement réalisable que lorsque, comme indiqué plus haut, les réseaux étrangers auront également mis en service dans leurs centrales le réglage puissance-fréquence.

Examinons rapidement les divers cas de réglage réalisés effectivement par les 2 usines. L'interconnexion de l'EOS avec les FMB représente le service le plus fréquent; la fourniture d'énergie a lieu avant tout dans le sens EOS-FMB. La tranche de puissance varie suivant les heures de la journée et les saisons de 5 MW à 100 MW, ce qui représente en fait des valeurs relativement faibles par rapport aux puissances totales mises en jeu dans les 2 réseaux et, par conséquent, un réglage difficile de la puissance échangée. Dans la plupart des cas, c'est l'usine de Chandoline qui assure le réglage avec une ou deux machines, alors que les FMB, de leur côté, règlent leur puissance échangée avec les NOK. La tranche fournie par l'EOS aux FMB varie en fonction de la fréquence selon la valeur de l'énergie réglante $K$. Celle-ci caractérise la contribution de l'EOS au maintien de la fréquence commune des 2 réseaux.

Si cette fréquence est maintenue à sa valeur nominale, la puissance d'échange reste égale à sa valeur de consigne. Sitôt qu'une baisse de fréquence $\Delta f$, due par exemple à une défaillance dans le réseau des FMB, apparaît, le réseau de l'EOS augmente momentanément la puissance d'échange d'une quantité $\Delta P$ définie par l'énergie réglante $K$, et ceci jusqu'à ce que la fréquence soit rétablie, c'est-à-dire que les groupes générateurs des FMB aient augmenté leur puissance. Temporairement, l'apport supplémentaire $\Delta P$ est maintenu en attendant que la fréquence soit ramenée à sa valeur de consigne. Cet apport $\Delta P$ a donc un caractère momentané. Il convient de remarquer ici que cette puissance supplémentaire $\Delta P$ est fournie, soit en totalité, soit en partie, par tous les groupes générateurs du réseau de l'EOS qui travaillent avec une caractéristique statique. Si le fonctionnement a lieu à une forte valeur de l'énergie réglante, la partie de la puissance supplémentaire $\Delta P$ produite par les groupes générateurs travaillant avec une caractéristique statique, peut ne pas suffire, et ce sont alors les groupes réglés de Chandoline ou de Miéville qui doivent compléter la fourniture de cette puissance supplémentaire $\Delta P$. Le point de fonctionnement du réglage puissance-fréquence des groupes de Chandoline ou de Miéville vient alors en $0'$ (voir fig. 4). Si le fonctionnement a lieu avec une faible valeur de l'énergie réglante, les groupes travaillant avec une caractéristique statique peuvent être amenés à fournir une puissance supérieure à la puissance supplémentaire $\Delta P$ qui est nécessaire, et les groupes de Chandoline ou de Miéville doivent alors diminuer leur production pour maintenir la dite puissance supplémentaire $\Delta P$ à la valeur voulue.

A la limite, pour une certaine valeur de l'énergie réglante, les groupes travaillant avec une caractéristique statique fournissent tout juste la puissance supplémentaire $\Delta P$ nécessaire et le réglage puissance-fréquence des groupes de Chandoline ou de Miéville n'a alors pas à intervenir. C'est lorsque cette condition limite, dite condition de Darrieus, est réalisée que le réglage puissance-fréquence des groupes de Chandoline ou de Miéville est le moins sollicité et, à ce point de vue, il s'agit donc de la

condition optimum. Au contraire, si l'on s'écarte de cette condition de Darrieus par valeurs décroissantes de l'énergie réglante, c'est-à-dire si on rend la puissance d'échange de moins en moins dépendante de la fréquence, le réglage puissance-fréquence des groupes de Chandoline ou de Miéville est de plus en plus sollicité, ce qui rend leur service de plus en plus sévère. Pratiquement, on doit cependant s'écarter de la condition optimum de Darrieus, car elle conduit en général à une valeur exagérée de l'énergie réglante. Si la diminution de fréquence $\Delta f$ est due à une défaillance dans le réseau de l'EOS, ce qui réduit la puissance exportée, le point de fonctionnement du réglage puissance-fréquence des groupes de Chandoline ou de générateurs de ces réseaux équipés en réglage puissance-fréquence. On voit, par conséquent, l'intérêt de soumettre plusieurs usines à accumulation au réglage puissance-fréquence.

La figure 8 reproduit les diagrammes de la puissance d'échange à Galmiz et de la fréquence pour la journée du 22 octobre 1954. La fourniture est effectuée selon 3 tranches de valeurs de la puissance. L'énergie réglante $K$ a été ajustée à la valeur de 8 MW/Hz et par machine. L'examen de ces 2 diagrammes fait clairement ressortir le processus puissance-fréquence.

A 11 h 30 et 14 h 00, des déclenchements se sont produits, affectant la valeur de la puissance d'échange qui a été aussitôt ramenée à sa consigne

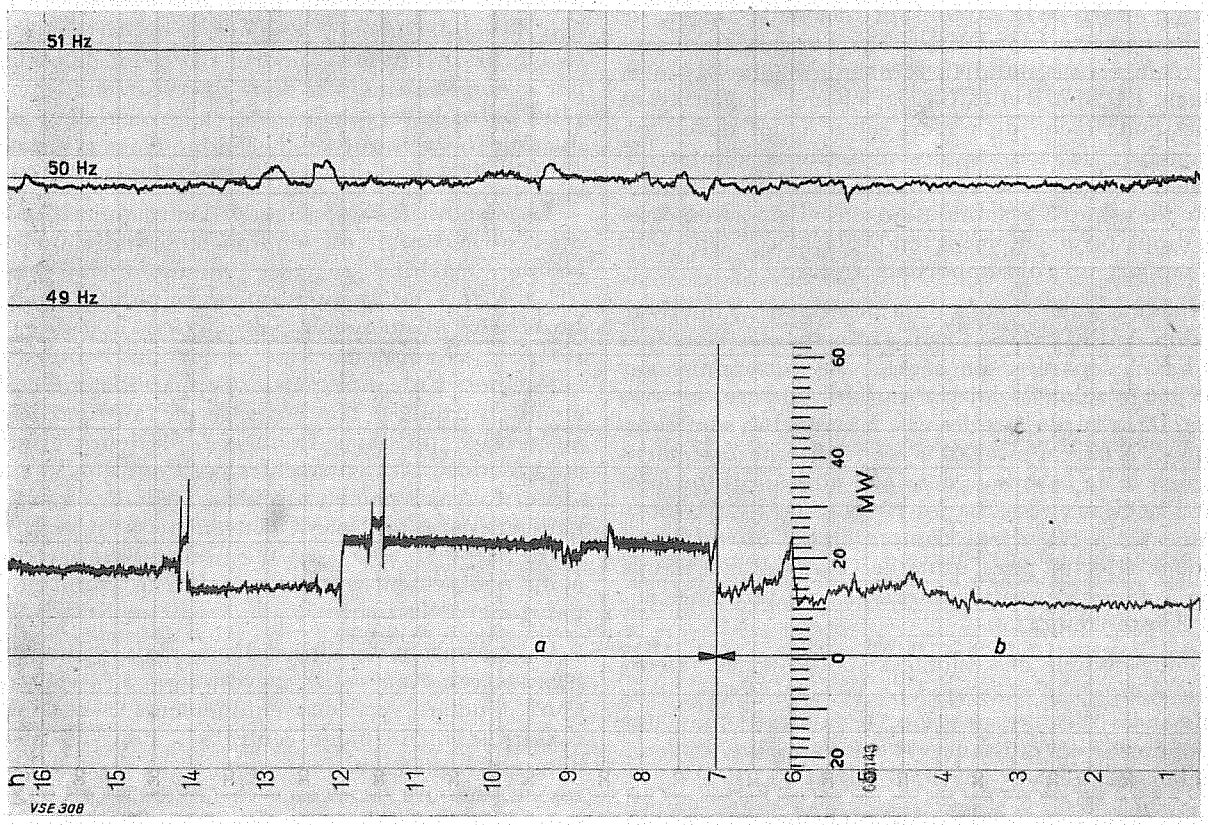



Fig. 8

**Diagrammes de la puissance d'interconnexion et de la fréquence à Galmiz, pour la journée du 22 octobre 1954**

*a* réglage automatique de la puissance
*b* réglage manuel de la puissance

Miéville passe alors en $0''$ (voir fig. 4) en dehors de la caractéristique $\Delta P + K\Delta f = 0$. Le réglage est dès lors sollicité pour faire augmenter la puissance fournie par les groupes et, par conséquent, pour établir à leurs valeurs de consigne la fréquence et la puissance d'échange.

Les groupes de Chandoline ou de Miéville assurent donc bien le rôle de chef d'orchestre du réseau de l'EOS. Toutefois, ce rôle de chef d'orchestre est limité au réseau de l'EOS; si celui-ci est relié au réseau FMB et par son intermédiaire aux principaux réseaux suisses, la fréquence ne peut être ramenée à sa valeur de consigne que par l'action combinée et simultanée de tous les groupes par le réglage. On remarque aisément sur ce diagramme la différence de «qualité» entre le réglage automatique et le réglage à main. La puissance d'échange réglée automatiquement est maintenue dans de bonnes limites et varie d'environ 1 à 2,5 MW. Ces fluctuations ont principalement pour cause des insensibilités, le retard de la télémesure, et surtout les retards inévitables qui se produisent dans le réglage et qui sont dus à l'inertie des masses d'eau s'écoulant dans le système d'alimentation des turbines.

Lorsque le réglage est assuré par deux groupes, l'énergie réglante est en général ajustée à 16 MW/Hz. Lorsque, plus rarement, le réglage est

assuré par trois groupes, l'énergie réglante est portée à 24 MW/Hz; la contribution du réseau de l'EOS au maintien de la fréquence commune est alors augmentée. Nous avons constaté, par ailleurs, l'intérêt d'affecter au réglage plusieurs machines, afin de répartir le rôle de chef d'orchestre et d'empêcher par là des sollicitations excessives sur le réglage des groupes.

Le réglage ci-dessus s'effectuerait encore dans de meilleures conditions s'il était assuré simultanément par les 2 réseaux de l'EOS et des FMB. Un essai avec les 2 usines de Chandoline et d'Innertkirchen (FMB) participant au réglage de l'interconnexion à Galmiz selon la loi puissance-fréquence, a été concluant. Cependant l'usine d'Innertkirchen est habituellement préposée au réglage de l'interconnexion FMB-NOK, réalisant de cette façon la chaîne ouverte EOS-FMB-NOK. Un cas intéressant de réglage consisterait à fermer la chaîne selon la boucle EOS-FMB-ATEL-EOS, chaque réseau ayant alors pour tâche de régler, selon la loi puissance-fréquence, la somme des puissances d'interconnexion échangée à ses frontières. Les nouvelles grandes usines à accumulation actuellement en construction, principalement en Valais, auraient sous ce rapport un rôle important à jouer.

Comme nous l'avons déjà mentionné, l'interconnexion de l'EOS avec l'EdF s'effectue par machines et lignes séparées. Le réglage de cette puissance d'échange selon la loi puissance-fréquence, est très rare. Dans la plupart des cas, les tranches sont constantes. A titre d'essai, il a été réalisé dernièrement le réglage de la somme des deux puissances fournies par l'EOS aux réseaux des FMB et de l'EdF, interconnectés à cet effet. Comme on s'y attendait, ce réglage effectué par l'usine de Chandoline a donné lieu à des échanges incontrôlables de puissance sur les 2 interconnexions.

Pour obtenir des échanges stables à des valeurs bien définies, l'EOS réglant la somme des deux puissances d'interconnexion, il faudrait que l'une au moins de ces puissances et mieux encore les deux, soient aussi réglées par les FMB et l'EdF.

Les expériences d'exploitation faites avec les équipements de réglage puissance-fréquence des usines de Chandoline et de Miéville sont bonnes. L'équipement installé est robuste et comprend des éléments qui ressortent tous du domaine de l'appareillage courant. Les organes de contrôle et de manœuvre sont disposés sur des panneaux prévus à cet effet dans les salles de commande. Les manœuvres sont faciles et les ajustements possibles dans une large mesure.

Ce réglage à action directe et continue est de réponse rapide. Les mouvements de vannage de la turbine s'effectuent immédiatement dès l'apparition d'une perturbation. Le réglage est doué d'une grande sensibilité et entraîne de ce fait de légers mouvements continuels de vannage, le régime de puissance à l'interconnexion n'étant jamais absolument stationnaire. Ces mouvements de vannage s'accentuent lorsque le fonctionnement a lieu avec une énergie réglante trop faible, circonstance pour laquelle le système n'a été ni conçu, ni exécuté. Nous avons même remarqué une tendance au pompage lorsqu'on abaisse la valeur de l'énergie réglante en dessous de 5 MW/Hz, tendance provoquée par les variations de pression dans la conduite forcée qui sont la conséquence des mouvements de vannage accentués. Pour travailler avec une énergie réglante très faible — condition dont le principe est d'ailleurs très discutable parce que contraire à l'esprit de solidarité entre réseaux — un certain amortissement devrait être apporté au circuit de réglage, par exemple au moyen d'un asservissement temporaire entre le servo-moteur $S_s$ et le régulateur d'induction $RI_a$ agissant sur la bobine d'asservissement $B_a$ du relais de puissance $R_p$ (voir fig. 3).

Le dispositif de réglage primaire puissance-fréquence nécessite un équipement individuel de chaque machine réglante mesurant la somme $\Delta P + K\Delta f$. C'est là un avantage au point de vue de la sécurité et du nombre de services à réaliser ou réserver, chaque machine ayant un équipement autonome. En contre-partie, l'appareillage est plus étendu, surtout si l'on envisage de faire participer au réglage puissance-fréquence plusieurs groupes et, à fortiori, plusieurs centrales. Pour que les puissances fournies par les machines réglantes fonctionnant en parallèle soient convenablement réparties d'une façon stable, il est nécessaire d'avoir recours à un équipement auxiliaire selon le couplage en polygone de la figure 5.

La conception des dispositifs de réglage puissance-fréquence est en cours d'évolution. Les constructeurs tendent vers des équipements réalisant ce réglage selon un mode centralisé. Pour un réseau déterminé, un régulateur unique, dit régulateur de réseau, mesure la valeur du binôme $\Delta P + K\Delta f$, voire son intégrale, et commande, fût-ce par télétransmission, l'ouverture du vannage des divers groupes d'une ou plusieurs centrales, affectés au réglage fréquence-puissance.

Nous aurons l'occasion de revenir dans ces colonnes sur ces questions de réglage lors de la description des équipements de réglage prévus dans les 2 usines Grande-Dixence de Nendaz et de Fionnay-Dixence.

Adresse des auteurs:
*P. Dumur*, ingénieur en chef et *R. Comtat*, ingénieur à la S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse, 45, Av. de la Gare, Lausanne.

# Communications de nature économique

## Comment coordonner la production hydraulique et la production thermique d'énergie électrique: extrait des rapports présentés à la Conférence mondiale de l'énergie de Rio de Janeiro

061.3(100) : 620.9 : 621.311.21 + 621.311.22/23

L'essentiel des rapports présentés à la Conférence mondiale de l'énergie de Rio de Janeiro et traitant de la coordination entre la production hydraulique et la production thermique d'énergie électrique est consacré à la description des aménagements que possèdent les divers pays, à leur historique et à la conduite de l'exploitation lors de l'emploi des deux sources d'énergie. Les principes ainsi que les considérations sur lesquels se fonde cette coordination — c'est-à-dire qui permettent d'atteindre une coordination optimale — y sont exposés beaucoup plus succinctement. Les descriptions des aménagements dont la production est mixte — thermique et hydraulique — sont certes la plupart du temps intéressantes; le centre de l'intérêt, cependant, est ainsi déplacé, et les rapports présentés déçoivent dans l'ensemble.

Le rapport de *Hearn* (Canada) donne la liste des usines génératrices canadiennes, décrit les installations ainsi que l'organisation des entreprises et des sociétés qui les contrôlent, expose enfin l'extension prise par l'industrie de l'électricité depuis ses débuts jusqu'à l'heure actuelle — extension qui a nécessité finalement la construction de centrales thermiques. Il compare entre elles les dernières années du point de vue de l'hydraulicité, de l'augmentation de la consommation et de la production thermique. Ce rapport n'est donc pas beaucoup plus qu'une «histoire» de l'exploitation des entreprises électriques au Canada.

Le rapport de *W. Dryer* (Etats-Unis d'Amérique) décrit les installations de la «Pacific Gas and Electric Company» de San Francisco. Cette société dispose actuellement d'une puissance thermique de 2,19 GW, elle possède en propre 1,35 GW de puissance hydraulique et utilise de plus 0,55 GW de puissance hydraulique appartenant à d'autres entreprises. La production mixte (hydraulique et thermique) a été introduite en 1899 déjà; c'est en 1926 pour la première fois, que furent fixées des directives tendant à une collaboration optimale du point de vue économique entre les deux modes de production. C'est ainsi que l'on a prévu la construction de centrales thermiques dans les centres mêmes de consommation. Comme la société possède 57 centrales hydrauliques, pour lesquelles il est impossible que l'hydraulicité soit tout à fait défavorable en même temps, la réserve qui doit être prévue est relativement faible. Il est intéressant de relever que les courbes de charge du réseau sont, en été, presque semblables à celles d'hiver; cela provient de la présence d'un grand nombre d'installations de climatisation et d'irrigation.

Le rapport de *M. Mainardi* (Italie) donne les renseignements suivants: la puissance installée des usines hydrauliques est, en Italie, de 9500 MW; leur production est de 33 000 GWh par an; la capacité des réservoirs est de 4000 GWh. D'autre part, l'Italie possède des usines thermiques ayant une puissance installée de 2500 MW. En principe, les usines au fil de l'eau et les usines thermiques couvrent la charge de base, tandis que les usines à accumulation règlent la fréquence. A la suite des expériences faites durant les années sèches 1921/22 et 1947/48/49, on fut obligé de prévoir une réserve de puissance thermique. On fixa le principe que les chaufferies devraient permettre l'utilisation des combustibles gazeux, liquides et solides les plus divers. On choisit de plus l'emplacement de ces usines thermiques en fonction des caractéristiques du réseau, de la situation des centres de consommation et de celle des réserves de combustibles, des possibilités enfin d'alimentation en eau. On fixa des puissances types (25/30, 50/60, 100/120 MW); les caractéristiques de l'état de la vapeur furent, de plus, unifiées à 60 kg/cm² et 480 °C (pour les usines ayant une durée d'utilisation supérieure à 3000 heures: de 103 à 125 kg/cm² et de 510 à 538 °C). Enfin, les alternateurs sont à deux pôles, ils sont refroidis à l'hydrogène et tournent à 3000 tours par minute. Pour couvrir la charge de pointe et régler la fréquence, on a prévu d'installer des groupes de pompage pour remplir les réservoirs et de munir les centrales hydrauliques d'équipements de réglage.

Le rapport de *J. D. Peattie* et *A. Fulton* (Grande-Bretagne) est relatif aux mesures de coordination prises en Grande-Bretagne; il fait l'historique de l'aménagement des forces hydrauliques de l'Ecosse, et donne les chiffres de la puissance hydraulique actuellement installée. L'ensemble des usines génératrices de Grande-Bretagne est divisé en usines au fil de l'eau, usines à accumulation, usines thermiques utilisant des combustibles à bon marché et couvrant la charge de base, usines thermiques enfin utilisant du charbon de haute valeur et assurant la couverture des pointes de charge. Le «North of Scotland Hydro-Electric Board» collabore avec la «British Electricity Authority» et les marchés conclus sont répartis en plusieurs catégories: fournitures contractuelles à long terme («firm supplies»), fournitures supplémentaires («additional supplies») à long terme — annoncées trois jours à l'avance —, fournitures supplémentaires à court terme enfin — exécutées sans délai. Le rapport comprend quelques détails concernant la réalisation pratique de l'interconnexion et quelques résultats d'exploitation.

*F. Petri* et *L. Lingstrand* (Suède) font part dans leur rapport de la situation régnant dans leur pays. La puissance hydraulique installée y est de 4000 MW, la puissance thermique de 900 MW. Les productions hydraulique, d'une part, et thermique, de l'autre, ne sont cependant pas entre elles dans le même rapport que les puissances installées: la production thermique est beaucoup moins importante que ne le laisserait supposer la puissance installée. Les centrales thermiques sont utilisées pour couvrir les pointes de charge, ou pour aider à couvrir la charge de base en cas d'hydraulicité défavorable; elles constituent une réserve en cas de dérangements ou de puissance à disposition trop faible; elles sont mises en service enfin lorsque la stabilité de l'exploitation l'exige.

Le rapport de *J. Noda* traite des mesures de coordination prises au Japon. Durant les périodes où les précipitations atmosphériques sont faibles, la production hydraulique couvre les pointes de charge; en période où les précipitations sont importantes par contre, ce rôle est tenu par les centrales thermiques. Pour déterminer les besoins, on se sert d'une représentation graphique à trois dimensions, analogue à celle qui a été décrite par *Bauer* dans l'ÖZE, t. 4(1951), n° 4, p. 175 et suivantes.

C'est le rapport de *F. Hintermayer* et *H. Melan* (Autriche) qui traite le plus en détail de la façon dont un équipement thermique doit être conçu pour réaliser la meilleure coordination possible avec un équipement hydraulique existant. Ces auteurs distinguent d'un côté les usines à accumulation importante et les usines thermiques, de l'autre les usines au fil de l'eau et les usines à faible accumulation. En partant des caractéristiques mensuelles donnant les apports naturels aux usines au fil de l'eau et aux usines à faible accumulation, on peut déterminer d'une part l'énergie hydraulique utilisable et l'énergie de déchet, d'autre part les besoins qui restent à couvrir par les usines à accumulation importante et les usines thermiques.

Le rapport indique quelle est la direction à prendre pour satisfaire aux exigences posées à de telles usines thermiques (en particulier: rendement élevé, utilisation de la chaleur d'échappement). En utilisant une installation de gazéification avec accumulation du gaz produit, on augmente la promptitude avec laquelle la centrale thermique peut être mise en service en cas de besoin, et on obtient une plus grande souplesse du point de vue du réglage. Les groupes turbo-alternateurs peuvent comprendre des turbines à prélèvement de vapeur ou une turbine à contre-pression accouplée à une turbine à condensation; de telles solutions n'entrent en ligne de compte que lorsque il existe des besoins en chaleur de chauffage. En introduisant une pompe à chaleur pour réchauffage de l'eau d'alimentation ou de l'air chaud, on obtient une amélioration sensible. La solution la plus avantageuse pour des centrales thermiques destinées à couvrir les pointes de charge est donnée, sans doute, par des centrales à production de gaz utilisant des turbines à gaz ou à air chaud.

*E. Königshofer*

# Statistique de l'énergie électrique

## des entreprises livrant de l'énergie à des tiers

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisses d'électricité

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant *toutes* les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. La statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

| Mois | Production et achat d'énergie | | | | | | | | | | | Accumulation d'énergie | | | | Exportation d'énergie | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Production hydraulique | | Production thermique | | Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles | | Energie importée | | Energie fournie aux réseaux | | Différence par rapport à l'année précédente | Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois | | Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage | | | |
| | 1953/54 | 1954/55 | 1953/54 | 1954/55 | 1953/54 | 1954/55 | 1953/54 | 1954/55 | 1953/54 | 1954/55 | | 1953/54 | 1954/55 | 1953/54 | 1954/55 | 1953/54 | 1954/55 |
| | en millions de kWh | | | | | | | | | | % | en millions de kWh | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Octobre .... | 897 | 940 | 12 | 3 | 32 | 51 | 26 | 62 | 967 | 1056 | + 9,2 | 1369 | 1533 | — 43 | — 6 | 100 | 135 |
| Novembre .. | 797 | 829 | 17 | 14 | 19 | 26 | 101 | 120 | 934 | 989 | + 5,9 | 1183 | 1360 | —186 | —173 | 67 | 73 |
| Décembre .. | 719 | 901 | 34 | 8 | 18 | 19 | 192 | 131 | 963 | 1959 | +10,0 | 872 | 1210 | —311 | —150 | 61 | 86 |
| Janvier .... | 699 | 924 | 27 | 3 | 21 | 25 | 221 | 99 | 968 | 1051 | + 8,6 | 596 | 1049 | —276 | —161 | 51 | 91 |
| Février .... | 636 | 949 | 33 | 1 | 16 | 20 | 213 | 55 | 898 | 1025 | +14,1 | 324 | 766 | —272 | —283 | 51 | 124 |
| Mars ..... | 701 | | 17 | | 19 | | 166 | | 903 | | | 187 | | —137 | | 46 | |
| Avril ..... | 807 | | 5 | | 24 | | 73 | | 909 | | | 146 | | — 41 | | 69 | |
| Mai ..... | 958 | | 2 | | 34 | | 40 | | 1034 | | | 313 | | +167 | | 126 | |
| Juin ..... | 1048 | | 1 | | 60 | | 27 | | 1136 | | | 695 | | +382 | | 203 | |
| Juillet ..... | 1123 | | 1 | | 65 | | 39 | | 1228 | | | 949 | | +254 | | 240 | |
| Août ..... | 995 | | 1 | | 71 | | 47 | | 1114 | | | 1357 | | +408 | | 201 | |
| Septembre .. | 1011 | | 2 | | 72 | | 52 | | 1137 | | | 1539[4] | | +182 | | 209 | |
| Année ..... | 10391 | | 152 | | 451 | | 1197 | | 12191 | | | | | | | 1424 | |
| Oct.-février.. | 3748 | 4543 | 123 | 29 | 106 | 141 | 753 | 467 | 4730 | 5180 | + 9,5 | | | | | 330 | 509 |

| Mois | Distribution d'énergie dans le pays | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Usages domestiques et artisanat | | Industrie | | Electrochimie, métallurgie, thermie | | Chaudières électriques [1] | | Traction | | Pertes et énergie de pompage [2] | | Consommation en Suisse et pertes | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | sans les chaudières et le pompage | | Différence % [3] | avec les chaudières et le pompage | |
| | 1953/54 | 1954/55 | 1953/54 | 1954/55 | 1953/54 | 1954/55 | 1953/54 | 1954/55 | 1953/54 | 1954/55 | 1953/54 | 1954/55 | 1953/54 | 1954/55 | | 1953/54 | 1954/55 |
| | en millions de kWh | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Octobre .... | 394 | 413 | 162 | 168 | 112 | 118 | 24 | 30 | 43 | 55 | 132 | 137 | 834 | 881 | + 5,7 | 867 | 921 |
| Novembre .. | 411 | 431 | 161 | 178 | 101 | 111 | 10 | 9 | 58 | 59 | 126 | 128 | 851 | 903 | + 6,1 | 867 | 916 |
| Décembre .. | 435 | 459 | 166 | 174 | 97 | 119 | 4 | 9 | 67 | 75 | 133 | 137 | 895 | 958 | + 7,0 | 902 | 973 |
| Janvier .... | 445 | 465 | 164 | 160 | 96 | 114 | 5 | 12 | 71 | 69 | 136 | 139 | 907 | 944 | + 4,1 | 917 | 960 |
| Février .... | 407 | 417 | 158 | 162 | 91 | 111 | 4 | 26 | 63 | 66 | 124 (4) | 119 (1) | 839 | 874 | + 4,0 | 847 | 901 |
| Mars ..... | 404 | | 160 | | 106 | | 5 | | 61 | | 121 | | 847 | | | 857 | |
| Avril ..... | 379 | | 148 | | 125 | | 22 | | 56 | | 110 | | 813 | | | 840 | |
| Mai ..... | 379 | | 151 | | 128 | | 68 | | 47 | | 135 | | 819 | | | 908 | |
| Juin ..... | 351 | | 154 | | 127 | | 116 | | 42 | | 143 | | 793 | | | 933 | |
| Juillet ..... | 357 | | 154 | | 137 | | 136 | | 52 | | 152 | | 831 | | | 988 | |
| Août ..... | 368 | | 152 | | 130 | | 65 | | 53 | | 145 | | 824 | | | 913 | |
| Septembre .. | 378 | | 158 | | 124 | | 66 | | 55 | | 147 | | 839 | | | 928 | |
| Année ..... | 4708 | | 1888 | | 1374 | | 525 | | 668 | | 1604 (150) | | 10092 | | | 10767 | |
| Oct.-février.. | 2092 | 2185 | 811 | 852 | 497 | 573 | 47 | 86 | 302 | 324 | 651 (27) | 651 (25) | 4326 | 4560 | + 5,4 | 4400 | 4671 |

[1]) Chaudières à électrodes.
[2]) Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.
[3]) Colonne 15 par rapport à la colonne 14.
[4]) Energie accumulée à bassins remplis: Sept. 1954 = $1714.10^6$ kWh.

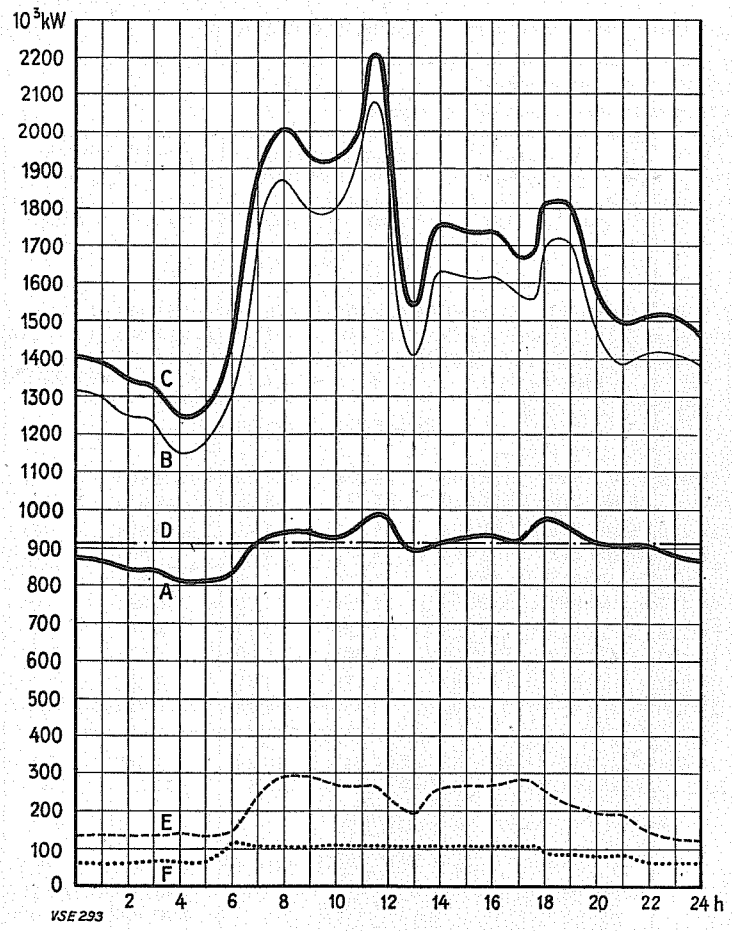



*Diagramme de charge journalier du mercredi*

*16 février 1955*

**Légende:**

**1. Puissances disponibles:** 10³ kW

| | |
|---|---|
| Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (0—D) | 915 |
| Usines à accumulation saisonnière (au niveau maximum) | 1367 |
| Puissance totale des usines hydrauliques | 2282 |
| Réserve dans les usines thermiques | 155 |

**2. Puissances constatées:**

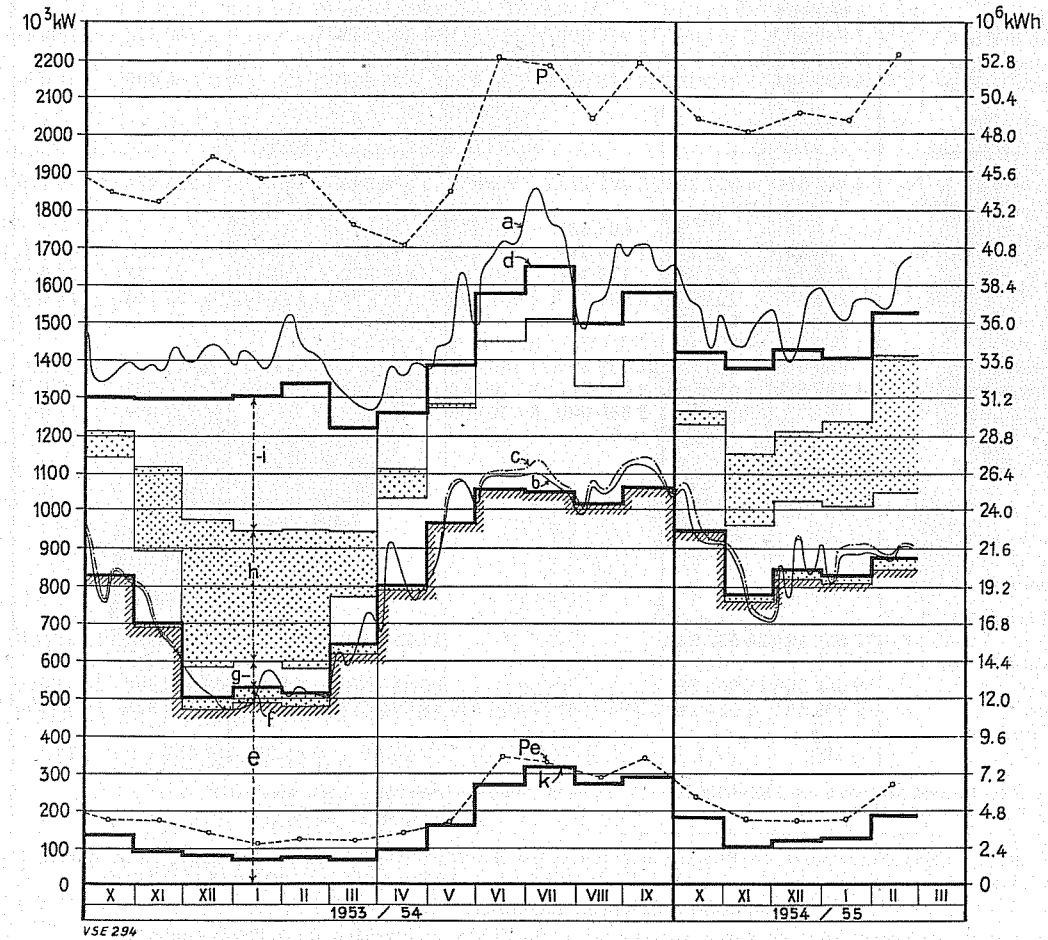
0—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire).
A—B Usines à accumulation saisonnière.
B—C Usines thermiques + livraisons des usines des CFF, de l'industrie et importation.
0—E Exportation d'énergie.
0—F Importation d'énergie.

**3. Production d'énergie** 10⁶ kWh

| | |
|---|---|
| Usines au fil de l'eau | 21,6 |
| Usines à accumulation saisonnière | 15,0 |
| Usines thermiques | 0,1 |
| Livraisons des usines des CFF et de l'industrie | 0,7 |
| Importation | 2,2 |
| Total, Mercredi, 16 février 1955 | 39,6 |
| Total, Samedi, 19 février 1955 | 37,1 |
| Total, Dimanche, 20 février 1955 | 28,1 |

**4. Consommation d'énergie**

| | |
|---|---|
| Consommation dans le pays | 34,7 |
| Exportation d'énergie | 4,9 |




*Production du mercredi et production mensuelle*

**Légende:**

**1. Puissances maxima:**
(chaque mercredi du milieu du mois)
*P* de la production totale;
$P_e$ de l'exportation.

**2. Production du mercredi:**
(puissance ou quantité d'énergie moyenne)
*a* totale;
*b* effective d. usines au fil de l'eau;
*c* possible d. usines au fil de l'eau.

**3. Production mensuelle:**
(puissance moyenne mensuelle ou quantité journalière moyenne d'énergie)
*d* totale;
*e* des usines au fil de l'eau par les apports naturels;
*f* des usines au fil de l'eau par les apports provenant de bassins d'accumulation;
*g* des usines à accumulation par les apports naturels;
*h* des usines à accumulation par prélèvement s. les réserves accumul.;
*i* des usines thermiques, achats aux entreprises ferrov. et indust. import.;
*k* exportation;
*d*—*k* consommation dans le pays.

## Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité

*(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons)*

On peut s'abonner à des tirages à part de cette page

| | Elektrizitätswerk der Stadt Aarau | | Bernische Kraftwerke A.-G., Bern | | Industrielle Betriebe der Stadt Chur | | Elektrizitätswerk Jona-Rapperswil A.-G. Jona | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1953 | 1952 | 1953 | 1952 | 1953 | 1952 | 1953/54 | 1952/53 |
| 1. Production d'énergie . kWh | **96 411 000** | 105 719 000 | 484 645 700 | 492 981 600 | **76 622 400** | 81 518 000 | **1 021 400** | 1 385 840 |
| 2. Achat d'énergie . . . kWh | **8 218 990** | 3 890 950 | 1 101 370 831[1]) | 1 077 175 926[1]) | **2 105 500** | 2 027 000 | **15 954 000** | 14 855 750 |
| 3. Energie distribuée . . kWh | 104 629 990 | 109 609 950 | 1 586 016 531 | 1 570 157 526 | **76 914 860** | 81 762 650 | **15 541 277** | 14 983 993 |
| 4. Par rapp. à l'ex. préc. . % | **−4,5** | −0,1 | **+1,01** | +6,1 | **−6** | +15 | **+3,7** | +20 |
| 5. Dont énergie à prix de déchet . . . . . kWh | — | — | — | — | **38 345 312** | 44 423 000 | — | — |
| 11. Charge maximum . . kW | **18 000** | 17 000 | **412 300** | 374 000 | **14 330** | 14 330 | **4 300** | 4 050 |
| 12. Puissance installée totale kW | **152 004** | 146 055 | **1 407 176** | 1 314 880 | **55 714** | 53 755 | **24 616** | 23 409 |
| 13. Lampes . . . . . nombre | **216 734** | 210 410 | **1 565 331** | 1 511 903 | **106 749** | 104 913 | **49 108** | 48 226 |
| 13. Lampes . . . . . kW | **9 671** | 9 238 | **66 321** | 63 003 | **4 529** | 4 444 | **1 950** | 1 918 |
| 14. Cuisinières . . . . . nombre | **10 438** | 9 952 | **79 317** | 74 276 | **1 720** | 1 609 | **984** | 911 |
| 14. Cuisinières . . . . . kW | **65 536** | 62 297 | **468 069** | 434 679 | **11 990** | 11 227 | **6 551** | 6 066 |
| 15. Chauffe-eau . . . . . nombre | **7 044** | 6 714 | **55 764** | 51 425 | **4 680** | 4 448 | **1 294** | 1 191 |
| 15. Chauffe-eau . . . . . kW | **17 815** | 17 372 | **139 170** | 133 761 | **5 387** | 5 204 | **1 874** | 1 710 |
| 16. Moteurs industriels . . nombre | **11 124** | 10 893 | **131 092** | 121 183 | **5 175** | 4 871 | **2 337** | 2 245 |
| 16. Moteurs industriels . . kW | **21 267** | 20 796 | **270 990** | 254 803 | **8 395** | 8 129 | **5 970** | 5 806 |
| 21. Nombre d'abonnements . . . | **28 238** | 27 631 | **276 431** | 265 103 | **17 847** | 17 392 | **3 249** | 3 110 |
| 22. Recette moyenne par kWh cts. | **4,18** | 3,92 | — | — | **7,74[3])** | 7,73[3]) | **7,3** | 7,4 |
| *Du bilan:* | | | | | | | | |
| 31. Capital social . . . . . fr. | — | — | **56 000 000** | 56 000 000 | — | — | **800 000** | 800 000 |
| 32. Emprunts à terme . . . » | — | — | — | — | — | — | **800 000** | 800 000 |
| 33. Fortune coopérative . . » | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 34. Capital de dotation . . . » | **4 063 000** | 4 063 000 | — | — | **14 668 920** | 13 860 346 | — | — |
| 35. Valeur comptable des inst. » | **7 990 602** | 7 564 042 | **77 957 591** | 76 250 371 | **13 594 833** | 12 689 817 | **1 748 378** | 1 750 890 |
| 36. Portefeuille et participat. » | **8 773 000** | 9 091 000 | **9 486 925** | 9 785 925 | — | — | — | — |
| 37. Fonds de renouvellement » | **6 328 322** | 5 862 637 | **18 575 000** | 17 745 000 | **125 400** | 320 159 | **96 000** | 86 000 |
| *Du compte profits et pertes:* | | | | | | | | |
| 41. Recettes d'exploitation . fr. | **4 443 516** | 4 357 388 | **55 407 113** | 54 704 932 | **3 329 090** | 3 334 176 | **1 266 276** | 1 196 710 |
| 42. Revue du portefeuille et des participations . . . » | — | — | **606 025** | 410 571 | — | — | — | — |
| 43. Autres recettes . . . . » | **76 807** | 72 445 | **1 026 549** | 1 208 675 | **7 530** | 7 421 | **693 067** | 708 583 |
| 44. Intérêts débiteurs . . . » | **213 307** | 213 307 | **119 444** | 420 290 | **669 372** | 680 411 | **23 558** | 22 902 |
| 45. Charges fiscales . . . . » | **202 437** | 171 070 | **3 000 737** | 1 681 793 | **111 795** | 138 392 | **23 753** | 15 134 |
| 46. Frais d'administration . » | **660 156** | 646 738 | — | — | **219 414** | 214 406 | **190 455** | 203 938 |
| 47. Frais d'exploitation . . » | **1 302 301** | 1 322 491 | 17 976 131[2]) | 18 442 786[2]) | **720 506** | 728 563 | — | — |
| 48. Achat d'énergie . . . . » | **459 965** | 286 561 | **24 559 559** | 24 500 410 | **99 820** | 98 492 | **1 435 753[4])** | 1 315 826[4]) |
| 49. Amortissements et réserves » | **1 287 780** | 1 420 909 | **8 697 317** | 8 570 818 | **527 500** | 626 000 | **285 525** | 307 561 |
| 50. Dividende . . . . . » | — | — | **3 080 000** | 3 080 000 | — | — | **52 000** | 52 000 |
| 51. En % . . . . . | — | — | **5,5** | 5,5 | — | — | **6,5** | 6,5 |
| 52. Versements aux caisses publiques . . . . . » | **564 487** | 515 299 | — | — | **986 529** | 855 333 | — | — |
| *Investissements et amortissements:* | | | | | | | | |
| 61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . fr. | **27 659 102** | 26 532 542 | — | — | **19 529 459** | 18 299 444 | **4 680 438** | 4 457 950 |
| 62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . » | **19 668 500** | 18 968 500 | — | — | **5 934 636** | 5 609 627 | **2 932 060** | 2 707 060 |
| 63. Valeur comptable . . . » | **7 990 602** | 7 564 042 | **77 957 591** | 76 250 371 | **13 594 833** | 12 689 817 | **1 748 378** | 1 750 890 |
| 64. Soit en % des investissements . . . . . | **28,9** | 28,5 | — | — | **69,61** | 69,35 | **37** | 39 |

[1]) y compris achats aux Forces Motrices de l'Oberhasli
[2]) y compris les frais d'administration
[3]) sans l'énergie vendue à prix de déchet
[4]) y compris frais d'exploitation

**Rédaction des «Pages de l'UCS»:** Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, téléphone (051) 34 12 12; compte de chèques postaux VIII 4355; adresse télégraphique: Electrunion Zurich.

**Rédacteur:** *Ch. Morel,* ingénieur.

Des tirés à part de ces pages sont en vente au secrétariat de l'UCS, au numéro ou à l'abonnement.

Fortsetzung von Seite 424

**Heutiger Stand des Mastfundamentbaus** (Fortsetzung)

Durch die Berücksichtigung des Scherwiderstandes des Bodens konnten bei der Lukmanierleitung gegenüber der ersten Annahme, der noch die Erdkeilmethode zu Grunde lag, schätzungsweise 2000 m³ Beton oder 50 % der vorgesehenen Menge eingespart werden. Die mittlere Betonkubatur betrug

für Tragmasten . . . 20,90 m³
für Abspannmasten . 34,50 m³

Die Scherfestigkeit des Bodens lässt sich nur in homogenen Lehm- und Sandschichten sicher experimentell festlegen. Bei steinigem Untergrund, besonders im Gebirge, ist dies aber nicht der Fall. Dort ist der bauleitende Ingenieur auf die Erfahrung angewiesen und muss durch Vergleich mit den Versuchsresultaten abwägen, welchen Einfluss die Korngrössen von Kies und Sand oder eingebettete Blöcke auf den Scherwert haben können.

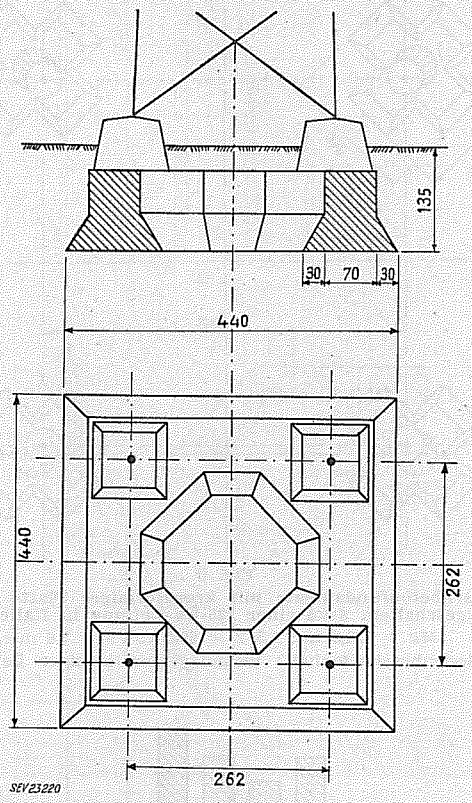



Fig. 1
**Unterschnittenes Rahmenfundament einer 150-kV-Leitung**
Kippmoment $M_K$ = 74,6 tm
1,5-fache Pfostenzugkraft 1,5 $Z$ = 18,0 t
Betonvolumen $V_B$ = 14,4 m³
Bodenbeschaffenheit: bis 1,20 m Tiefe leichter, lehmiger Sand, darunter Kiessand

Um auch bei der im darauffolgenden Jahr zu bauenden 150-kV-Leitung von Realta (Kraftwerk Rabiusa) nach St. Gallen das neue Berechnungsverfahren anwenden zu können, wurden vom Herbst 1948 bis Frühjahr 1949 weitere Versuche in den im Mittelland und Flachland vorkommenden Bodenarten wie Torf, Seekreide, Schlammsand, fester Sand, Gehängelehm, fetter Lehm, lehmiger und sandiger Kies durchgeführt. Es zeigte sich, dass die Fundamentsohle in Lehm und Sand je nach Festigkeit bis zu 50 cm unterschnitten werden kann und dass bei schlammigen, sandigen und fetten Böden

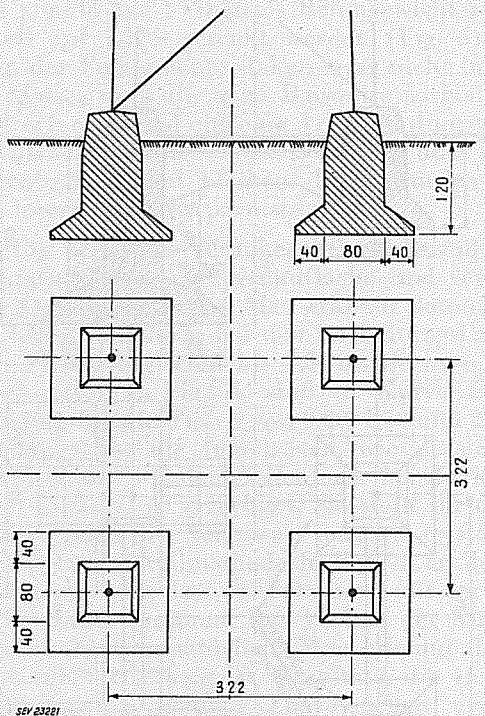



Fig. 2
**Unterschnittene Einzelfundamente eines Tragmastes einer 150-kV-Leitung**
$M_K$ = 89,7 tm; 1,5 $Z$ = 17,2 t; $V_B$ = 5,4 m³
Bodenbeschaffenheit: fester Lehm

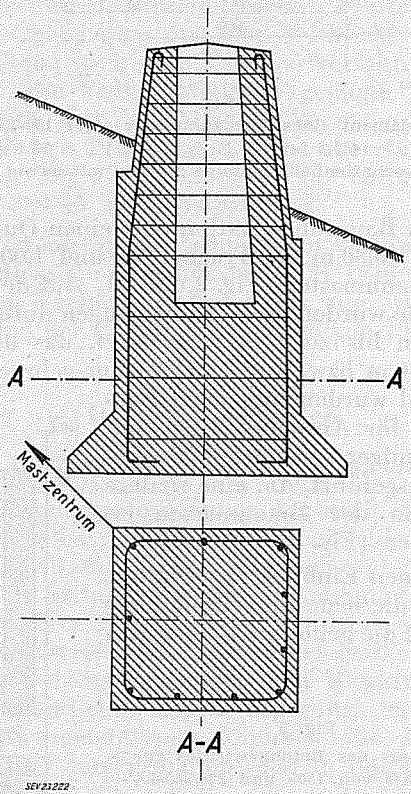



Fig. 3
**Schema der Armierung eines Einzelfundamentes**

der Scherwert bei einer Unterschneidung steigt (Fig. 1). Bei der im Jahre 1950 erstellten 150-kV-Leitung von Laufenburg nach Gösgen, wo die Ma-

sten mit wenig Ausnahmen in lehmigem Boden fundiert wurden, konnten die Vorteile der guten Unterschneidbarkeit voll ausgenützt werden. Die

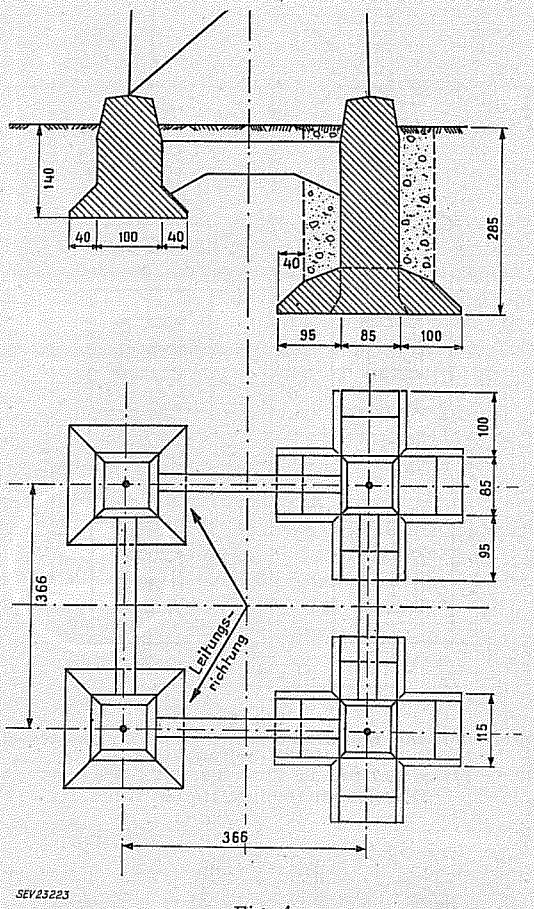



Fig. 4
**Riegelfundament eines Abspannmastes einer 150-kV-Leitung**
$M_K$ = 465,3 tm; 1,5 Z = 87,2 t; $V_B$ = 13,1 m³
Bodenbeschaffenheit: lehmige Moräne mit wenig Steinen

kleinsten Baugruben hatten dort einen Querschnitt von 0,80×0,80 m bei Tragmasten und 1,00×1,00 m bei Abspannmasten (Fig. 2 und 3). Auf der Fundamentsohle wurden diese Abmessungen durch Unterschneiden bis zu 1 m vergrössert, das heisst auf 1,80×1,80 m bzw. auf 2,00×2,00 m gebracht. Zum erstenmal wurden hier auch Fundamente für Abspannmasten mit kreuzförmiger armierter Bodenplatte ausgeführt, die eine weitere Reduktion der Betonmassen ermöglichten (Fig. 4).

Um einen Einblick zu erhalten, wie sich die neue Berechnungsmethode auf die benötigte Betonkubatur ausgewirkt hat, wurden Vergleiche an verschiedenen, von Motor-Columbus gebauten Leitungen angestellt. Nach schweizerischen Vorschriften müssen die Einzelfundamente eine 1,5fache Sicherheit gegen Ausreissen aufweisen. Das Verhältnis Betongewicht des Fundamentes zu den aus der Sicher-

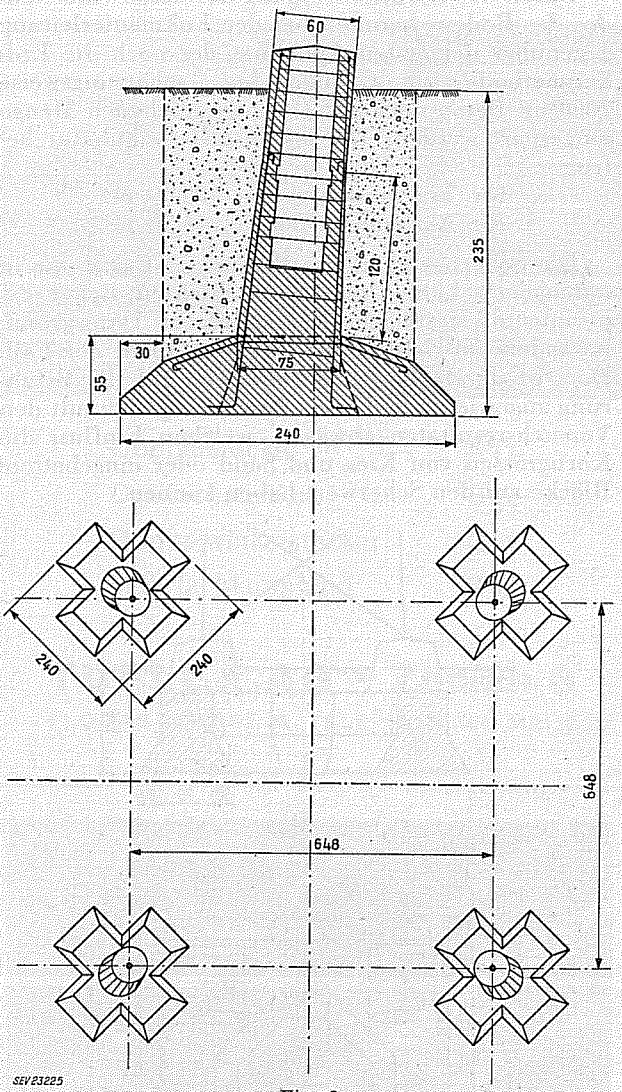



Fig. 6
**Eisenbetonfundamente mit kreuzförmiger Platte und geschaltem Stiel einer 225-kV-Leitung in Italien**
$M_K$ = 338,3 tm; 1,5 $Z$ = 65,8 t; $V_B$ = 7,6 m³
Bodenbeschaffenheit: festgelagerter, kiesiger Lehm

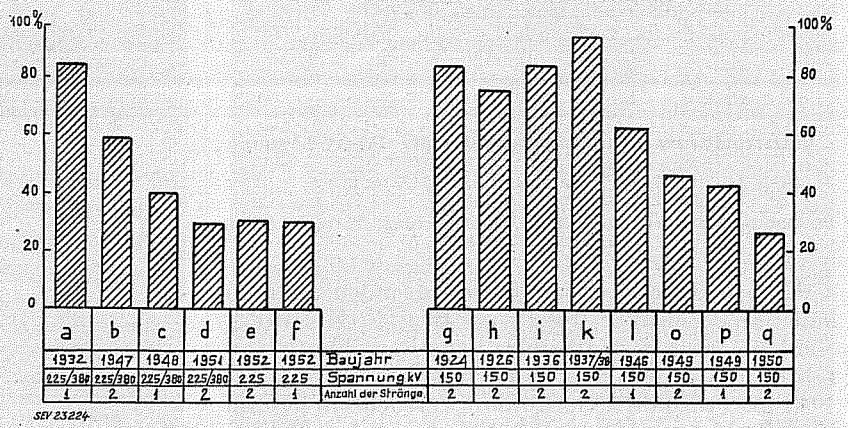



Fig. 5
**Verhältnis des Betongewichtes zur Ankerkraft von 150- und 220/380-kV-Hochspannungsleitungsmasten**

heitsverordnung resultierenden Zugkräften ist ein Mass für die Wirtschaftlichkeit eines Fundamentes.

In Fig. 5 sind die prozentualen Anteile der ge-

samten Betongewichte von Leitungen an der total erforderlichen Verankerungskraft (Summe aller erforderlichen Ankerkräfte der Eckstiele von allen Masten) als Ordinaten dargestellt. Ein Vergleich zeigt, dass das Verhältnis des Betongewichtes zur Verankerungskraft seit Einführung der neuen Bau- und Berechnungsmethode im Jahre 1948 stark abgenommen hat. Hierin drückt sich die Berücksichtigung der Scherfestigkeit des Bodens bei der Berechnung der Fundamente aus, aber auch die inzwischen verbesserte Fundamentkonstruktion.

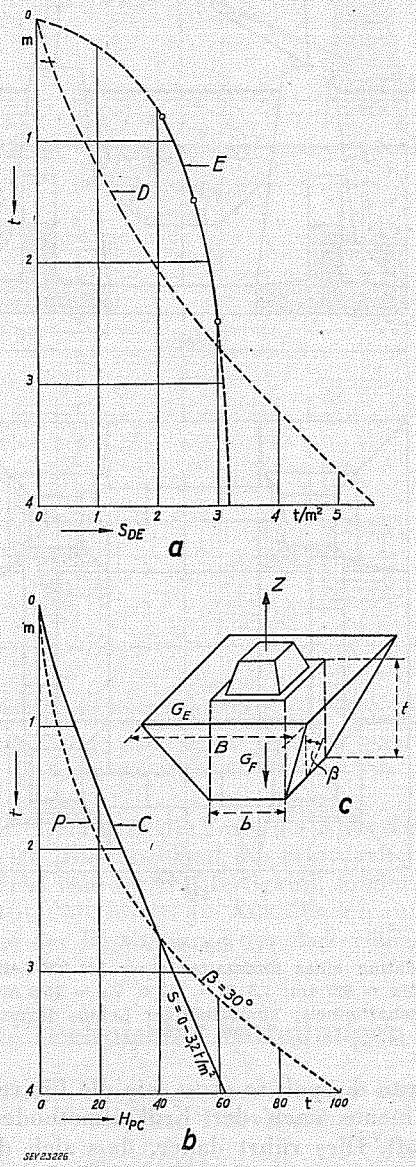



Fig. 7

**Vergleich der Erdkeilmethode mit dem Scherwertverfahren**

*D* Scherwert nach der Erdkeilmethode für $\beta = 30°$; *E* Scherwert nach Versuchen in lehmiger Moräne; *P* Hubkraft nach der Erdkeilmethode für $\beta = 30°$; *C* Hubkraft nach dem Scherwertverfahren; *t* Fundationstiefe; $S_{DE}$ Scherwert; $H_{PC}$ Hubkraft

Es ist im Durchschnitt eine Reduktion des Betonanteils von rund 80 % bei älteren auf rund 30 % bei den neuesten Leitungen festzustellen. Dabei handelt es sich allgemein um Einzelfundamente, die allseits an das Erdreich anbetoniert wurden, also nicht um betonsparende Eisenbetonfundamente. Bei einer 225-kV-Leitung wurden Eisenbetonfundamente mit Platte und geschaltem Stiel ausgeführt. Dabei konnte das Verhältnis Betongewicht zu Ankerkraft auf 7,7 % gesenkt werden (Fig. 6). Die Kosten der Fundamente sinken zwar nicht im gleichen Masse, weil die neue Bauweise sorgfältigere Arbeit erfordert und einzelne Arbeitsgattungen, wie Baustelleneinrichtung, Sockelschalung und Längsarmierung, konstant bleiben. Doch wurden auch darin interessante Ersparnisse erzielt.

In Fig. 7 ist der Verankerungswiderstand eines Fundamentes von 1 m² Grundfläche und verschiedener Tiefe aufgetragen. Man erkennt daraus, dass die Scherwertmethode bei den im Leitungsbau üblichen Fundationstiefen bis 2,50 m die besten Resultate ergibt. In Fig. 7a sind in Kurve *E* drei Scherwerte für die Tiefen von 0,80, 1,50 und 2,50 m, für lehmige Moräne aufgetragen, wie sie sich bei den Versuchen auf dem Milchbuck bei Zürich ergaben. Kurve *D* ist errechnet. Sie stellt für die jeweiligen Tiefen den Scherwert dar, wie er sich aus Kurve *P* der Erdkeilmethode in Fig. 7b ergibt. Die Versuche ergaben, dass der Scherwert mit der Tiefe nur allmählich zunimmt. Der Verlauf der Kurve *D* scheint deshalb unnatürlich. Man erkennt daraus, dass es nicht angängig ist, Resultate, die sich aus verhältnismässig kleinen Zugversuchen ergaben, ohne weiteres auch für grosse Zugkräfte anzuwenden.

Der Vergleich zeigt auch, dass man bei den heute üblichen, teils wesentlich grössern Pfostenzugkräften wirtschaftlicher und der Wirklichkeit besser entsprechend nach dem Scherwertverfahren dimensioniert. Die Erdkeil-Methode genügte durchaus für die zur Zeit der Gösgener Versuche im Jahre 1923 üblichen Pfostenzüge, nicht aber für die Dimensionierung der Fundamente für Leitungen von 225 und 380 kV Betriebsspannung.

Die von der Motor-Columbus in Verbindung mit dem Erdbaulaboratorium der ETH 1948/49 durchgeführten Versuche stellen daher eine wesentliche Ergänzung der Gösgener Versuche von 1923 dar.

## II. Fundamentarten

### *1. Block- und Rahmenfundamente*

Blockfundamente kommen nur noch für Leitungen niedrigerer Spannung oder bei schlechten Bodenverhältnissen (Torf, Schlammsand usw.) in Frage. Für Leitungen höherer Spannung und daher auch grösserer Mastspreizung wurde das Rahmenfundament verwendet, bei dem der Erdkern stehen bleibt und daher gegenüber dem Blockfundament eine wesentliche Betoneinsparung ermöglicht. Beide Fundamenttypen kommen für Leitungen über 150 kV nur ausnahmsweise in Betracht.

### *2. Einzelfundamente*

Die durchgeführten Versuche ergaben gute Übereinstimmung mit der unter Berücksichtigung des Scherwiderstandes des Bodens aufgestellten Berech-

nung. Ein an der Sohle durch Unterschneiden erweitertes prismatisches Fundament ist besonders für grösste Kräfte sehr wirtschaftlich (Fig. 8). Es gibt nur wenige Böden, z. B. rolliger Kies ohne Sand, die sich nicht unterschneiden lassen. In bindigen, z. B. lehmigen Böden, kann ohne Schwierigkeit mit 50 bis 60 cm unterschnitten werden.

Als Scherfläche gilt der grösste Umfang des Fundamentes an der Sohle, multipliziert mit der Fundamenttiefe.

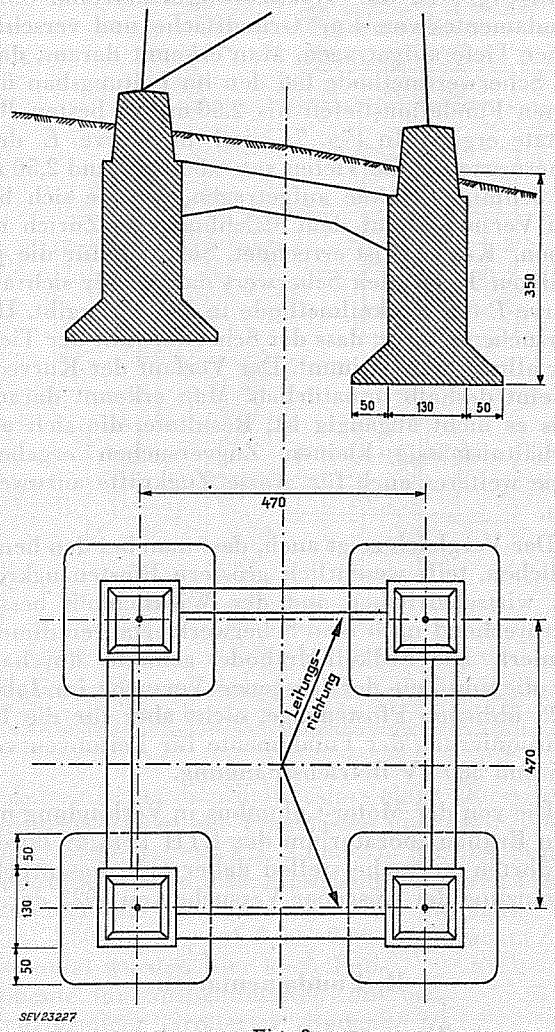



Fig. 8
**Riegelfundament eines Abspannmastes einer 225-kV-Leitung**
$M_K$ = 967 tm; 1,5 $Z$ = 157 t; $V_B$ = 34,5 m³
Bodenbeschaffenheit: festgelagerte Moräne

Mit den Resultaten von zahlreichen Versuchen und den gesammelten Erfahrungen ist es möglich, für jedes Lockergestein und jeden Fels das entsprechende wirtschaftliche Fundament zu konstruieren.

Als Sonderausführungen der Einzelfundamente kommen Pilz-, Kreuz- und andere Ausführungen in Frage. Ihre Berechnungen lassen sich mit der neuen Berechnungsmethode auf gleich einfache Weise durchführen wie die prismatischen und unterschnittenen Einzelfundamente. Beigefügt werden muss aber, dass bei betonsparenden Fundamenten eine besondere Sorgfalt bei der Ausführung erforderlich ist.

### *3. Versuche an Einzelfundamenten mit Riegelverbindung*

Anlässlich der Gösgener Versuche im Jahre 1923 wurden auch Versuchsfundamente erstellt, bei denen die Sockel mit Betonriegeln starr miteinander verbunden waren. Der gemessene Spitzenzug

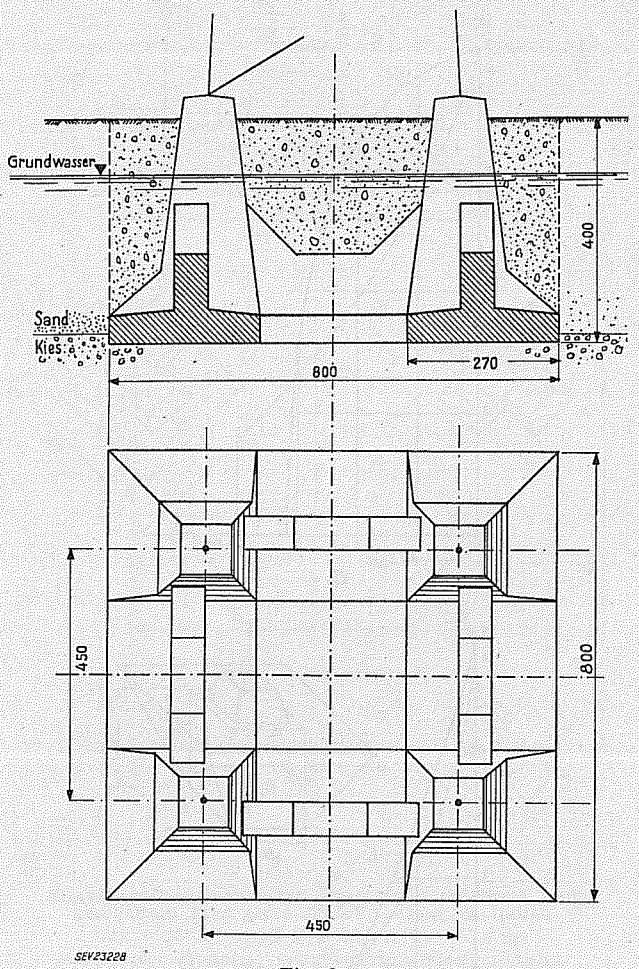



Fig. 9
**Fundation eines Endmastes einer 225-kV-Leitung**
$M_K$ = 927 tm; 1,5 $Z$ = 147 t; $V_B$ = 75,3 m³
Bodenbeschaffenheit: humushaltiger Lehm, darunter Sand und Kies

war nahezu doppelt so gross wie die für reine Einzelfundamente nach der Erdkeilmethode errechnete Kraft. Dies rührt daher, dass sich der Mast um die Drucksockel als Drehpunkt bewegt. Dieser aufgelöste Fundamenttyp stellt in Bezug auf Kippsicherheit ein Zwischenglied dar zwischen reiner Einzelgründung und Blockfundamenten. Die mit verhältnismässig kleinen Mehrkosten erreichte, erhöhte Widerstandskraft des Fundamentes ist auffallend. Die Riegelverbindung hat ausserdem den Vorteil, dass die horizontale Querkraft auch dann auf alle vier Fundamente verteilt wird, wenn die Anordnung der Mastdiagonalen nur eine Verteilung auf zwei Sockel bewirkt.

*4. Verankerungen im Fels*

Die im Versuchsbericht über Verankerungen im Fels zusammengestellten Resultate zeigen eindeutig, dass nicht die Haftfestigkeit zwischen Rundeisen und Mörtel, sondern die Form des Ankerfusses massgebend ist. Ebenso hängt die erforderliche Ankerlänge nicht von der Haftfestigkeit, sondern von der Felsqualität ab, sofern die Ankerenden aufgestaucht sind. Bei der Bestimmung der Ankerlängen ist die Felsqualität und zudem bei geschichtetem und zerklüftetem Fels die Schichtenlage mitzuberücksichtigen. Bei der Ausführung ist es aber meistens so, dass die oberste, verwitterte Schicht weggesprengt werden muss, so dass man bei Berücksichtigung des entsprechenden $S_B$-Wertes vielfach ohne Anker auskommt.

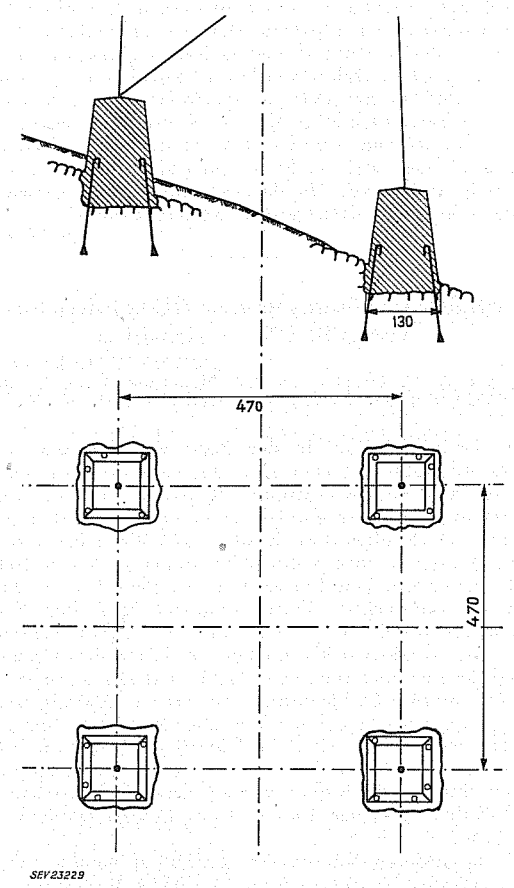



Fig. 10
**Felsfundation mit Rundeisenankern für einen Abspannmast einer 225-kV-Leitung**
$M_K$ = 418,7 tm; 1,5 Z = 74,4 t; $V_B$ = 7,9 m³
Bodenbeschaffenheit: gesunder Fels

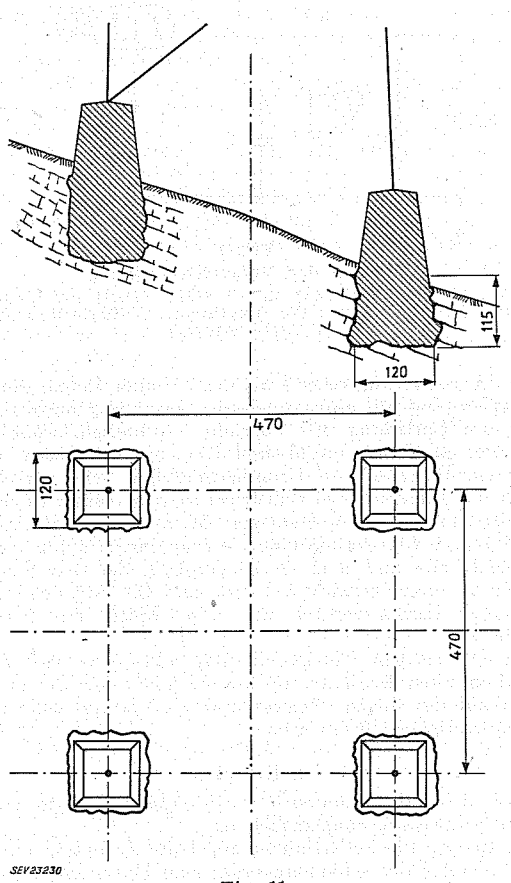



Fig. 11
**Felsfundation ohne Rundeisenanker für einen Abspannmast für eine 225-kV-Leitung**
$M_K$ = 418,7 tm; 1,5 Z = 74,4 t; $V_B$ = 14,2 m³
Bodenbeschaffenheit: zerklüfteter Fels

**Adresse des Autors:**
Dr.-Ing. *J. Killer*, Motor-Columbus A.-G. für elektrische Unternehmungen, Baden (AG).

# Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

## Elektrische Vorgänge in Glimmer unmittelbar vor dem Durchschlag

537.529 : 621.315.613.1

[Nach *B. Fallou:* Les phénomènes précurseurs de la rupture diélectrique dans les micas. Rev. gén. Electr. Bd. 63(1954), Nr. 11, S. 643...651]

Die in einem Dielektrikum sich vor dem Durchschlag abspielenden Vorgänge werden an Glimmerspaltstücken untersucht. Die Wahl fiel auf Muskovit-Glimmerblättchen, weil die Spaltstücke fast beliebig dünn hergestellt werden können. Das Material ist wohldefiniert und in relativ reiner Form erhältlich. Da Schichtdicken von 20 µm und darunter gewählt werden können, benötigt man zur Erzeugung des Durchschlags relativ geringe Spannungen, was die Einrichtungen vereinfacht.

### 1. Experimentelles

Das Prinzip der Versuchsanordnung ist in Fig. 1 dargestellt. Der Kondensator $C_1$ (0,25 µF) wird auf 7 kV Gleichspannung aufgeladen. Durch Änderung der Polarisation am Gitter einer Thyratronröhre *Th* wird $C_1$ in $C_2$ (0,01 µF) durch einen variabeln Widerstand $R_2$ entladen. Der Wert der Zeitkonstanten $C_2 R_2$ wird zu 30 µs eingestellt. Die zu untersuchende Glimmerprobe befindet sich parallel zu $C_2$. Die Kapazität variiert je nach Dicke des Glimmerblättchens zwischen 60...180 pF. Die Spannung von 7 kV reicht gewöhnlich zum Durchschlagen des Glimmerblättchens aus.

Ausser dieser Anordnung wurde noch eine Serie von Widerständen eingeschaltet, um die Spannung an $C_1$ nach Wunsch zwischen 5 und 7 kV zu variieren. Die Spannungsänderung und der Strom an der Materialprobe werden mit synchronisierten Oszillographen hoher Schreibgeschwindigkeit registriert.

Zur Erfassung der Vorgänge im Glimmer werden drei verschiedene Registriermöglichkeiten verwendet:

a) Registrierung des ganzen Ablaufs vom Moment des Spannungsanstiegs bis zum Durchschlag des Dielektrikums.

Diese Vorgänge erheischen eine lange Zeit, erfordern kleine Schreibgeschwindigkeiten, und das Auflösungsvermögen ist entsprechend schlecht. Diese Methode diente nur zur Orientierung.

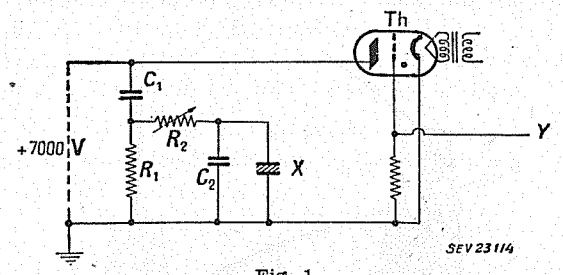



Fig. 1
**Prinzip der Versuchszuordnung**
$C_1$, $C_2$ Ladekondensatoren; $R_1$, $R_2$ Widerstände zur Einstellung der Zeitkonstanten; *Th* Thyratron; *X* Materialprobe; *Y* Auslöseimpuls

b) Registrierung eines Teils des Verlaufs, indem die Oszillographen erst mit einer gewissen Verspätung nach dem Beginn der Entladung die Vorgänge festhielten, wobei dann mit grossen Geschwindigkeiten Einzelheiten erfasst werden konnten. Da aber die Glimmerblättchen sehr verschieden rasch durchschlagen, so registriert man bei einer konstanten Verzögerung den interessantesten Moment sehr oft nicht.

c) Durch Einschalten einer Verzögerungsleitung zwischen Materialprobe und dem Oszillographen, der den Strom registriert, konnte erreicht werden, dass die dort registrierten Vorgänge immer zeitlich um 0,3 µs hinter der Spannung herliefen.

Wenn man nun den Durchschlag selbst zum Auslösen der Oszillographen benützte, so konnte man den Stromverlauf innerhalb der direkt vorangehenden 0,3 µs mit sehr grosser Geschwindigkeit registrieren.

### 2. Resultate

Aus den aufgenommenen Oszillogrammen lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

1. Beträgt die am Glimmer angelegte Spannung nur 70 % oder weniger der schätzungsweise zum Durchschlag benötigten Spannung, so lässt sich am Verlauf der Oszillogramme nichts Ungewöhnliches feststellen.

2. Oberhalb 70 % der zum Durchschlag benötigten Spannung lassen sich in der zugehörigen Kurve über die Änderungen des Stromes kleine Zacken wahrnehmen, die meist zu zweien oder dreien direkt aufeinander folgen. Reicht die angelegte Spannung nicht zum Durchschlag, so kann das gleiche Oszillogramm mit diesen Zacken beliebig oft hintereinander wiederholt werden. Es sind bis zu 100 Wiederholungen durchgeführt worden, und das Oszillogramm der Stromänderungen variierte nicht.

### 3. Diskussion der Resultate

Die Autorin interpretiert diese Erscheinungen dahin, dass sich an Unstetigkeitsflächen, Kristallfehlern usw. im Glimmerblättchen unter dem Einfluss der Ladung Veränderungen ergeben. Die Unstetigkeitsflächen bilden Potentialbarrieren. Wenn die Feldstärke wächst, verschieben oder deformieren sich die am wenigsten stabilen dieser Flächen, was einer Vergrösserung der Gesamtkapazität des Glimmerblättchens gleichkommt.

Die beobachteten Zacken kann man deshalb als herrührend vom Aufladen kleiner Kondensatoren betrachten, wenn die Ladungen bei der plötzlichen Kapazitätsvergrösserung nachgeliefert werden. Es ist anzunehmen, dass diese Zacken mit den sogenannten Elektronenlawinen in Beziehung stehen, wie sie in der Theorie des elektrischen Durchschlags angenommen werden. Dabei werden Elektronen von einer berstenden Barriere auf eine andere übertragen. Solange aber noch eine Barriere hält, so dass kein Stromdurchgang erfolgt mit nachfolgendem Durchschlag, bleiben die Verhältnisse reversibel. Das vorliegende Versuchsmaterial ist aber noch zu wenig umfassend, als dass es mit bereits bestehenden Theorien in Verbindung gesetzt werden könnte.

*H. Mosimann*

---

## In Stahlrohr eingezogenes Ölhochdruckkabel für 230 kV in Brasilien

621.315.211.3(81) : 621.315.232

[Nach *S. T. Franks:* 230 kV Pipe-type Cable is Link in Sao Paulo Supply. Electr. Wld. Bd. 142(1954), Nr. 22, S. 76...79, 166]

In der in Brasilien in der Nähe von Cubatao von der Sao Paulo Light & Power Co. Ltd. erstellten Kavernenzentrale mit vier 65-MW-Gruppen ist jede Generator-Transformator-Gruppe mit der oberirdischen Freiluftschaltanlage des oberirdischen Kraftwerkes Cubatao (474 MW) durch in Stahlrohre eingezogene und in einem Tunnel verlegte Ölhochdruckkabel verbunden. Die Entfernung zwischen den in der Kaverne untergebrachten Transformatoren und der Freiluftschaltanlage beträgt ca. 460 m und die Niveaudifferenz ca. 46 m (Fig. 1). Obwohl die Kosten für Kabel mit Zubehör und Tunnel für eine Spannung von 138 kV niedriger gewesen wären (Fig. 2), wurde eine Spannung von 230 kV gewählt, weil die Übertragung nach Sao Paulo mit 230 kV erfolgt. Umfassende Abnahmeversuche an mit 138 kV betriebenen 180-kV-Öldruckkabeln amerikanischer Herkunft, und die Betriebserfahrungen der Bauherrin liessen erwarten, dass die Herstellung von 230-kV-Kabeln gleicher Bauart keine Schwierigkeiten bereiten würde.

Als besonderer Vorzug der gewählten Kabel- und Verlegungsart wird die Vermeidung jeglicher Verbindungsstelle auf der Kabelstrecke, die auf der Baustelle nur schwierig hätte einwandfrei hergestellt werden können, hervorgehoben. Um die maximale elektrische Beanspruchung der Isolation innert der zugelassenen Grenze von 11 800 V/mm zu halten, wurde ein Kupferquerschnitt von 253 mm² gewählt. Auf Verwendung eines Aluminium-Kabels von 384 mm², welches ungefähr die gleiche Strombelastung zugelassen und eine niedrigere spezifische elektrische Beanspruchung ergeben hätte, wurde verzichtet, da das stärkere Kabel schwieriger zu verlegen gewesen wäre.

Die Hauptdaten der nach der Spezifikation der «Association of Edison Illuminating Companies» hergestellten Kabel sind:

Leiterquerschnitt: 253 mm², bestehend aus 61 × 2,3 mm $\phi$ hart gezogenen Kupferdrähten

Isolationsdicke: 21,2 mm, bestehend aus 3 Bandagen metallisierten Papiers von 0,076, 0,14 und 0,165 mm Dicke

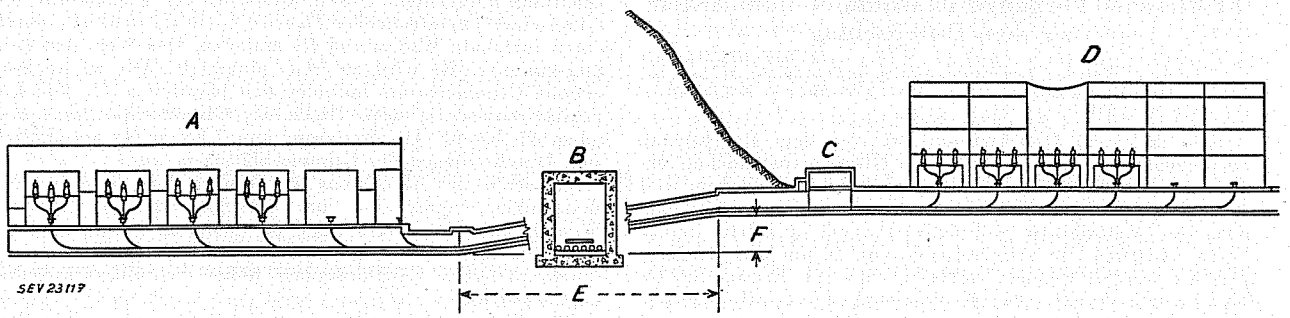



Fig. 1
**Anordnung des 230-kV-Ölkabels**
*A* 230-kV-Endverschlüsse in der Zentrale (vorläufig 4, später 6 Kreise); *B* vergrösserter Querschnitt durch den Tunnel; *C* Relais-Raum; *D* 230-kV-Endverschlüsse in der Freiluft-Schaltanlage; *E* Tunnellänge ca. 400 m; *F* Niveaudifferenz ca. 46 m

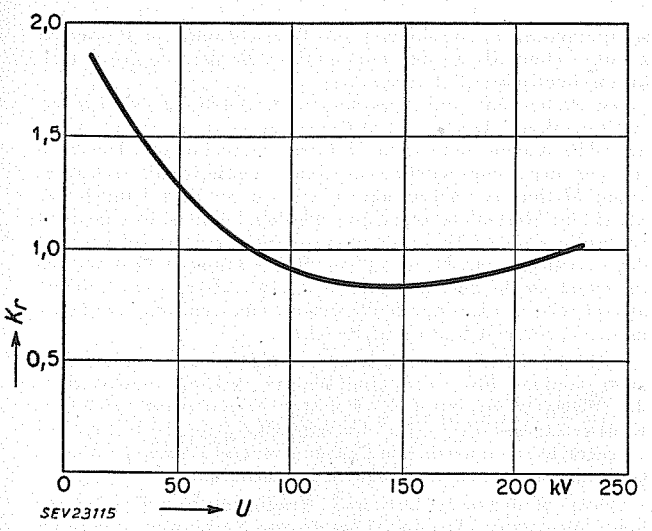



Fig. 2
**Relative Kosten der Kabel und Tunnel für die Übertragung von 260 MW**
$K_r$ relative Kosten; $U$ Übertragungsspannung

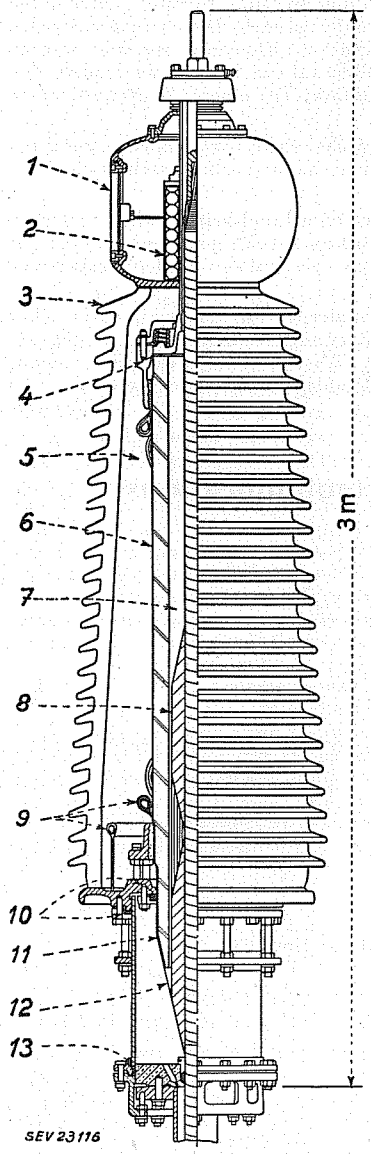



Fig. 3
**Kabelendverschluss**

Doppel-Porzellanrohr-Endverschluss; Innenrohr mit öl gefüllt; äusseres Rohr gerippt

*1* Ölstandsanzeiger
*2* Druckfeder für Witterungsdichtung
*3* Porzellan-Wetterschutz
*4* Druckfeder für Hochdrucköldichtung
*5* Niederdruck-ölbereich
*6* Hochdruck-Porzellanrohr
*7* Hochdruck-ölbereich
*8* Papierkonus über dem isolierten Kabel
*9* Steuerung der elektrischen Beanspruchung
*10* Hochdruck-öldichtung
*11* Verkupferter Porzellanteil
*12* Bleikonus
*13* Hochdruck-öldichtung

Abschirmung: 2 Lagen von gelochtem metallisiertem Papier
Armierung: Stahlband der Dimensionen 2,6 × 5,2 mm
Bleimanteldicke: 2 mm
Rohr Aussendurchmesser: 220 mm; Wandstärke: 6,35 mm; Material: Stahl API 5L Grade A; Rohr elektrisch geschweisst

Kabelendverschlüsse, Transformator und Schalterdurchführungen sind für eine Stoßspannung von 900 kV mit Welle 1,5|40 µs gebaut. Obwohl der Kabeltunnel künstlich gekühlt wird, wurde vorgeschrieben, dass die Kabel dauernd bei einer Umgebungstemperatur von ca. 50 °C betrieben werden können. Stoßspannungsprüfungen mit 650 bis 1110 kV bei verschiedenen Öldrücken wurden an einem, mit Endverschlüssen handelsüblicher Bauart versehenen Aluminium-Prototypkabelstück von 384 mm² vorgenommen. Da keine Isolationsschäden festgestellt werden konnten, verzichtete die Bauherrin auf Durchführung von Stoßspannungsversuchen an den definitiv gelieferten Kabeln. Zur Berechnung des Leistungsfaktors bei Betriebsspannung und zur Bestimmung des Ionisationsfaktors bei verschiedenen Temperaturen wurden die dielektrischen Verluste bei 60, 83,5, 133 und 167 kV gemessen. Spannungsprüfung wurde mit 284, 359, 433, 550 und 660 kV durchgeführt. Ein Strombelastungsversuch mit 500 A wurde während 8 h durchgeführt und hierauf eine Spannung von 200 kV während 16 h angelegt.

Während nach europäischer Praxis Kabelendverschluss und Transformatorklemme zusammen in einem ölgefüllten, raumsparenden Gehäuse angeordnet sind, wurden, da amerikanischen Herstellern diese kombinierte Bauart für so hohe Spannungen wenig bekannt war, Kabelendverschlüsse und Transformatorklemmen handelsüblicher Ausführung verwendet, womit auch die allfällige Auswechslung dieser Teile erleichtert wurde. Die gewählten Kabelendverschlüsse bestehen aus zwei Porzellanröhren (Fig. 3). Die innere enthält Öl unter hohem Druck, während das äussere, gerippte Rohr als Wetterschutz dient und Öl unter Atmosphärendruck einschliesst. Die vorgeschriebenen Stoßspannungen wurden wesentlich überschritten. Jeder Kabelendverschluss wurde überdies während 8 h bei 65 °C mit Öl unter 34 kg/cm² Überdruck geprüft. Durch besondere Massnahmen wird dauernd genügend trockenes, entgastes Öl unter leichtem Stickstoffüberdruck bereit gehalten. Zum Füllen der Kabelrohre und der Endverschlüsse sind Vakuum- und Druckpumpen vorgesehen. Flexible Verbindungen ermöglichen, den Ölinhalt eines jeden Rohres in einen Behälter abzulassen, aus welchem es nach Reinigung wieder in einen Vorratsbehälter gefördert wird.

*M. P. Misslin*

---

## L'effet photomagnétoélectrique et son application à la mesure de durée de vie des porteurs minoritaires dans un semi-conducteur

537.312.5 : 538.639 : 537.311.33

[D'après *J. Grosvalet:* L'effet photomagnétoélectrique en régime sinusoïdal dans les semi-conducteurs. Application à la mesure de durée de vie des porteurs minoritaires. Ann. Radioélectr. t. 9(1954), n° 38, p. 360...365]

L'effet photomagnétoélectrique découvert par *Kikoin* en 1933 sur la Cuprite peut être brièvement décrit comme suit:

Si une lame de semi-conducteur illuminée par de la lumière qui tombe perpendiculairement sur une face est placée dans un champ magnétique parallèle au plan de la lame il apparaît dans une direction perpendiculaire au champ magnétique une différence de potentiel. Autrement dit, si la lumière est dirigée suivant l'axe des $X$, le champ magnétique suivant l'axe des $Y$, la tension apparaît suivant l'axe des $Z$.

Cet effet peut pratiquement s'interpréter de la façon suivante: la lumière, tombant sur l'échantillon (par ex. du germanium) libère des paires électron-trou, dans une région voisine de la surface; ces dernières diffusent alors vers l'intérieur en se recombinant; le champ magnétique a pour effet de dévier ces porteurs libres, les électrons vers le haut, les trous vers le bas, d'où l'effet photomagnétoélectrique qui donnera naissance à une tension modulée dans le cas d'un éclairage par une source lumineuse pulsée.

Si par contre un échantillon, parcouru par un courant continu est éclairé par une lumière modulée sinusoïdalement, il apparaît à ses bornes une tension sinusoïdale due à l'effet de photorésistance.

Les tensions dues à ces deux effets présenteront entre elles un déphasage que l'on comprend facilement: en effet lorsque la période de modulation de la lumière n'est pas suffisamment grande comparée à la durée de vie des porteurs

minoritaires dans le semi-conducteur, une nouvelle injection de charges minoritaires aura lieu avant que la concentration de ces dernières due à la précédente illumination soit devenue nulle. C'est du calcul et de la mesure de ce déphasage que l'on peut obtenir directement la valeur de la durée de vie $\tau$. Cette durée de vie joue un rôle important dans la fabrication des transistors; ces derniers ont en effet des caractéristiques d'autant meilleures que les porteurs du germanium avec lequel ils sont fabriqués ont une plus grande durée de vie.

L'étude théorique de l'effet photomagnétoélectrique consiste dans le calcul du courant dû aux porteurs de charges se déplaçant sous l'action combinée des forces de diffusion, et des forces dues d'une part à un champ électrique, né d'une répartition inhomogène des charges, d'autre part au champ magnétique appliqué. Compte tenu des équations de continuité et de Poisson, on est conduit à une équation différentielle du deuxième ordre, non linéaire, équation que l'on ne peut résoudre exactement dans le cas général. On est alors obligé de faire des hypothèses simplificatrices et de supposer en particulier que les mobilités des électrons et des trous sont égales. Si l'on suppose de plus une absorption totale de la lumière et d'autre part l'échantillon suffisamment épais pour que toutes les paires électron-trou se soient recombinées avant d'atteindre la face non-éclairée, on est conduit à la relation suivante:

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \omega\tau$$

où $\varphi$ est l'angle de déphasage, $\omega$ la fréquence de modulation et $\tau$ la durée de vie. *P. Junod*

## Elektrotechnik im Dienste der landwirtschaftlichen Wissenschaften

621.3 : 631

[Nach *W. Kind:* Elektrotechnik im Dienste der landwirtschaftlichen Wissenschaften, Die Elektropost Bd. 8(1955), Nr. 1, S. 5...7]

Die Elektroindustrie hat namentlich in den letzten Jahren weitgehende Entwicklungsarbeiten geleistet und in der Folge eine grosse Anzahl wertvoller und brauchbarer Messinstrumente und Apparate auf den Markt gebracht. Elektrische Antriebswerke für Rühr- und Schüttelwerke, Mischmaschinen, Zentrifugen usw. sind seit langem in agrikulturchemischen Laboratorien im Gebrauch. Trockenschränke, Veraschungsanlagen, Autoklaven und Brutschränke für Bakterien gehören ebenfalls zu den notwendigen Requisiten eines agrikulturchemischen Laboratoriums.

In letzter Zeit sind Apparate zur Feststellung der Wasserstoffionenkonzentration erhältlich. Sie gestatten äusserst genaue Messungen und rasche Reihenuntersuchungen. Die Feststellung der Bodenfeuchtigkeit kann ebenfalls mit elektronischen Methoden vorgenommen werden, so dass langwierige klassische Methoden umgangen werden können. Ein äusserst wertvoller Helfer für Laboratorien, aber auch für Gärtner, ist das Luxmeter zur Messung der Beleuchtungsstärke des natürlichen sowie des künstlichen Lichtes. Der Lichtsummenmesser, der die Luxstunden während eines ganzen Versuches misst, wurde erst kürzlich entwickelt.

Mittels elektrischer Apparate gelingt es seit einiger Zeit auch, einiges über die komplizierte Assimilationstätigkeit der Pflanzen zu erfahren. Bei der Assimilation spielt das Kohlensäuregas der Luft eine ausschlaggebende Rolle. Der Ultrarotabsorptionsschreiber ist in der Lage, stark verdünnte Gaskonzentrationen bis 0,001 % festzustellen.

Dem Bodenanalytiker und Ernährungsbiologen stehen heute eine ganze Anzahl Apparate zur Verfügung, die es gestatten, die komplizierte Analysentätigkeit erheblich zu vereinfachen und speditiver zu gestalten. Es handelt sich vor allem um das Flammenphotometer, dessen Prinzip darin besteht, dass die zu untersuchenden Materialien wie Bodenlösungen und dgl. zerstäubt in eine Flamme eingeblasen werden. Die Flamme strahlt hernach die charakteristischen Spektrallinien der vorhandenen Elemente aus. Sie werden mittels Filtern isoliert, fallen auf ein Selenphotoelement, dessen verstärkte Photospannung an einem Zeigerinstrument abgelesen werden kann.

Kolorimetrische chemische Analysen können neuerdings mittels des lichtelektrischen Kolorimeters rasch und sicher beurteilt werden.

Zur Bekämpfung der Viruskrankheiten wird vielerorts auch das Elektronenmikroskop zuhilfe genommen. Seine Anschaffung setzt allerdings geschultes Bedienungspersonal voraus.

Dieses umfangreiche moderne Instrumentarium, das ohne Zweifel in allernächster Zeit noch vermehrt wird, ermöglicht den landwirtschaftlichen Wissenschaften die Erforschung vieler noch ungelöster Probleme und eine Steigerung der Ernteerträge. *F. Ringwald*

# Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

## Behandlung und Präparierung starker radioaktiver Quellen

539.16 : 621.039.4

[Nach *P. A. Halpine:* Handling and Viewing of Radioactive Materials. Electr. Engng. Bd. 73(1954), Nr. 11, S. 975...979]

In Kernreaktoren, die mit grossem Neutronenfluss arbeiten, können ungemein starke radioaktive Präparate hergestellt werden. Es stellt sich daher sofort die Frage, wie man das radioaktive Material zur Verwendung herrichtet, sei es nun in Bezug auf die Aufteilung der Aktivitäten oder in der Gestaltung der äusseren Präparatform, ohne dass menschliches Leben gefährdet wird. Als praktisches Beispiel können etwa folgende Manipulationen aufgezählt werden:

1. Zerkleinern von festen Substanzen bis zu Mikroschnitten;
2. Fassen von pulvrigen Substanzen;
3. Überwachung und Messung der Präparatstärke (Dosimetrie. Besonders wichtig bei medizinischen Anwendungen.)

Naheliegend ist es, das bestrahlte Präparat in eine abgeschirmte Zelle zu bringen (Bleihaus). Mit Hilfe von ferngesteuerten Apparaten und bei Spiegelbeobachtung durch geeignet angebrachte dicke Bleiglasfenster lassen sich die ge-

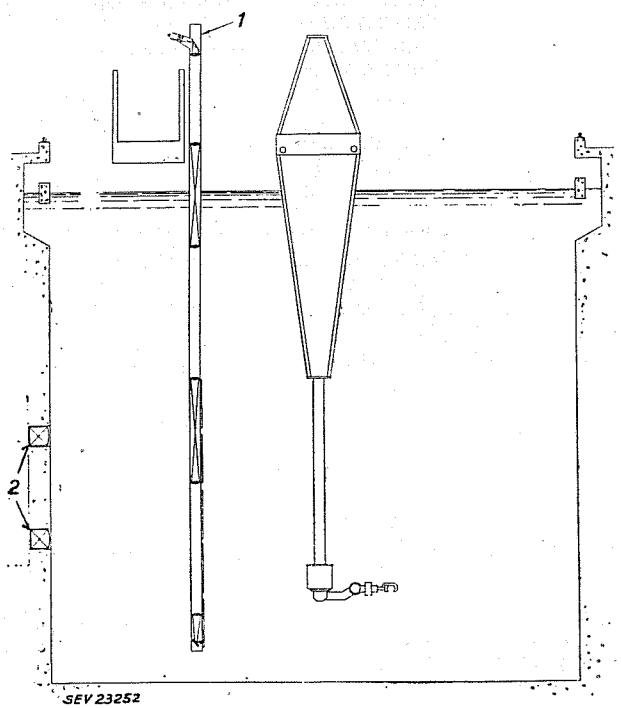



Fig. 1
Schnitt durch einen Wassertrog
*1* Spiegelteleskop
*2* in die Wand eingelassene starke Scheinwerfer

wünschten Manipulationen durchführen. Besonders für photographische und andere Präzisionsmessungen ist dieses Verfahren empfehlenswert; für die Behandlung grösserer Mengen und bei der Durchführung komplizierter mechanischer Vorgänge drängt sich ein anderes Verfahren auf.

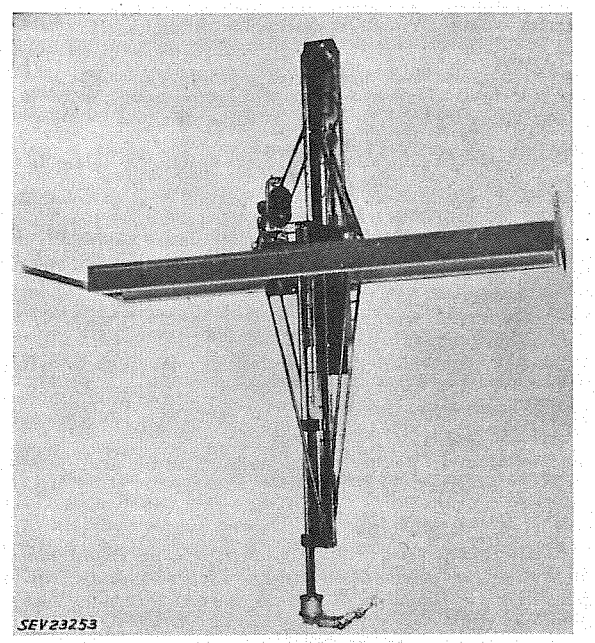



Fig. 2
Unterwasser-Manipulator
*unten:* Griffarm, der allseitig bewegbar ist

Die Westinghouse Electric Corporation entwickelte eine Unterwassermethode, die sich als überaus praktisch erwies, da dem Wasser der eigentliche Strahlungsschutz übertragen wird. Ein Unterwassermanipulator (Fig. 1 und 2) ermöglicht praktisch alle Handhabungen. Beispielsweise können Gewichte bis zu 400 kg gehoben werden. Für die Ausführung dieser mechanischen Operationen braucht es sehr viele Gelenke und Wellendurchführungen, die gegen Wasser auch bei erheblichen Drucken dicht sein müssen. Um das Eindringen des Wassers in den Mechanismus bei allfälligen kleinen Undichtheiten zu verhindern, wird trockene Luft mit Überdruck in die Hohlräume der Vorrichtung gepresst. Die Überwachung der Manipulationen wird mit einem Spiegelteleskop besorgt. Pumpenanlagen befördern das verseuchte Wasser hinaus, wobei wegen der optischen Durchsichtigkeit Filteranlagen eingebaut werden müssen. Ebenso ist dafür gesorgt, dass die Wassertemperatur in gewissen Grenzen variiert werden kann. Das Fassungsvermögen des Versuchsbeckens von 500 000 l gibt ein Bild über die Grösse des Versuches.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich diese Unterwassermethoden zur Präparierung radioaktiver Substanzen bewährt haben, wobei besonders darauf hingewiesen werden soll, dass die Herstellung ferngesteuerter Manipulatoren im Wasser am wenigsten Schwierigkeiten bietet im Gegensatz zu ähnlichen Konstruktionen in abgeschirmten Bleikammern.

*P. Stoll*

# Miscellanea

## Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht)

**Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, Bern.** Hans Müller, von Biel, Dipl. Bauingenieur, zurzeit örtlicher Bauleiter bei den Kraftwerken Zervreila, wurde zum Sektionschef des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft gewählt.

**Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich.** Der Verwaltungsrat berief zum Leiter der Thermischen Abteilungen Dr. sc. techn.

Fortsetzung auf Seite 446

# Communications de nature économique

## Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois

*Métaux*

| | | Avril | Mois précédent | Année précédente |
|---|---|---|---|---|
| Cuivre (fils, barres) [1] | fr.s./100 kg | 405.— | 415.— | 300.— |
| Etain (Banka, Billiton) [2] | fr.s./100 kg | 880.— | 878.— | 926.— |
| Plomb [1] | fr.s./100 kg | 126.— | 126.— | 117.— |
| Zinc [1] | fr.s./100 kg | 113.— | 113.— | 102.— |
| Fer (barres, profilés) [3] | fr.s./100 kg | 58.50 | 58.50 | 51.50 |
| Tôles de 5 mm [3] | fr.s./100 kg | 59.— | 59.— | 59.— |

[1]) Prix franco Bâle, marchandise dédouanée, chargée sur wagon, par quantité d'au moins 50 t.
[2]) Prix franco Bâle, marchandise dédouanée, chargée sur wagon, par quantité d'au moins 5 t.
[3]) Prix franco frontière, marchandise dédouanée, par quantité d'au moins 20 t.

*Combustibles et carburants liquides*

| | | Avril | Mois précédent | Année précédente |
|---|---|---|---|---|
| Benzine pure / Benzine éthylée [1] | fr.s./100 kg | 43.—[3]) | 43.—[3]) | 59.20 |
| Carburant Diesel pour véhicules à moteur [1] | fr.s./100 kg | 38.15 | 38.15 | 40.55 |
| Huile combustible spéciale [2] | fr.s./100 kg | 17.— | 17.— | 17.80 |
| Huile combustible légère [2] | fr.s./100 kg | 15.50 | 15.50 | 16.20 |
| Huile combustible industrielle (III) [2] | fr.s./100 kg | 12.30 | 12.30 | 11.90 |
| Huile combustible industrielle (IV) [2] | fr.s./100 kg | 11.90 | 11.90 | 11.10 |

[1]) Prix-citerne pour consommateurs, franco frontière suisse, dédouané, ICHA y compris, par commande d'au moins 1 wagon-citerne d'environ 15 t.
[2]) Prix-citerne pour consommateurs (industrie), franco frontière suisse Bâle, Chiasso, Iselle et Pino, dédouané, ICHA non compris, par commande d'au moins 1 wagon-citerne d'environ 15 t. Pour livraisons à Genève les prix doivent être majorés de fr.s. 1.—/100 kg.
[3]) Prix-citerne pour consommateurs par 100 *litre*, franco frontière suisse, dédouané, ICHA y compris, par commande d'au moins 1 wagon-citerne d'environ 15 t.

*Charbons*

| | | Avril | Mois précédent | Année précédente |
|---|---|---|---|---|
| Coke de la Ruhr I/II | fr.s./t | 108.— | 108.— | 102.— |
| Charbons gras belges pour l'industrie | | | | |
| Noix II | fr.s./t | 84.— | 84.— | 85.— |
| Noix III | fr.s./t | 81.— | 81.— | 82.— |
| Noix IV | fr.s./t | 80.— | 80.— | 81.— |
| Fines flambantes de la Sarre | fr.s./t | 81.— | 81.— | 73.— |
| Coke de la Sarre | fr.s./t | 116.— | 116.— | 110.— |
| Coke métallurgique français, nord | fr.s./t | 107.— | 107.— | 101.— |
| Coke fonderie français | fr.s./t | 99.— | 99.— | 99.— |
| Charbons flambants polonais | | | | |
| Noix I/II | fr.s./t | 90.— | 90.— | 90.— |
| Noix III | fr.s./t | 85.— | 85.— | 85.— |
| Noix IV | fr.s./t | 83.— | 83.— | 83.— |
| Houille flambante criblée USA | fr.s./t | 84.— | 84.— | 84.— |

Tous les prix s'entendent franco Bâle, marchandise dédouanée, pour livraison par wagons entiers à l'industrie, par quantité d'au moins 15 t.

*W. Lindecker*, Mitglied des SEV seit 1945, bisher Betriebsdirektor der Paillard S. A., Yverdon, unter gleichzeitiger Ernennung zum stellvertretenden Direktor. Die Geschäftsleitung beförderte zu Oberingenieuren *H. Benninger*, Mitglied des SEV seit 1921, Mitglied des FK 3 des CES (Graphische Symbole), Chef der Konstruktionsabteilung für Schaltanlagen, und Dr. W. Karrer, Chef der Konstruktionsabteilung für Gasturbinen.

---

**Aare-Tessin A.-G., Olten.** Am 1. April 1955 ist *P. Gervasoni*, Vizedirektor der Atel Bodio, Mitglied des SEV seit 1917 (Freimitglied), auf sein Gesuch hin, nach 30 Jahren fruchtbarer Tätigkeit bei der Atel, in den Ruhestand getreten. Der Verwaltungsrat ernannte zu seinem Nachfolger als Chef des Betriebes Süd *E. Krüsi*, bisher Prokurist, Mitglied des SEV seit 1928, unter Beförderung zum Vizedirektor. Zu Prokuristen wurden ernannt W. Bobst und *O. Zimmerli*, Chef des Oberbetriebes, Mitglied des SEV seit 1947. Zu Handlungsbevollmächtigten wurden befördert *O. Schenker*, Chef der Installationskontrolle, Mitglied des SEV seit 1952, O. Straumann und W. Nussbaumer.

---

**Landert Motoren A.-G., Bülach (ZH).** H. Landert jun., Assistent der Geschäftsleitung, wurde zum Prokuristen ernannt. Die Handlungsvollmacht wurde P. Müller, Stellvertreter des Einkaufschefs, und W. Müller, Stellvertreter des Verkaufschefs, erteilt.

---

## Kleine Mitteilungen

**Kurs über Arbeitsbestgestaltung und Leistungssteigerung des Betriebswissenschaftlichen Institutes an der ETH.** Das Betriebswissenschaftliche Institut an der ETH führte im Jahre 1954 Kurse über Arbeitsbestgestaltung und Arbeitstechnik in Biel, Basel, Schaffhausen und St. Gallen durch. Da diese Kurse auf sehr grosses Interesse seitens der Praxis gestossen sind, veranstaltet das Betriebswissenschaftliche Institut im Mai dieses Jahres in Zürich einen Kurs über dieses Thema mit dem Ziel, alle wichtigen, mit der Arbeitsbestgestaltung und -organisation im Zusammenhang stehenden Fragen eingehend zu behandeln und zu diskutieren.

Der Kurs wendet sich vor allem an Firmen

der Maschinen-, Apparate- und Elektroindustrie (Gerätebau) und weiterer metallverarbeitender Branchen,
der Textil- und Bekleidungsbranche (Konfektion, Schuhfabrikation),
der Möbelfabrikation und Holzwarenbranche,
des Werkzeug-, Messwerkzeug- und Lehrenbaus,
der feinmechanischen Branche, der Uhren- und Uhrenbestandteilefabrikation, u. a. m.

Über die Organisation des Kurses werden folgende Angaben gemacht.

*Datum und Dauer des Kurses:*

Der Kurs umfasst 36 Stunden, verteilt auf 6 Tage: Dienstag, den 10., 17., 24. Mai und Mittwoch den 11., 18., 25. Mai 1955, jeweils von 9.00...12.00 und 14.00...17.00 Uhr.

*Kursort:*

Eidg. Technische Hochschule, Zürich.

*Kurskosten:*

| | |
|---|---|
| Mitglieder der Förderungsgesellschaft des Betriebswissenschaftlichen Institutes und deren Angestellte | Fr. 150.— pro Teilnehmer |
| Übrige Teilnehmer | Fr. 180.— pro Teilnehmer |

*Anmeldung:*

Baldmöglichst an das Betriebswissenschaftliche Institut an der ETH, Zürich, wo auch ausführliche Programme erhältlich sind.

---

**Kolloquium an der ETH über moderne Probleme der theoretischen und angewandten Elektrotechnik für Ingenieure.** In diesem Kolloquium werden folgende Vorträge gehalten:

Prof. Dr. Ir. *M. M. Oberman* (Technische Hochschule Delft): Das Entwerfen von Schaltungen der Schwach- und Starkstromtechnik mit Hilfe der Schaltalgebra (9. Mai 1955).

*H. Bühler* (Maschinenfabrik Oerlikon, Zürich): Modell zur Darstellung und Ausmessung der Regelverhältnisse von Synchrongeneratoren (Demonstrationsvortrag, 23. Mai 1955).

Die Vorträge finden punkt 17.00 Uhr im Hörsaal 15c des Physikgebäudes der ETH, Gloriastrasse 35, Zürich 7/6, statt.

# Literatur — Bibliographie

621.313.045.5 *Nr. 10 789,2*

**Die Wicklungen elektrischer Maschinen.** In vier Bänden. Bd. 2: Wenderwicklungen. Von *Heinrich Sequenz*. Wien, Springer, 1952; 8°, XVI, 331 S., 432 Fig., 17 Tab. — Preis: geb. Fr. 59.—, brosch. Fr. 56.—.

Mit grösster Gründlichkeit hat der Verfasser aus einer Unzahl von Zeitschriften, Büchern und Patentschriften das Wesentlichste zusammengesammelt und in einheitlicher, klarer Form dargestellt. Hierin liegt der grosse Wert des vorliegenden Buches. Selbstverständlich nehmen Spulenstern und Spannungspolygon einen ganz besonderen Platz ein, lassen sich doch mit ihnen bequem die Wicklungen aufbauen und überblicken. In einem Kapitel über die «Erweiterung der Theorie der Stromwenderwicklungen» werden für eine bestimmte Nutenzahl sämtliche Möglichkeiten der Wicklungsauslegung erfasst, abgesehen von solchen mit toten Spulen, halbblinden Stegen und künstlichem Schluss, die an anderer Stelle ausführlich behandelt werden. Etwa den halben Umfang des Buches nehmen die mit Wechselstrom gespeisten, sowie die Sonderwicklungen ein.

Das Buch beschäftigt sich in erster Linie mit der *Auslegung* einer Wicklung, weniger Wert wird auf Fragen gelegt, die sich mit dem Betrieb der Wicklungen ergeben. So werden zwar einzelne sehr nützliche Hinweise über die Stromwendung gebracht, für die Berechnung der Stromwendespannung wird jedoch schon auf die zuständige Literatur verwiesen. Der Verfasser hat es sehr gut verstanden, jedes Kapitel für sich als ein Ganzes aufzubauen, wodurch das Werk nicht nur als Lehrbuch, sondern auch als Nachschlagewerk bequem verwendbar ist. Die vielen Wicklungsillustrationen, sowie Abbildungen von Wicklungsausführungen der führenden europäischen Grossfirmen tragen sehr wesentlich zum besseren Verständnis bei. Für ein tieferes Studium von Spezialproblemen sind am Ende jedes Kapitels zahlreiche Literaturhinweise gegeben.

Und doch sollte davor gewarnt werden, in blindem Vertrauen die eine oder andere der abgebildeten Wicklungen ohne nähere Untersuchung auszuführen. Einerseits kann die Verwendbarkeit von der Ankerspannung, der zulässigen oder notwendigen Bürstenbreite usw. abhängig sein, andererseits kann sie durch die augenblickliche Patentlage beeinträchtigt werden. Letzteres trifft besonders bei den selbstausgleichenden und den Wicklungen mit Hilfswicklung zu.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass hier das gründlichste und umfassendste Werk seiner Art vorliegt, welches seinen Platz unter den Standardwerken des Elektromaschinenbaus verdient. *E. Samsinger*

---

621.313.045.5 *Nr. 10 789,3*

**Die Wicklungen elektrischer Maschinen.** In vier Bänden. Bd. 3: Wechselstrom-Sonderwicklungen. Von *Heinrich Sequenz*. Wien, Springer, 1954; 8°, XIX, 397 S., 578 Fig., 49 Tab. — Preis: geb. Fr. 17.40; brosch. Fr. 16.65.

Der vorliegende Band des grossen Werkes ist zur Hauptsache den polumschaltbaren Wicklungen gewidmet. Dieser Teil umfasst 285 Seiten. Auf weitern 97 Seiten werden dann noch eine Reihe von Sondergebieten behandelt, nämlich: mehrfach gesehnte Wicklungen, Wicklungen für grosse Stromstärken, unsymmetrische Wicklungen, spannungs- und phasen-umschaltbare Wicklungen. Bei den Wicklungen für grosse Stromstärken gilt das Hauptaugenmerk den Möglichkeiten für Parallelschaltung und Teilparallelschaltung, sowie der Berechnung der Zusatzverluste durch Stromverdrängung und den Möglichkeiten zu deren Verminderung.

Bei der Behandlung der polumschaltbaren Wicklungen fällt gegenüber den früheren Bänden angenehm auf, dass der Verfasser auch darauf hinweist, ob eine bestimmte Lösung heute noch von Bedeutung sei und für welche besondern Anwendungen, oder ob sie nur von historischem Interesse sei. Hinsichtlich der Ausführlichkeit der Darstellung werden

die historischen oder nur theoretisch interessanten Lösungen mit ebenso grosser Liebe behandelt wie die heute noch wichtigen.

Die Fachwelt darf dem Verfasser für die geleistete gewaltige Arbeit dankbar sein, die das Sammeln und Sichten dieses weit verstreuten und spröden Materials bedeutete.

*Th. Laible*

---

621.313.33 *Nr. 10 887,4*

**Elektrische Maschinen.** Bd. 4: Die Induktionsmaschinen. Von *Rudolf Richter*. Basel, Birkhäuser, 2. verb. Aufl. 1954; 8°, XL, 440 S., 270 Fig., Tab. — Preis: geb. Fr. 36.40.

Der 4. Band des Sammelwerkes «Elektrische Maschinen» von Prof. Richter liegt nun in 2. Auflage vor. An Stelle des früheren Verlages Springer, Berlin, ist für die Neuauflage der Schweizer Verlag Birkhäuser, Basel, getreten. Wie bei den 2. Auflagen der andern Richterschen Bücher handelt es sich auch hier um einen photomechanischen Neudruck der schon 1936 erschienenen 1. Auflage. Den seitdem eingetretenen neuen Erkenntnissen im Gebiete der behandelten Maschinenarten ist durch kurze zusammengefasste Ergänzungen Rechnung getragen; ein reichhaltiges Verzeichnis der seither erschienenen, vorzugsweise deutscher Literatur vervollständigt diesen wichtigen Teil des Buches.

Im Bezug auf den Inhalt darf auf die Besprechung der 1. Auflage im Bull. SEV Bd. 28 (1937), Nr. 12, Seite 274 verwiesen werden; die dortigen Bemerkungen gelten unverändert auch heute. Der eigentlichen Behandlung der Induktionsmaschinen ist ein kurzer Abschnitt über den Drehtransformator (Induktionsregler) vorangestellt. Die Feststellung, dass die Antriebsvorrichtung beim Doppelregler nur die Reibung zu überwinden hätte, ist allerdings nur bedingt richtig, da das resultierende Drehmoment vom Sinus des Phasenwinkels der Last beeinflusst wird.

Bei der Behandlung der Induktionsmaschine, hierzulande als Asynchronmotor bezeichnet, überrascht immer wieder die Fülle des Stoffes, die, allerdings unter Preisgabe jeglicher konstruktiver Aufgaben und unter häufigem Hinweis auf frühere Bände, auf gedrängtem Platz Aufnahme gefunden hat. Es gibt kaum ein Problem, das nicht erschöpfend theoretisch behandelt und bis in die kleinsten Auswirkungen verfolgt ist. Das Werk gewinnt dadurch eine Ausführlichkeit, die schwer zu übertreffen ist; für den Anfänger oder Studierenden birgt dies allerdings die Gefahr in sich, Wesentliches und Unwesentliches nicht mehr trennen zu können.

Das von der 1. Auflage übernommene und in der Ergänzung weiter ausgeführte Literaturverzeichnis umfasst nun total 456 Positionen und bedeutet so eine fast vollständige Zusammenstellung der einschlägigen Literatur.

Das treffliche Buch dürfte für den Fachmann, der sich mit Problemen des Asynchronmotors zu befassen hat, als unentbehrliches Nachschlagewerk bleibenden Wert besitzen.

*E. Dünner*

---

620.9 *Nr. 11 041,2*

**Ringbuch der Energiewirtschaft.** Bd. 2. Hg. v. der *Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke* in Zusammenarbeit mit dem *Verband der deutschen Gas- und Wasserwerke.* Frankfurt, Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke mbH 1955; 8°, 158 S. (zu Ergänzen), Fig., Tab., Taf., 10 Karten als Beil. — Preis: Sammelmappe Kunstleder mit Reg. DM 5.80. Blätter pro S. DM —.10.

Im Jahre 1952 erschien Band I der auf auswechselbaren Merkblättern dargestellten Energiewirtschaft. Dieser Band bleibt ausschliesslich dem Abschnitt über «Energieerzeugung und -Verbrauch» vorbehalten.

Der heute vorliegende Band II vereinigt die «Energieverteilung» mit Inhalt der inzwischen erfolgten zweiten und dritten Lieferung.

Es bietet oft Schwierigkeiten, die Darstellungsgrenzen eines umfassenden Gebietes zu bestimmen. Besonders in wirtschaftlichen Belangen mit ihren mannigfachen Beziehungen ergeben sich indessen Möglichkeiten sorgfältiger Erwägungen. Die Energiewirtschaft befasst sich mit den Fragen der Wirtschaftlichkeit der Umformung und Verteilung von Energie. Die technischen Einrichtungen sind in diesem Falle ein Hilfsmittel zur Erreichung eines bestimmten, wirtschaftlichen Zieles. Die Zweckmässigkeit einer energiewirtschaftlichen Darstellung gewinnt durch die sich auf ökonomische Momente beziehende Beschränkung. In dieser Betrachtungsweise erscheinen die zahlreichen, sehr in technische Einzelheiten gehenden Ausführungen über das «Betriebsfernmeldewesen» als eine Belastung.

Im Abschnitt «Elektrizitätsanwendung» sind die auf 17 Seiten zusammengestellten Angaben des spez. Stromverbrauches (kWh/t-Begriffsanwendung) zahlreicher Produktionsgüter von Interesse. Ihre Ergänzung durch Verbrauchszahlen fester, flüssiger und gasförmiger Energieträger dürfte energiewirtschaftliche Überlegungen fördern. Die Darstellung der «Energielieferung und -verrechnung» bezieht sich auf die Verhältnisse im deutschen Bundesgebiet. Es kommen die technischen Anschlussbedingungen und die hauptsächlichsten Energietarife für Gas und Elektrizität zur Behandlung. Leider fehlt eine Orientierung über die erzielten Ertragsverhältnisse. Solche sind in Deutschland seit dem Jahre 1952 bekannt. Die für die Energiewirtschaft Deutschlands massgebenden «Rechtsgrundlagen» sind im fünften Hauptabschnitt zu finden. Die energiewirtschaftliche Entwicklung der Bundesrepublik findet hier ein juristisches Spiegelbild. Zur unmittelbaren Energiewirtschaft führen die aus zahlreichen Ländern zusammengetragenen Angaben über «Betriebswirtschaft» zurück. Europäisch denkende Energiewirtschafter sind vielleicht für vermehrte Hinweise nordamerikanischer Bundesverhältnisse dankbar. Wer sich in der Energiewirtschaft international betätigt, wird mit Genugtuung den Abschnitt über «Behörden und Organisationen» zu Rate ziehen. Er vermittelt eine gute und vollständige Übersicht internationaler und deutscher Stellen, welche für die Behandlung energiewirtschaftlicher Fragen wesentlich sind. Der folgende Abschnitt gibt eine beschreibende und symbolische Darstellung von energiewirtschaftlichen und allgemein technischen Begriffsbestimmungen. Es kommen dabei die im Jahre 1953 von der Vereinigung deutscher Elektrizitätswerke (VDEW) veröffentlichten Unterlagen zur Verwendung. Letztere haben leider keine Beziehungen zu den vom SEV in Kraft gesetzten Buchstabensymbolen und Zeichen.

Band II sind 10 Einzelkarten der wichtigsten Hochspannungsleitungen von 20 europäischen Ländern beigegeben. Sie bieten in mancher Hinsicht Interesse.

Das «Ringbuch der Energiewirtschaft» vereinigt in 2 Bänden 8 Hauptabschnitte. Es soll auf 3 Bände ausgedehnt und in zwangloser Folge ergänzt werden. Das Ringbuch ist kein Lehrbuch. Es ist mit seinem umfassenden Zahlenmaterial dem praktisch arbeitenden Energiewirtschafter ein gutes Nachschlagewerk.

*M. F. Girtanner*

---

621.3.061 + 621.316.31 Nr. 11 188

**Schaltungsbuch für Gleich- und Wechselstromanlagen.** Generatoren, Motoren und Transformatoren, Lichtanlagen, Kraftwerke und Umformerstationen. Von *E. Kosack.* 7. Aufl., vollst. neubearb. von *Conrad v. Kissling.* Berlin, Springer, 1954; 8°, IX, 242 S., 350 Fig. — Preis: geb. DM 14.40.

Das obengenannte Buch, von dem nun die 7. Auflage vorliegt, besteht in einer Zusammenstellung aller Schaltungen, welche sowohl für den Schutz von Maschinen und Anlagen, als auch für Installationen und Energieerzeugung sowie für die Regulierung in Frage kommen. Es werden keine theoretischen Abhandlungen oder Beweise gegeben. Der Verfasser begnügt sich mit der Aufzeichnung der Schaltung und wenn nötig einer kurzen Beschreibung derselben; dafür sind wohl alle Fälle der Starkstromtechnik, von der reichlich dotierten Gleichstromtechnik und der Wechselstromtechnik bis zu den Regelsätzen behandelt. Die elektronischen und die magnetischen Verstärker sind ebenfalls, allerdings nur kurz, erwähnt.

Es darf wohl als unmöglich bezeichnet werden, in einem Buch mit vernünftigem Umfang wirklich alle interessegebietenden Schaltungen der Elektrotechnik aufzuzählen. Immerhin sei festgehalten, dass die wichtigsten und häufigsten im Buche aufgeführt sind. Bei der Dalanderschaltung (siehe Abschnitt 115) für polumschaltbare Motoren dürfte neben der Schaltung Dreieck-Dreieck-parallel wohl auch der ebenso häufige Fall Dreieck-Stern-parallel beschrieben werden; auch könnte vielleicht die Spannungsregulierung der Transformatoren mittels Lastschalter und Anzapfungen entsprechend ihrer heutigen Häufigkeit in einer späteren Auflage Erwähnung finden.

Das Buch überrascht und erfreut durch seine Reichhaltigkeit. Die grosse Zahl seiner Auflagen zeigt, dass es einem wirklichen Bedürfnis genügt und gut ist. Es sei auch hier jedem Elektriker wärmstens zur Konsultation empfohlen.

*E. Dünner*

---

621.3 *Nr. 11 193*

**Electrotechnique générale.** Par *Maurice Denis-Papin.* Paris, Dunod, 4e éd. augm. et mise à jour 1955; 8°, XXX, 180, LXIVp., 263 fig., tab. Prix: rel. fr. f. 480.—.

Das obige Büchlein in Taschenformat enthält auf seinen 180 Seiten Text und zusätzlichen 48 Seiten eines Anhanges in kleiner Schrift so ziemlich alle Formeln, Schemata und Diagramme, welche für die einfachern Probleme der Starkstromtechnik gebraucht werden. Bei den Formeln ist oft ein Hinweis auf ihre Ableitung aus den Zusammenhängen mit dem vorausgehenden Text gegeben, allerdings so kurz, dass das Werklein nicht als Lehrbuch, sondern nur als Formelsammlung gewertet werden darf.

Neben den Ausdrücken aus dem Gebiete der Elektrostatik, der Magnetostatik und des Elektromagnetismus, sowie den Rechenformeln und einfachen Diagrammen der verschiedenen Arten elektrischer Maschinen befasst sich ein Kapitel mit den üblichen Maschinenversuchen. Ein interessanter Teil bildet der Abschnitt über die Masseinheiten, wobei vielleicht neben etwas zu schwacher Betonung des Giorgi-Systems eine ganze Serie weiterer Maßsysteme, die hoffentlich bald alle verschwinden, Aufnahme gefunden haben.

In einem ziemlich umfangreichen Anhang findet sich eine Zusammenstellung der häufigsten Formeln der Mathematik, Trigonometrie und Geometrie, sowie der üblichen Tabellen über Funktionen und Logarithmen.

Die gedrängte Form, mit der der sehr umfangreiche Stoff in Formeln bewältigt wird, nötigte zu sehr kleinem Druck, der aber, dank seiner Sauberkeit, noch immer gut lesbar bleibt. Das Nachschlagebuch dürfte sicher grosse Verbreitung finden.

*E. Dünner*

---

534.86 *Nr. 11 197*

**Grundlagen der Elektroakustik.** Von *W. Reichardt.* Leipzig, Geest & Portig, 2. Aufl. 1954; 8°, VIII, 534 S., 345 Fig., 2 Taf. — Preis: geb. DM 30.—.

W. Reichardt will mit dem vorliegenden Werk die Technik der Schallübertragung und Schallaufzeichnung erläutern. Er wendet sich dabei an die Studenten und die jüngeren Praktiker der Industrie. Das gesteckte Ziel ist sicher in jeder Beziehung erfüllt worden. Mit seiner klaren mathematischen Darstellung und der konsequenten Anwendung des Kalantaroff-Giorgischen Maßsystemes ist das Buch ein gutes Rüstzeug in den Händen der Studenten. Die geschickte Auswahl der behandelten Beispiele interessiert jeden, der in der Industrie mit diesem Gebiet zu tun hat.

Es werden zuerst die notwendigsten Bemerkungen zum neuen Maßsystem gemacht und dann die physikalischen Grundbegriffe erörtert. Neben der Behandlung der Wellengleichungen und den Beugungs- und Reflexionsvorgängen werden vor allem auch die elektromechanischen Analogien in einem besonderen Kapitel behandelt, wodurch eine wichtige Brücke zwischen diesen beiden Gebieten geschlagen wird.

Dem Schallempfinden des Menschen sind sechs Kapitel gewidmet. Darin wird der Hörvorgang, soweit er heute bekannt ist, zusammenfassend beschrieben, wobei die zahlreichen Literaturangaben sehr wertvoll sind. Hier wird auch von der menschlichen Sprache und von den verschiedenen Musikinstrumenten gesprochen.

Es folgt dann die Behandlung der Schallwandler. Nach einer Diskussion der Anpassungsfragen wird auf die verschiedenen Prinzipien im einzelnen eingegangen. Dabei wird bewusst nur das für das Verständnis Wichtigste gebracht und auf eine allzu theoretische Betrachtungsweise verzichtet.

Unter der Bezeichnung Mikrophoneinsatz werden verschiedene Fragen der stereophonischen Übertragung, der Raumakustik und der Mikrophonaufstellung behandelt. Analog dazu wird die Beschallungstechnik mit Einzelstrahlern und mit ganzen Strahlergruppen besprochen.

In den fünf Kapiteln, die zusammenfassend mit «Elektrische Schallübertragung» bezeichnet sind, wird keine Theorie der Nachrichtentechnik gegeben, sondern nur auf die diesbezügliche Literatur verwiesen. Es werden jedoch die Randgebiete behandelt, nämlich die verschiedenen Störeffekte in den Elektronenröhren und in den Schaltungen (Rauschen, Schrotteffekt, Funkeleffekt usw.), welche die untere Grenze einer Übertragung ausmachen und anderseits auch die Anpassungsfragen, die bei der oberen Grenze der Schallübertragung sehr wichtig sind.

Abschliessend sind der Schallaufzeichnung, besonders dem Magnettonverfahren, eingehende und interessante Ausführungen gewidmet.

Das Buch schliesst mit einem sehr detaillierten Namen-, Sach- und Literaturverzeichnis.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Autor ein wertvolles Nachschlagewerk geschaffen hat, das sicher jedem etwas Interessantes bietet und daher wärmstens empfohlen werden kann.

*A. Lauber*

---

621.375.4 : 621.314.7 *Nr. 11 201*

**Transistor Audio Amplifiers.** By *Richard F. Shea.* New York, Wiley; London, Chapman & Hall, 1955; 8°, XIII, 219 p., fig., tab. — Price: cloth $ 6.50.

Dieses Buch in englischer Sprache behandelt Transistoren ausschliesslich als Bauelement. Die Eigenschaften dieser Elemente werden nur soweit beschrieben, als es für deren Anwendung notwendig ist. Barkhausen und Rothe-Kleen behandeln in ihren bekannten Werken die Elektronenröhre vom theoretisch-wissenschaftlichen Gesichtswinkel, mit knappen Hinweisen auf deren Anwendungen; die rein praktische Anwendung mit Hinweisen auf die Theorie wurde beschrieben in den bekannten Ausgaben von K. R. Sturley und der Philips Bücherreihe über Elektronenröhren. In ähnlicher Weise gibt Shea in einem früher erschienenen Buch «Principles of Transistor Circuits» eine übersichtliche und exakte Darstellung der Transistorentechnik und im vorliegenden Buch eine umfassende Beschreibung der Anwendungen des Transistors im Tonfrequenzgebiet. Nebst Angaben der Charakteristiken in graphischer Darstellung der in USA erhältlichen Transistoren finden sich Angaben über Betriebsverhalten über lange Zeit, allgemeine Stabilitätsbetrachtungen, Behandlung der Schaltungen als Vierpole, Beschreibung der Grenzempfindlichkeit, mehrstufige Verstärker in allen Betriebsarten, Behandlung von Frequenz- und Amplitudenverzerrungen, Anwendung von frequenzabhängigen und -unabhängigen Dämpfungsgliedern, Leistungsbetrachtungen usw. Das Buch schliesst mit Beispielen praktisch ausgeführter Verstärker. «Transistor Audio Amplifiers» füllt eine grosse Lücke und ist dem Praktiker wärmstens zu empfehlen.

*K. Scherrer*

---

621.315.592 : 621.314.63 + 621.314.7 *Nr. 11 205*

**Elektronische Halbleiter.** Eine Einführung in die Physik der Gleichrichter und Transistoren. Von *Eberhard Spenke.* Berlin, Springer, 1955; 8°, XX, 379 S., 184 Fig. — Preis: geb. DM 34.50.

Es werden, wie schon der Titel sagt, ausschliesslich Erscheinungen oder Körper im Rahmen des Bändermodelles des Festkörpers behandelt, bei welchen Elektronenleitung wesentlich ist. Die magnetischen Halbleiter, sog. Ferrite, sowie alle Kohäsionsfragen werden ausser acht gelassen. Das Buch ist in zwei Teile aufgeteilt. Der erste Teil ist für Anfänger, oder solche die sich mit der Anwendung von elektronischen Halbleitern befassen, gedacht. In diesem Teil wurde absichtlich darauf verzichtet, in jedem Fall die benutzten Begriffe und Lehrsätze von den Grundlagen der Halbleiterphysik aus zu entwickeln. Dieser erste Teil behandelt in fünf Vorträgen die folgenden Themen: der Leitungsmechanismus in elektronischen Halbleitern; Störstellen, Störstellenmodelle und Störstellenreaktionen; das Defektelektron; die Wirkungsweise von Kristallgleichrichtern; die Wirkungsweise von Kristallverstärkern (Transistoren).

Der zweite Teil ist für Fortgeschrittene, oder solche die im Halbleitergebiet tätig sind, gedacht. In diesem Teil wird gezeigt, was in der modernen Festkörperphysik zwangsläufig aus physikalischen Grundgesetzen folgt und was darüber hinaus auf Hypothesen und vereinfachenden Annahmen beruht. Im ersten Kapitel dieses zweiten Teiles werden an Hand des Wasserstoffmoleküls die Methoden von Heitler-London (Verfahren der atomaren Eigenfunktionen) einerseits und von Hund und Mulliken (Verfahren der Moleküleigenfunktionen) anderseits einander gegenübergestellt. Im zweiten Kapitel wird das Bändermodell, welches auf dem Gebiet des Mole-

külbaus an die Methode von Hund und Mulliken anknüpft, besprochen. Die folgenden Kapitel behandeln die Fermi-Statistik der Kristallelektronen, die dynamische Auffassung von Störstellengleichgewichten und die Träger von Störstellenreaktionen, sowie Randschichten in Halbleitern und den Kontakt Halbleiter-Metall.

Das Buch kann allen, die die allgemeine Physik einigermassen beherrschen und sich mit der Anwendung von elektronischen Halbleitern befassen, bestens empfohlen werden.

*H. Flückiger*

---

621.355 *Nr. 11 207*

**Storage Batteries.** A General Treatise on the Physics and Chemistry of Secondary Batteries and their Engineering Applications. By *George Wood Vinal.* New York, Wiley; London, Chapman & Hall, 4th ed. 1955; 8°, XI, 446 p., 163 fig., 67 tab. — Price: cloth $ 10.—.

Vor 15 Jahren wurde die 3. Auflage dieses Buches über Akkumulatoren herausgegeben. Seither sind in der Akkumulatorenfabrikation nicht unbedeutende Fortschritte erzielt worden. Auch die 4. Auflage dieses Buches behält den bewährten Aufbau bei. Nach einem kurzen Hinweis auf die geschichtliche Entwicklung und die Akkumulatorenindustrie im allgemeinen, werden die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Ausgangsmaterialien und die Herstellungsmethoden der verschiedenen Akkumulatoren besprochen. Dabei werden auch die Ergebnisse der neuesten Forschung gebührend berücksichtigt und erstmals zusammenfassend behandelt. Man gewinnt den Eindruck, dass die Entwicklung der Akkumulatoren, welche vor dem 2. Weltkrieg eine gewisse Stagnation zeigte, in den letzten Jahren interessante Fortschritte verzeichnete, die um so höher zu bewerten sind, als die Neuentwicklung von wiederaufladbaren Batterien mit genügend hoher Lebensdauer auf nicht geringe grundsätzliche Schwierigkeiten stösst. Interessant sind auch die Kapitel über die Eigenschaften der Elektrolyte, die Theorie der elektro-chemischen Reaktionen, das Verhalten in der Praxis, die Ursache von Fehlern und die Anwendungsgebiete. Da im deutschsprachigen Gebiet ähnliche Bücher, welche diese Materie sowohl wissenschaftlich als auch technisch behandeln, nicht existieren, kann das Buch von *Vinal* als grundlegend bezeichnet und vorbehaltlos empfohlen werden. Es wendet sich sowohl an den Akkumulatorenhersteller, den es über den neuesten Stand der Forschung informiert, als auch an den technisch interessierten Verbraucher, dem es Auskunft über Behandlung und Anwendung von Akkumulatoren gibt. Ein ausführliches Sachwortregister dient zum raschen Auffinden von bestimmten Fragen.

*H. J. Stäger*

625.1 (∞)
656.2 (∞) Nr. 20 230

**World Railways 1954–55.** A worldwide survey of railway operation and equipment. Ed. and compiled by *Henry Sampson.* London, Sampson Low, Marston, 3rd. ed. 1954; 4°, 69, X, 462 p., fig., tab., maps, — Price: cloth £ 4.4.—.

Die dritte Auflage zeigt gegenüber der früher besprochenen Ausgabe [1]) eine Umstellung von Querformat auf ein etwas handlicheres Hochformat. Die sehr zahlreichen Bilder von Rollmaterial, insbesondere von Dampflokomotiven, werden nicht mehr gebracht. Im allgemeinen Teil, der eine Übersicht über die einzelnen Bahngesellschaften in 108 Ländern der Welt gibt, dienen Übersichtskarten der Eisenbahnnetze und Maßskizzen der Lichtraumprofile zur Illustration. Die Übersichtskarten bilden speziell für die Darstellung der Eigentumsverhältnisse in Nordamerika eine wertvolle Hilfe.

Ein besonderes Kapitel, das den *Untergrundbahnen* gewidmet ist, erscheint hier erstmals auf 20 Seiten. Darin wird über 33 Stadtnetze aus 20 Ländern berichtet, die sich wie folgt auf die Erdteile verteilen: Europa 19, Nordamerika 8, Südamerika, Asien und Australien je 2. Allerdings figuriert darunter beispielsweise die mehrgleisige Normalspurstrecke zwischen Bruxelles-Nord und Bruxelles-Midi, genannt «la Jonction», die eine Verbindungslinie zwischen den dem Nah- und Fernverkehr dienenden Eisenbahnen ist. Auch die Tunnelstrecken der Strassenbahnen von San Francisco werden hier aufgeführt.

Aus Rücksicht auf die immer zunehmende Bedeutung der *Dieseltraktion* wurde ein Kapitel über Dieselmotoren eingefügt, das die Fabrikate von 46 Industrieunternehmen zeigt; unter diesen finden wir die schweizerischen Firmen Saurer, SLM und Sulzer. Bemerkenswert ist die Feststellung im Vorwort, dass in USA im August 1954 bereits 17 000 Diesellokomotiven neben 10 000 Dampflokomotiven verkehrten. Seit 1949 wurden dort annähernd 12 000 Diesellokomotiven in Betrieb genommen, während 22 500 Dampflokomotiven verschwanden. Betreffend *50-Hz-Traktion* ist das englische Vorhaben in der Southern Region für den Übergang von 25 Hz zum Betrieb mit 50 Hz bis zum Jahre 1957 zu erwähnen. In Frankreich kommt Einphasen-Wechselstrom von 50 Hz neuerdings auf der Strecke Valenciennes–Thionville zur Anwendung, wo auch Lokomotiven schweizerischer Konstruktion eingesetzt werden [2]). Das Buch gewährt interessante Einblicke in Technik und Betrieb des Schienenverkehrs aller Länder.

*R. Gonzenbach*

[1]) siehe Bull. SEV Bd. 44(1953), Nr. 21, S. 928.
[2]) siehe Bull. Oerlikon Bd. —(1953), Nr. 301, S. 87.

# Communications des Institutions de contrôle de l'ASE

## Mise à la terre des rails de grues de chantiers

(Communication
de l'*Inspectorat des installations à courant fort*)

Ces derniers temps, plusieurs entreprises électriques ont demandé à l'Inspectorat des installations à courant fort si les rails de grues de chantiers doivent être mis à la terre non seulement dans des réseaux avec mise à la terre directe, mais aussi dans des réseaux avec mise à la terre par le neutre. En effet ni l'article 26 de l'Ordonnance fédérale sur les installations électriques à fort courant du 7 juillet 1933, ni les §§ 15 ou 17 des Prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures ne l'exigent pour les réseaux de distribution avec mise à la terre par le neutre. Les deux prescriptions indiquent simplement que toutes les carcasses métalliques d'appareils électriques qui peuvent être sous tension en cas de défaut d'isolement doivent être raccordées au conducteur neutre mis à la terre. Il est manifeste que les organes de contrôle des entreprises électriques ignorent trop souvent l'existence de l'Ordonnance fédérale du 22 juin 1951, concernant les mesures destinées à prévenir des accidents dans l'emploi de grues et d'engins de levage. L'article 17, chiffre 3, de cette Ordonnance pour les grues pivotantes et l'article 29, chiffre 3, pour les petites grues à moteur, renferment la disposition suivante, relative à la mise à la terre, qui est plus sévère que les dispositions des Prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures:

«Les rails devront être mis à la terre suivant les règles de l'art. Dans l'installation avec fil neutre, les bâtis des machines, les coffrets, etc., doivent en outre être reliés à ce fil, à moins que le fournisseur de courant n'établisse d'autres prescriptions.»

Dans des réseaux avec mise à la terre directe par électrodes artificielles (réseaux de canalisations d'eau, rubans de terre, etc.), il est évident que la sécurité des personnes est mieux garantie lorsque les rails sont reliés à une bonne terre, c'est-à-dire de préférence avec le réseau de canalisations d'eau. Par contre, on peut hésiter à ce sujet lorsqu'il s'agit de réseaux où le neutre mis normalement à la terre est déjà relié au bâti de la grue et aux appareils. Il arrive cependant, comme cela s'est déjà produit plusieurs fois, que le conducteur neutre se rompe dans les câbles d'amenée de courant aux appareils électriques mobiles, de sorte que la mise à la terre est supprimée. C'est un défaut de ce genre qui a provoqué un accident mortel lors de la construction du pont de Lorraine à Berne!

Dans une fosse était suspendu un groupe de pompage de l'eau de suintement. Son moteur était alimenté sous 380 V triphasé par un cordon d'appareil renforcé à quatre conducteurs, qui paraissait être en parfait état. Le groupe était suspendu à un câble d'acier dont on avait enroulé l'autre extrémité autour du tronc d'un arbre. La carcasse du moteur était

mise à la terre par le conducteur neutre du cordon. Lorsqu'un manœuvre saisit le câble d'acier pour le dégager, il reçut une décharge de 220 V et fut électrocuté par le passage du courant. Dans le câble d'amenée de courant, dont l'enveloppe extérieure en caoutchouc ne présentait pourtant pas la moindre déchirure, le conducteur neutre mis à la terre était rompu et l'un de ses brins en avait perforé l'isolation, ainsi que celle du conducteur de phase voisin. De ce fait le moteur et le câble de suspension en acier étaient sous tension.

En mettant soigneusement à la terre, soit directement, soit par le neutre, les rails de grues de chantiers, on évitera des accidents de ce genre, provoqués par la rupture du conducteur neutre, coïncidant avec un défaut d'isolement de l'installation. C'est la raison pour laquelle l'Ordonnance en question prescrit la mise à la terre supplémentaire des rails, même lorsque le bâti de l'engin de levage et son appareillage sont mis à la terre directement ou par le neutre. Dans les réseaux avec mise à la terre par le neutre, il faut toutefois que le conducteur neutre allant aux rails parte du conducteur neutre du réseau *avant* la prise pour le raccordement du câble d'amenée de courant à la grue. Cette disposition est indispensable pour que la liaison demeure efficace en cas de rupture inopinée du conducteur neutre dans le câble de raccordement à la grue. Il n'est néanmoins pas exigé que les rails soient mis à la terre par le neutre; il suffit aussi de les relier à une canalisation d'eau. Sur les chantiers, cela est généralement possible sans grands frais, car on dispose presque toujours d'une installation d'amenée d'eau pour les travaux. Une mise à la terre supplémentaire des rails à des électrodes artificielles ne peut toutefois être utile que si l'on dispose d'une bonne électrode de terre, c'est-à-dire d'une canalisation d'eau ou d'une électrode en ruban de grande étendue et présentant une faible résistance de passage. Par contre, l'efficacité de la protection serait très douteuse si l'on se bornait à de simples piquets ou plaques métalliques, car de telles électrodes ne sont que rarement capables d'empêcher des tensions de contact dangereuses en cas de défaut d'isolement.

Lors du raccordement de grues de chantiers, les entreprises électriques sont donc tenues d'insister, pour que les rails soient reliés avec une électrode de terre de faible résistance (de préférence une canalisation d'eau), au moyen d'un fil de cuivre d'au moins 25 mm² de section (Prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures, § 25, chiffre 2). Lorsqu'il s'agit d'un réseau avec mise à la terre par le neutre, les rails seront reliés soit à une bonne électrode de terre, soit au conducteur neutre du réseau. Dans ce dernier cas, la liaison devra se faire indépendamment de l'amenée de courant à la grue, c'est-à-dire *avant* la prise de courant du câble de raccordement. Il va de soi que, dans les réseaux avec mise à la terre par le neutre, le bâti de la grue et ses appareillages électriques doivent être mis régulièrement au neutre, nonobstant la mise à la terre supplémentaire des rails.

*F. Sibler*

# Estampilles d'essai et procès-verbaux d'essai de l'ASE

## I. Marque de qualité

**B. Pour interrupteurs, prises de courant, coupe-circuit à fusibles, boîtes de jonction, transformateurs de faible puissance, douilles de lampes, condensateurs.**

**pour conducteurs isolés.**

**Transformateurs de faible puissance**

A partir du 1er avril 1955.

***Franz Carl Weber S. A., Zurich.***
Repr. de la maison Märklin & Cie, S. à r. l. frères, Göppingen.

Marque de fabrique: MÄRKLIN.

Transformateurs pour jouets.

Utilisation: transportables, dans des locaux secs.

Exécution: transformateurs monophasés, non résistants aux courts-circuits, classe 2b, modèle 278 A. Boîtier en tôle de fer.

Puissance: 16 VA.

Tensions:

primaire 125 V.
secondaire max. 16 V.
réglable progressivement.

## III. Signe «antiparasite» de l'ASE

Sur la base de l'épreuve d'admission, subie avec succès, selon le § 5 du *Règlement pour l'octroi du signe «antiparasite» de l'ASE* [voir Bull. ASE t. 25(1934), n° 23, p. 635...639, et n° 26, p. 778], le droit à ce signe a été accordé:

A partir du 1er avril 1955.

***S. A. SOVICO, 14b, Place St-François, Lausanne.***

Marque de fabrique: BAMIX.

Petit batteur-mélangeur BAMIX.
220 V. 40 W.

## IV. Procès-verbaux d'essai

[Voir Bull. ASE t. 29(1938), N° 16, p. 449.]

Valable jusqu'à fin février 1958.

**P. N° 2692.**

*Objet:* **Machine à laver**

*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 30467a/I, du 16 févr. 1955.
*Commettant:* Electro-Pol S. A., 17, Sempacherstrasse, Lucerne.

*Inscriptions:*

ROBUSTA
noir - blanc
Waschmaschinen
Grob u. Schaub / Luzern

| | |
|---|---|
| Fabr. Nr. 1380 | Type Pol 3 |
| Jahr 54 | Freq. 50 |
| V 220 | kW 0,420 |
| Inhalt Lit. 70 | Tr. Wäsche kg 2 |
| interm. Betrieb 50 % | Einschaltdauer 4—5 Min. |




*Description:*

Machine à laver, selon figure, sans chauffage, avec cuve à linge émaillée. Agitateur constitué par un disque nervuré rotatif, disposé excentriquement au fond de la cuve et mettant l'eau et le linge en mouvement. Entraînement par moteur monophasé, ventilé, à induit en court-circuit, avec enroulement auxiliaire, condensateur et interrupteur centrifuge. Interrupteur encastré. Cordon de raccordement à trois conducteurs, fixé à la machine.

Cette machine à laver a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité. Utilisation: dans des locaux mouillés.

Valable jusqu'à fin février 1958.

**P. No. 2693.**

*Objet:* **Machine à laver**

*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 30467a/II, du 16 févr. 1955.
*Commettant:* Electro-Pol S. A., 17, Sempacherstr., Lucerne.

*Inscriptions:*

ROBUSTA
noir - blanc
Waschmaschinen
Grob u. Schaub / Luzern
Fabr. Nr. 1304 Type Pol 2
Jahr 54 Freq. 50
Heiz. kW 1,2 V 220
Mot. kW 0,420 V 220
Inhalt Lit. 70 Tr. Wäsche kg 2
interm. Betrieb 50 % Einschaltdauer 4—5 Min.




*Description:*

Machine à laver, selon figure, avec chauffage. Barreau chauffant logé au fond de la cuve à linge émaillée. Agitateur constitué par un disque nervuré rotatif, disposé excentriquement au fond de la cuve et mettant l'eau et le linge en mouvement. Entraînement par moteur monophasé, ventilé, à induit en court-circuit, avec enroulement auxiliaire, condensateur et interrupteur centrifuge. Interrupteur pour le chauffage et le moteur, encastré. Lampe témoin. Cordon de raccordement à trois conducteurs, fixé à la machine.

Cette machine à laver a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité. Utilisation: dans des locaux mouillés.

---

Valable jusqu'à fin février 1958.

**P. N° 2694.**

*Objet:* **Machine à laver**

*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 30467a/III, du 17 févr. 1955.

*Commettant:* Electro-Pol S. A., 17, Sempacherstr., Lucerne.

—

*Inscriptions:*

ROBUSTA
noir - blanc
Waschmaschinen
Grob u. Schaub / Luzern
Fabr. Nr. 1349 Type Pol 1
Jahr 54 Freq. 50
Heiz kW 3,8 V 380
Mot. kW 0,420 V 380
Inhalt Lit. 70 Tr. Wäsche kg 2
interm. Betrieb 50 % Einschaltdauer 4—5 Min




*Description:*

Machine à laver, selon figure, avec chauffage. Deux barreaux chauffants logés au fond de la cuve à linge émaillée. Agitateur constitué par un disque nervuré rotatif, disposé excentriquement au fond de la cuve et mettant l'eau et le linge en mouvement. Entraînement par moteur monophasé, ventilé, à induit en court-circuit, avec enroulement auxiliaire, condensateur et interrupteur centrifuge. Interrupteur pour le chauffage et le moteur, encastré. Lampe témoin. Cordon de raccordement à trois conducteurs, fixé à la machine.

Cette machine à laver a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité. Utilisation: dans des locaux mouillés.

---

Valable jusqu'à fin février 1958.

**P. N° 2695.**

*Objet:* **Machine à laver**

*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 30467a/IV, du 17 févr. 1955.

*Commettant:* Electro-Pol S. A., 17, Sempacherstr., Lucerne.

*Inscriptions:*

ROBUSTA
noir - blanc
Waschmaschinen
Grob u. Schaub / Luzern
Fabr. Nr. 1368 Type Pol 1 A
Jahr 54 Freq. 50
Heiz. kW 3,8 V 3 × 380
Mot. kW 0,330 V 3 × 380
Inhalt Lit. 70 Tr. Wäsche kg 2
interm. Betrieb 50 % Einschaltdauer 4—5 Min




*Description:*

Machine à laver, selon figure, avec chauffage. Trois barreaux chauffants logés au fond de la cuve à linge émaillée. Agitateur constitué par un disque nervuré rotatif, disposé excentriquement au fond de la cuve et mettant l'eau et le linge en mouvement. Entraînement par moteur triphasé, ventilé, à induit en court-circuit. Interrupteur pour le chauffage et le moteur, encastré. Lampe témoin. Cordon de raccordement à quatre conducteurs, fixé à la machine.

Cette machine à laver a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité. Utilisation: dans des locaux mouillés.

---

**P. N° 2696.**

*Objets:* **Deux aspirateurs de poussière**

*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 30671, du 21 février 1955.

*Commettant:* Mathias Schönenberger, 41, Jupiterstrasse, Zurich.

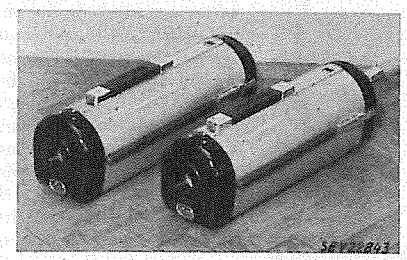
—

*Inscriptions:*

FRIDOR TROFÉ
Made in Holland
Type R 20 220 V 375 W
Type R 22 220 V 425 W

*Description:*

Aspirateurs de poussière, selon figure. Soufflante centrifuge entraînée par moteur monophasé série, dont le fer est isolé des parties métalliques accessibles. Poignée en caoutchouc. Appareil utilisable avec tuyau souple, rallonges et diverses embouchures, pour aspirer et souffler. Interrupteur unipolaire à bascule et fiche d'appareil, encastrés. Cordon de raccordement à conducteurs isolés au caoutchouc, avec fiche et prise d'appareil.



Ces aspirateurs de poussière sont conformes aux «Prescriptions et règles pour aspirateurs électriques de poussière» (Publ. n° 139 f), ainsi qu'au «Règlement pour l'octroi du signe distinctif antiparasite» (Publ. n° 117 f).

---

Valable jusqu'à fin février 1958.

**P. N° 2697.**

*Objet:* **Sorbétière**

*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 30622, du 23 février 1955.

*Commettant:* Michel, Markt S. A., 35a, Löwenstrasse, Zurich.

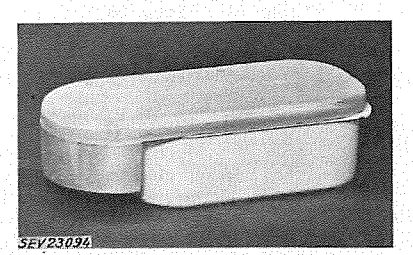
—

*Inscriptions:*

HOME AID
Ice Cream Freezer
Volt 220 Hz 50 Motorleist. 18 Watt
The Entreprise Mfg. Co. of Pa. Phila. 33 Pa.
Made in U. S. A.

*Description:*

Sorbétière, selon figure, pour logement dans le compartiment de congélation d'un réfrigérateur. Moteur monophasé autodémarreur, à induit en court-circuit, avec réducteur de




vitesse et agitateur, dans un carter en métal léger. L'agitateur est introduit dans un récipient à glace. Cordon de raccordement méplat à trois conducteurs, fixé à la sorbétière, avec fiche 2 P + T.

Cette sorbétière a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité.

---

Valable jusqu'à fin février 1958.

**P. N° 2698.**

*Objet:* **Machine à laver**

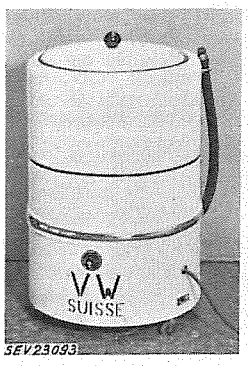
*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 30566, du 16 février 1955.

*Commettant:* E. Somazzi, 12—14, Weberstrasse, Zurich.

—

*Inscriptions:*

V W
Suisse
(également Lavex, Gewa, Andromatic, Noir-Blanche, Polo, Rigi)
E. Somazzi Zürich
Motor V 380 W 360
Hzg. V 2 × 380 W 3500
F. No. 5779




*Description:*

Machine à laver, selon figure, avec chauffage. Barreaux chauffants au fond de la cuve à linge émaillée. Agitateur constitué par un disque nervuré rotatif, disposé excentriquement au fond de la cuve. Calotte perforée, également rotative, destinée à écarter le linge de l'agitateur. Entraînement par moteur monophasé, ventilé, à induit en court-circuit, avec enroulement auxiliaire et interrupteur centrifuge. Interrupteur encastré pour le chauffage et le moteur. Cordon de raccordement à trois conducteurs, fixé à la machine, avec fiche 2 P + T. Machine également mise sur le marché avec moteur à 220 V et avec chauffage de 1,2 à 2 kW.

Cette machine à laver a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité. Utilisation: dans des locaux mouillés.

---

**P. N° 2699.**

*Objets:*

**Tubes isolants armés, à plissure longitudinale**

*Procès-verbal d'essai ASE:*
O. N° 28043–1 I, du 6 février 1953.

*Commettant:* Dätwyler S. A., Altdorf-Uri.

—

*Désignation:*

Tube isolant en acier plombé SNV 24720
Grandeurs 9, 11, 13,5, 16, 23, 29, 36 et 48 mm

*Inscriptions:*

DAG ASEV

*Description:*

Tubes isolants constitués par un tube de papier à plusieurs couches imprégné de masse isolante noire. La couche de papier intérieure est disposée dans le sens longitudinal, tandis que les autres couches sont enroulées sur la première. Le tube de papier est logé dans une gaine en tôle d'acier plombée, à plissure longitudinale. Longueur de fabrication 3 m.

Ces tubes isolants ont subi avec succès les essais selon les «Prescriptions pour tubes isolants» (Publ. n° 180 f).

*Utilisation:* dans des installations intérieures.

**Les tubes isolants armés de cette exécution portent la marque de qualité de l'ASE; ils sont soumis à des épreuves périodiques.**

**P. N° 2700.**

*Objets:*

**Tubes isolants armés, à plissure longitudinale**

*Procès-verbaux d'essai ASE:*
O. N° 29918/I–4 I, du 18 août 1954.
O. N° 30205/I–4 I, du 18 octobre 1954.
O. N° 30205/II–4 I, du 4 décembre 1954.
O. N° 30205/b–4 I, du 27 décembre 1954.
O. N° 30205/c–4 I, du 12 février 1955.

*Commettant:* Jansen & Cie S. A., Oberriet (SG).

—

*Désignation:*

Tube isolant en acier plombé SNV 24720
Grandeurs 9, 11, 13,5, 16, 23, 29, 36 et 48 mm

*Inscriptions:*

JANSEN ASEV

*Description:*

Tubes isolants constitués par un tube de papier à plusieurs couches imprégné de masse isolante noire. La couche de papier intérieure est disposée dans le sens longitudinal, tandis que les autres couches sont enroulées sur la première. Le tube de papier est logé dans une gaine en tôle d'acier plombée, à plissure longitudinale. Longueur de fabrication 3 m.

Ces tubes isolants ont subi avec succès les essais selon les «Prescriptions pour tubes isolants» (Publ. n° 180 f).

*Utilisation:* dans des installations intérieures.

**Les tubes isolants armés de cette exécution portent la marque de qualité de l'ASE; ils sont soumis à des épreuves périodiques.**

**P. N° 2701.**

*Objets:*

**Tubes isolants armés, à plissure longitudinale**

*Procès-verbaux d'essai ASE:*
O. N° 28878/II–3 I, du 30 octobre 1953.
O. N° 30176/I–3 I, du 15 octobre 1954.
O. N° 30565–3 I, du 10 février 1955.

*Commettant:* Fabrique de tubes isolants de Hallau S. A., Hallau (SH).

—

*Désignation:*

Tube isolant en acier plombé SNV 24720
Grandeurs 9, 11, 13,5, 16, 23, 29 et 36 mm

*Inscriptions:*

HALLAU ASEV

*Description:*

Tubes isolants constitués par un tube de papier à plusieurs couches imprégné de masse isolante noire. La couche de papier intérieure est disposée dans le sens longitudinal, tandis que les autres couches sont enroulées sur la première. Le tube de papier est logé dans une gaine en tôle d'acier plombée, à plissure longitudinale. Longueur de fabrication 3 m.

Ces tubes isolants ont subi avec succès les essais selon les «Prescriptions pour tubes isolants» (Publ. n° 180 f).

*Utilisation:* dans des installations intérieures.

**Les tubes isolants armés de cette exécution portent la marque de qualité de l'ASE; ils sont soumis à des épreuves périodiques.**

**P. N° 2702.**

*Objets:*

## Tubes isolants armés, à plissure longitudinale

*Procès-verbaux d'essai ASE:*
O. N° 28041–2 I, du 6 février 1953.
O. N° 30293–2 I, du 3 décembre 1954.

*Commettant:* S. A. des Câbleries et Tréfileries, Cossonay-Gare (VD).

*Désignation:*
Tube isolant en acier plombé SNV 24720
Grandeurs 9, 11, 13,5, 16, 23, 29, 36 et 48 mm

*Inscriptions:*
COSSONAY ASEV

*Description:*

Tubes isolants constitués par un tube de papier à plusieurs couches imprégné de masse isolante noire. La couche de papier intérieure est disposée dans le sens longitudinal, tandis que les autres couches sont enroulées sur la première. Le tube de papier est logé dans une gaine en tôle d'acier plombée, à plissure longitudinale. Longueur de fabrication 3 m.

Ces tubes isolants ont subi avec succès les essais selon les «Prescriptions pour tubes isolants» (Publ. n° 180 f).

*Utilisation:* dans des installations intérieures.

**Les tubes isolants armés de cette exécution portent la marque de qualité de l'ASE; ils sont soumis à des épreuves périodiques.**

Valable jusqu'à fin mars 1958.

**P. N° 2703.**

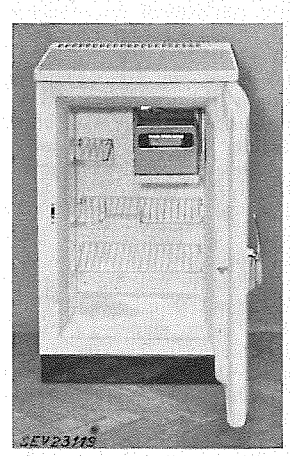
*Objet:* **Réfrigérateur**

*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 30649, du 3 mars 1955.

*Commettant:* S. A. des Produits Electrotechniques Siemens, 35, Löwenstrasse, Zurich.

*Inscriptions:*

SIEMENS
Siemens - Schuckert
AKT 60 (auch AKE 60) Ausf. «N» Nr. 5412
Füllung 0,7 kg $NH_3/H_2O$ 220 V~ 140 W




*Description:*

Réfrigérateur, selon figure. Groupe réfrigérant à absorption fonctionnant en permanence, à refroidissement naturel par air. Evaporateur avec tiroir à glace, disposé latéralement en haut de l'enceinte. Bouilleur logé dans un carter en tôle. Thermostat ajustable avec position de déclenchement. Cordon de raccordement à trois conducteurs, fixé à une boîte de raccordement, avec fiche 2 P + T. Dimensions intérieures: 590 × 360 × 280 mm; extérieures: 850 × 525 × 575 mm. Contenance utile 53 dm³. Poids 42 kg. La partie électrique du réfrigérateur à encastrer, type AKE, est identique à celle du type essayé.

Ce réfrigérateur est conforme aux «Prescriptions et règles pour les armoires frigorifiques de ménage» (Publ. n° 136 f).

Valable jusqu'à fin mars 1958.

**P. N° 2704.**

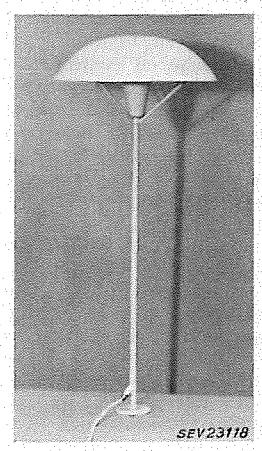
*Objet:* **Luminaire de jardin**

*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 30065c, du 3 mars 1955.

*Commettant:* R. Iselin S. A., 22, Nordstrasse, Zurich.

*Inscriptions:*

R. Iselin
A-G
Zürich 6




*Description:*

Luminaire de jardin à éclairage indirect, selon figure. Réflecteurs métalliques et douille de lampe E 27 fixés à un tube métallique d'environ 1,1 m de longueur, dans lequel est introduit un cordon à deux conducteurs sous double gaine isolante, par entrée filetée avec bague de serrage en caoutchouc. Fiche 2 P + T. Le tube métallique renferme un tube de papier bakélisé assurant un double isolement. Le pied du luminaire est prévu pour être enfoncé dans le sol.

Ce luminaire de jardin a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité.

Valable jusqu'à fin mars 1958.

**P. N° 2705.**

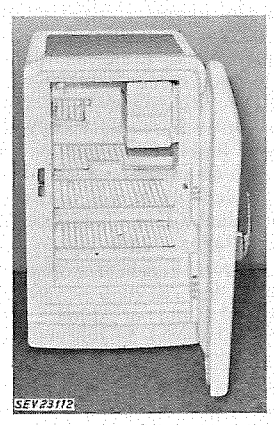
*Objet:* **Réfrigérateur**

*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 30593, du 1er mars 1955.

*Commettant:* Novelectric S. A., 25, Claridenstrasse, Zurich.

*Inscriptions:*

ELAN
Joh. Wohlhöfner K. G. Bamberg
Bruttoinhalt 90 Liter Nettoinhalt 86 Liter
Ausführung «N» Kältemittel 0,28 kg F 12
Netzspg. ~ 220 V 50 Per./s Nennaufnahme 110 W
Made in Germany




*Description:*

Réfrigérateur, selon figure. Groupe réfrigérant à compresseur, à refroidissement naturel par air. Compresseur à piston et moteur monophasé à induit en court-circuit, avec enroulement auxiliaire, formant un seul bloc. Disjoncteur de protection du moteur disposé séparément. Evaporateur avec enceinte pour conserves surgelées et tiroirs à glace. Thermostat ajustable, avec position de déclenchement. Extérieur et intérieur laqué blanc. Cordon de raccordement à trois conducteurs, fixé au réfrigérateur, avec fiche 2 P + T. Dimensions intérieures: 660 × 400 × 375 mm; extérieures: 920 × 555 × 635 mm. Contenance utile 84 dm³. Poids 60 kg.

Ce réfrigérateur est conforme aux «Prescriptions et règles pour les armoires frigorifiques de ménage» (Publ. n° 136 f).

**P. N° 2706.**

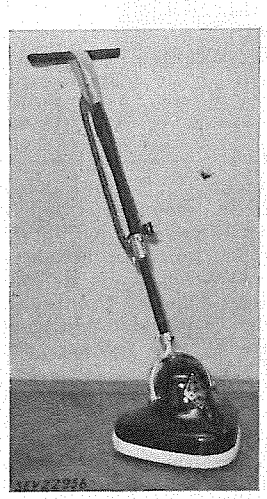
*Objet:* **Cireuse**

*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 30095a, du 1er mars 1955.

*Commettant:* Electro-Pol S. A., 17, Sempacherstrasse, Lucerne.

*Inscriptions:*

ElectroPOL
ELECTROPOL AG. LUZERN
Staubsauger
12102 V 220 W 300



*Description:*

Cireuse, selon figure. Trois brosses plates entraînées par courroie plate et moteur monophasé série, ventilé, dont le fer est isolé des parties métalliques accessibles. Plaque de base en fonte de métal léger, carcasse en matière isolante moulée. Interrupteur unipolaire à bascule avec isolation renforcée, encastré dans la barre de guidage. Poignées isolées. Cordon de raccordement à deux conducteurs, fixé à la machine, avec fiche 2 P.

Cette cireuse a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité. Elle est conforme au «Règlement pour l'octroi du signe distinctif antiparasite» (Publ. n° 117 f).

---

Valable jusqu'à fin février 1958.

**P. N° 2707.**

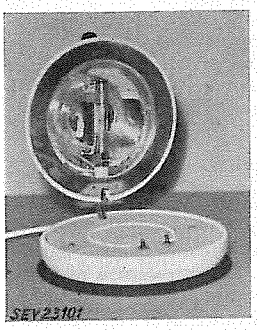
*Objet:* **Appareil d'irridiation**

*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 30585, du 28 février 1955.

*Commettant:* C. Wiesendanger, 7, Austrasse, Zurich.

*Inscriptions:*

ASTRALUX-PORTABLE
C. Wiesendanger, Zürich 34
Telefon 35 39 55
220 Volt ~ 300 Watt
Portable Nr. 18610
Nur für trockene Räume



*Description:*

Appareil d'irridiation à rayons ultraviolets et infrarouges, selon figure. Brûleur à quartz avec résistance additionnelle logée dans un tube de quartz circulaire et servant à la stabilisation du brûleur, ainsi qu'à la radiation thermique. Réflecteur en métal léger, pivotable verticalement. Deux interrupteurs à bascule dans le socle, pour fonctionnement UV + IR ou IR. Condensateur de déparasitage dans le socle. Cordon de raccordement sous double gaine isolante, fixé à l'appareil, avec fiche 2 P. Poignée en matière isolante.

Cet appareil d'irridiation a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité. Il est conforme au «Règlement pour l'octroi du signe distinctif antiparasite» (Publ. n° 117 f).

---

Valable jusqu'à fin février 1958.

**P. N° 2708.**

*Objet:* **Brûleur à mazout**

*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 30113b, du 2 mars 1955.

*Commettant:* OMA, Construction du brûleurs à mazout et de machines S. A., 8, Aegertenstrasse, Zurich.

*Inscriptions:*

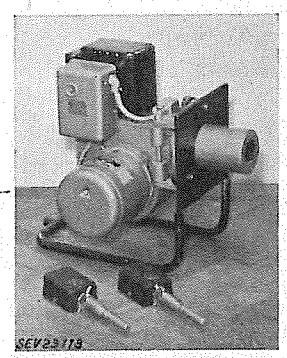
RAY
Serial 203035 Type JPF Volts 230 Cycles 50
Oil Burner Co. San Francisco

*sur le moteur:*

CENTURY Oil Burner Motor
V 230 A 1,4 1 Ph. 50 Cy. Code P Rot. CW
Frame C 56 NZ Model SP · 63 Y. D
HP 1/8 R. P. M. 1450 Ser. No. AJ4 Spec. 16430
Time cont. 55 °C Enc. Thermal Protector KM 1
Century Elec. Co. St. Louis, Mo.

*sur le transformateur d'allumage:*

Fabrik für elektr. Apparate
ERNST SCHLATTER DÜBENDORF
Kl. Ha 1 Ph. 50 ~ Typ Z Tr B F. No. 491
$U_1$ 220 V $U_2$ 14000 Vampl. $N_1$ k 220 VA $I_{ak}$ 13,5 mA



*Description:*

Brûleur automatique à mazout, selon figure. Vaporisation du mazout par pompe et gicleur. Allumage à haute tension. Soufflante centrifuge pour l'air de combustion. Entraînement par moteur monophasé à induit en court-circuit, avec enroulement auxiliaire et interrupteur centrifuge. Commande par appareil automatique adossé, avec pyrostat, et deux thermostats de chaudière à tube plongeur «Honeywell». Bornes de raccordement centrales et vis de mise à la terre.

Ce brûleur à mazout a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité, en ce qui concerne la partie électrique. Il est conforme au «Règlement pour l'octroi du signe distinctif antiparasite» (Publ. n° 117 f).

---

Valable jusqu'à fin mars 1958.

**P. N° 2709.**

*Objet:* **Conditionneur d'air**

*Procès-verbal d'essai ASE:* O. N° 30635, du 7 mars 1955.

*Commettant:* Ameropa S. A., 21, Aeschenvorstadt, Bâle.
Représentant général pour la Suisse: A.-G. für Technische Neuheiten, Binningen-Bâle.

*Inscriptions:*

FEDDERS
Ameropa AG. Basel
220 Volt Max. 880 Watt
50 Hz Kältemittel F 12



*Description:*

Conditionneur d'air, selon figure, pour montage dans une fenêtre. Boîtier en tôle renfermant les dispositifs suivants: Groupe réfrigérant à compresseur, à refroidissement par air. Compresseur à piston et moteur monophasé, à induit en court-circuit, avec enroulement auxiliaire et condensateur de démarrage, formant un seul bloc. Relais pour le déclenchement de l'enroulement auxiliaire et du condensateur à la fin du démarrage. Disjoncteur de protection du moteur, séparé. Deux ventilateurs entraînés chacun par un moteur monophasé autodémarreur, à induit en court-circuit. Un interrupteur à touches, un thermostat et un clapet d'air permettent les modes de service suivants: Refroidissement, refroidissement avec admission d'air frais, ventilation, circulation d'air et évacuation d'air. Cordon de raccordement à trois conducteurs sous double gaine isolante, fixé dans une boîte de raccordement, avec fiche 2 P + T.

Ce conditionneur d'air a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité.

# Communications des organes des Associations

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels de l'ASE et des organes communs de l'ASE et de l'UCS

## Comité de l'ASE

Le Comité de l'ASE a tenu sa 143e séance le 8 mars 1955, sous la présidence de M. F. Tank, président. Afin de prouver l'attachement de l'ASE aux écoles polytechniques, il a décidé de participer pour un montant approprié à la collecte de jubilé de l'EPF. Dans ce même esprit, il a en outre décidé de faire après coup un don à l'Ecole Polytechnique de l'Université de Lausanne, qui a fêté son jubilaire l'année passée.

Le Comité a pris connaissance des décomptes finaux au sujet de la publication de l'ouvrage du professeur Sachs. Il a approuvé, avec remerciements pour les services rendus, la dissolution de la Commission pour les essais de givrage et le transfert de cette action à l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches. Il a pris position au sujet des questions soulevées par la réglementation concernant l'octroi, par les PTT, de concessions pour les installations de télécommande centralisée et décidé d'agir en commun avec l'UCS pour la suite de cette affaire.

Le Comité a poursuivi très attentivement la discussion concernant l'organisation des relations entre l'ASE et l'UCS, ainsi que l'organisation des Institutions communes, notamment au sujet du Bulletin de l'ASE et de la collaboration entre la rédaction du Bulletin et celle des «Pages de l'UCS».

---

## Comité Technique 40 du CES

### Pièces détachées pour équipement électronique

A la réunion du Comité d'Action de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI) à Philadelphie, en septembre 1955, il avait été décidé que le domaine des essais du matériel dont s'occupait jusqu'ici le Comité d'Etudes n° 12 (CE 12), Radiocommunications, sera désormais confié au nouveau Comité d'Etudes n° 40, Pièces détachées pour équipement électronique. Cette réorganisation a également eu lieu sur le plan national. Le nouveau CT 40 a tenu sa première séance le 25 février 1955, à Zurich, sous la présidence de M. W. Druey, et s'est occupé principalement de questions d'organisation. Conformément au CE n° 40 de la CEI, les sous-commissions suivantes ont été constituées:

a) SC 40–1: Condensateurs et résistances
b) SC 40–2: Câbles et connecteurs à haute fréquence
c) SC 40–3: Cristaux piézoélectriques
d) SC 40–4: Pièces détachées électromécaniques

Alors que les deux premières sous-commissions provenaient du CT 12, les SC 40–3 et 40–4 doivent être constituées spécialement. En ce qui concerne le domaine d'activité du CE n° 40 de la CEI, il a été décidé de proposer sur le plan international de laisser de côté *tous* les redresseurs. En revanche, le CES insistera pour que les douilles de tubes électroniques fassent partie du domaine du Sous-Comité 40–4. Une proposition en ce sens a été adressée entre temps à la CEI.

---

*Sous-commission 40–1, Condensateurs et résistances*

A l'issue de la séance constitutive du CT 40 du CES, la sous-commission 40–1, Condensateurs et résistances, a tenu sa première séance le 25 février 1955, à Zurich, sous la présidence de M. W. Druey, président. Les travaux en suspens ont pu être immédiatement poursuivis par cette nouvelle sous-commission 40–1, qui remplace l'ancienne sous-commission pour l'essai des pièces détachées pour appareils de télécommunication du CT 12, mais dont les membres sont les mêmes (cette réorganisation a été décidée afin d'adapter l'organisation du CES à celle de la CEI). La sous-commission avait à examiner en vue de la reviser la Publication n° 68 de la CEI, Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique des pièces détachées. Un représentant du Laboratoire de recherches et d'essai de la Direction générale des PTT a démontré la nouvelle méthode d'essais en brouillard salin avec aérosols, mise au point par les PTT et qui offre de notables avantages sur la méthode indiquée dans la Publication n° 68 de la CEI. Il a été décidé à l'unanimité de proposer cette méthode sur le plan international et, si possible, de présenter cet appareillage à la prochaine réunion du Sous-Comité 40–1 de la CEI, à Londres. L'essai des pièces détachées est également encore insuffisant en ce qui concerne la résistance aux moisissures, de sorte qu'il serait désirable que les conditions d'essai soient rendues plus sévères. L'ancienne proposition suisse au sujet d'une extension de l'étendue de la pression atmosphérique admissible pour les conditions normales durant les essais devra être soumise à nouveau. Un petit comité de travail a été institué pour l'élaboration d'un document à diffuser internationalement. Ce comité a été chargé de tenir également compte des propositions d'amélioration à apporter éventuellement à d'autres dispositions de la Publication n° 68 de la CEI, qui n'ont pas encore été discutées.

---

## Nouveau système de prises de courant 10 A, 250 V, pour usages domestiques et analogues

Le Comité de l'ASE a mis en vigueur, les 15 août 1952 et 1er octobre 1953, les Normes de dimensions SNV 24504... 24509 concernant les prises de courant 10 A, 250 V, pour usages domestiques et analogues, selon le nouveau système, et, le 1er novembre 1953, les Prescriptions pour prises de courant qui avaient été modifiées en conséquence (Publication de l'ASE n° 120 f, Ve édition). Les diverses publications à ce sujet ont paru dans les numéros suivants du Bulletin de l'ASE:

t. 43(1952), n° 1, p. 23...28: Normes de dimensions.
t. 42(1952), n° 19, p. 788: Mise en vigueur des Normes de dimensions modifiées et complétées.
t. 44(1953), n° 8, p. 394...396: Dispositions générales et Feuille synoptique concernant les Normes (provisoires).
t. 44(1953), n° 13, p. 598...600: Revision partielle des Prescriptions pour prises de courant.
t. 44(1953), n° 14, p. 644, et t. 44(1953), n° 21, p. 932: Modification des Normes de dimensions et mise en vigueur.
t. 44(1953), n° 23, p. 1016: Mise en vigueur de la revision partielle des Prescriptions.
t. 44(1953), n° 24, p. 1047...1048: Directives provisoires.
t. 44(1953), n° 25, p. 1072: Publication des Normes de dimension et des Directives provisoires.
t. 45(1954), n° 2, p. 56: Publication de Prescriptions modifiées.
t. 45(1954), n° 7, p. 236: Publication des Directives mises au net.
t. 46(1955), n° 3, p. 145...146 et n° 6, p. 279: Dispositions générales et Feuille synoptique concernant les Normes (définitives) et mise en vigueur (publication durant le second semestre de 1955).

En vertu du § 309 des Prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures, tout matériel non conforme aux Normes et autres Prescriptions de l'ASE ne peut être utilisé, après leur mise en vigueur, dans des installations nouvelles ou à modifier, que pendant le délai de transition fixé par la Commission d'administration de l'ASE et de l'UCS. Pour les Prescriptions et Normes dont il est ici question, ce délai de transition a été fixé au *14 août 1955*.

Les *règles de construction* pour les nouvelles prises de courant sont indiquées dans les Prescriptions et Normes en question. Une liste des points essentiels a été adressée le 19 février 1955 à tous les fabricants et représentants qui ont conclu avec les Institutions de contrôle de l'ASE un contrat concernant le droit à la marque de qualité pour les prises de courant. Cette liste sera également adressée aux autres firmes qui en feront la demande.

Les *règles d'application* pour les nouvelles prises de courant sont indiquées en détail dans les Directives. On peut se les procurer auprès de l'Administration commune de l'ASE et de l'UCS, 301, Seefeldstrasse, Zurich 8. Il s'agit des Directives mises au net et publiées sous forme d'un tiré à part n° S 1879, sur papier blanc, séparément en langue française et en langue allemande. Les points essentiels de ces Directives sont brièvement les suivants:

A l'expiration du délai de transition, les prescriptions ci-après devront être observées:

a) Dans la règle, les prises et fiches déjà installées pourront continuer à être utilisées.

b) Les prises de courant mobiles 2 P, type 1, selon Norme SNV 24505 (par exemple fiches, prises mobiles, bouchons-prises et prises multiples transportables) ne pourront encore être installées qu'à la condition que les profils minima du corps de la fiche et du corps de la prise soient conformes à la modification a de cette Norme.

c) Les prises fixes 2 P sans contact de protection, type 1, selon Norme SNV 24505 (par exemple prises murales) ne devront plus être installées. Font toutefois exception les prises pour rasoirs électriques avec fusible spécial incorporé pour max. 0,5 A (dorénavant type 12 Z) et les prises type 1d, qui seront désormais réservées pour le secondaire de transformateurs de protection. Dans la règle, les prises fixes type 1 seront remplacées par les nouvelles prises avec alvéole de contact de protection ouverte ou recouverte, type 12 ou 12 Z, selon Norme SNV 24507, Modification a.

d) Les fiches 2 P + T, type 2, selon Norme SNV 24507 inchangée, ne devront plus être installées. Dans la règle, elles seront tout d'abord remplacées par les fiches de transition type 14, selon Norme SNV 24509, ou exceptionnellement par les fiches définitives type 12, selon Norme SNV 24507, Modification a.

e) Les prises 2 P + T, type 2, selon Norme SNV 24507 inchangée, ne devront plus être installées. Dans la règle, elles seront tout d'abord remplacées par les prises de transition type 14, selon Norme SNV 24509, ou exceptionnellement par les prises définitives type 13, selon Norme 24508.

f) La variation des prises de courant pour des motifs d'ordre tarifaire pourra être maintenue en principe. Toutefois, afin de simplifier et d'uniformiser les prises de courant, il faudra autant que possible tenir compte des recommandations de la Feuille synoptique SNV 24503, Modification a, au sujet des types secondaires a, b et c.

Enfin, il est rappelé que le nouveau système de prises de courant 10 A, 250 V, a été établi dans le but d'obtenir, d'une part, une protection ipso facto contre l'apparition de tension de contact inadmissibles, par mise au neutre, mise à la terre de protection ou couplage de protection dans le cas d'appareils transportables particulièrement dangereux, sans apporter de restrictions à la liberté de branchement, et, d'autre part, pour rendre possible un libre branchement dans tous les genres de locaux pour les appareils transportables présentant un isolement spécial. Les nouvelles prises de courant permettront de passer progressivement de l'ancien au nouveau système, sans occasionner de dépenses particulières ou de complications. Dans leur forme définitive, ces prises de courant seront généralement plus maniables que les anciennes. Elles offrent en outre l'avantage de permettre, par une fabrication relativement simple, de constituer également les nouvelles prises de courant pour 10 A, 380 V, pour usages domestiques et analogues, publiées et mises en vigueur dans le Bulletin de l'ASE 1955, n$^{os}$ 3 et 6, p. 142...144 et 279.

Les fabricants et les vendeurs de prises de courant pour usages domestiques et analogues, ainsi que les fournisseurs d'énergie électrique et les installateurs, de même que le public en général, sont priés de faciliter et d'accélérer l'introduction de ce nouveau système de prises de courant, en appliquant judicieusement les prescriptions, normes et directives ci-dessus et en observant scrupuleusement le délai de transition, car ce système a été conçu dans le but d'accroître la sécurité, la liberté d'utilisation et le rendement économique lors de l'utilisation d'appareils et de machines transportables.

---

## Neuvième examen de contrôleurs

Le neuvième examen de contrôleurs d'installations électriques intérieures a eu lieu à Lucerne, à l'Hôtel Rütli, du 5 au 6 avril 1955. Les candidats, venus de la Suisse alémanique étaient au nombre de 12, dont 10 se présentaient pour la première et deux pour la seconde fois. Les 11 candidats suivants ont passé l'examen avec succès:

*Arnet Josef*, Schüpfheim (LU)
*Christen Leo*, Küssnacht a. R. (SZ)
*Fenner Werner*, Wettingen (AG)
*Frank Manfred*, Kriens (LU)
*Hefti Jakob*, Schwanden (GL)
*Hofstetter Meinrad*, Ebikon (LU)
*Padrutt Carl*, Rothenbrunnen (GR)
*Pugni Gabriel*, Rotkreuz (LU)
*Röösli Josef*, Wolhusen (LU)
*Schmid Fritz*, Emmenbrücke (LU)
*Stettler Karl*, Root (LU)

Inspectorat fédéral des
installations à courant fort:
*Commission des examens pour contrôleurs*

---

## Admission de systèmes de compteurs d'électricité à la vérification

En vertu de l'article 25 de la loi fédérale du 24 juin 1909 sur les poids et mesures, et conformément à l'article 16 de l'ordonnance du 23 juin 1933 sur la vérification des compteurs d'électricité, la commission fédérale des poids et mesures a admis à la vérification les systèmes de compteurs d'électricité suivants, en leur attribuant les signes de systèmes indiqués:

Fabricant: *AEG Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.*

S 68
Supplément au
Type J 6 G
compteur d'énergie active, à induction, à un seul système moteur, pour courant alternatif, exécuté en compteur à deux fils

| | |
|---|---|
| tensions nominales | 60...600 V |
| courants nominaux | 5...15 A |
| fréquence nominale | 50 Hz |

S 73
Supplément au
Type T D U 8
compteur d'énergie active, à induction, à trois systèmes moteurs, pour installations triphasées à 4 fils

| | |
|---|---|
| tensions nominales | 3 × 110/63,5...3 × 500/290 V |
| courants nominaux | 5...100 A |
| fréquences nominales | 40...60 Hz |

Berne, le 26 février 1955.

Le président
de la commission fédérale des poids et mesures:
*K. Bretscher*

---

**Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens,** édité par l'Association Suisse des Electriciens comme organe commun de l'Association Suisse des Electriciens et de l'Union des Centrales Suisses d'électricité. — **Rédaction:** Secrétariat de l'Association Suisse des Electriciens, 301, Seefeldstrasse, Zurich 8, téléphone (051) 34 12 12, compte de chèques postaux VIII 6133, adresse télégraphique Elektroverein Zurich. — La reproduction du texte ou des figures n'est autorisée que d'entente avec la Rédaction et avec l'indication de la source. — Le Bulletin de l'ASE paraît toutes les 2 semaines en allemand et en français; en outre, un «annuaire» paraît au début de chaque année. — Les communications concernant le texte sont à adresser à la Rédaction, celles concernant les annonces à l'Administration. — **Administration:** case postale Hauptpost, Zurich 1 (Adresse: S. A. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Stauffacherquai 36/40, Zurich 4), téléphone (051) 23 77 44, compte de chèques postaux VIII 8481. — **Abonnement:** Tous les membres reçoivent gratuitement un exemplaire du Bulletin de l'ASE (renseignements auprès du Secrétariat de l'ASE). Prix de l'abonnement pour non-membres en Suisse fr. 45.— par an, fr. 28.— pour six mois, à l'étranger fr. 55.— par an, fr. 33.— pour six mois. Adresser les commandes d'abonnements à l'Administration. Prix de numéros isolés en Suisse fr. 3.—, à l'étranger fr. 3.50.

*Rédacteur en chef:* **H. Leuch,** ingénieur, secrétaire de l'ASE.
*Rédacteurs:* **H. Marti, E. Schiessl, H. Lütolf,** ingénieurs au secrétariat.

Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (SEV), Seefeldstrasse 301, Zürich 8

# Zeitschriftenrundschau des SEV (21)

*Zusammengestellt von der Bibliothek der Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zürich*

**Die Literaturhinweise sind mit Dezimalindizes nach dem System des Institut International de Bibliographie Bruxelle versehen.**
**Siehe die einführenden Artikel im Bull. SEV Bd. 21(1930), Nr. 2 und 8 und Bd. 40(1949), Nr. 20.**
**Die verwendeten Abkürzungen sind im Jahresheft Bd. 44(1953), S. 107...115 erklärt.**
**Die hier aufgeführten Arbeiten können von den Mitgliedern des SEV aus der Bibliothek des SEV leihweise bezogen werden.**
**Bei Bestellungen sollen Titel, Verfasser und Zeitschrift mit Band und Nummer angegeben werden.**

## 1. Grundlagen, technisch-physikalische Studien

538.3. *Eine Ableitung der Maxwellschen Gleichungen des Vakuums mit Hilfe eines Energiequantenmodells.* Von *Harry Zuhrt.* 4 Fig. Arch. elektr. Übertr. Bd. 8(1954), Nr. 10, S. 447...456.
Neues mechanisches Modell der Träger des elektromagnetischen Feldes, also der Energiequanten (Photonen), neue Eigenschaften, typische Wellenerscheinungen erklärbar, aus den Eigenschaften des Modells werden die Maxwellschen Gleichungen des Vakuums abgeleitet.

538.632. *Anwendung der Hallgeneratoren.* Von *Walter Hartel.* 18 Fig. Siemens Z. Bd. 28(1954), Nr. 8, S. 376...384.
Halleffekt, der Begriff Hallgenerator, Ausführung von Multiplikationen, Durchführung von Rechenoperationen, Ermittlung des Drehmomentes eines Gleichstrommotors, Arbeitsinhalt eines Leistungsimpulses, Steuerung der Hallspannung durch ein Magnetfeld, Steuerung der Hallspannung durch den Steuerstrom des Hallgenerators.

538.632. *Eigenschaften der Hallgeneratoren.* Von *Friedrich Kuhrt.* 16 Fig. Siemens Z. Bd. 28(1954), Nr. 8, S. 370...376.
Geometrische Formgebung, belasteter Hallgenerator, induktionsfreie Abnahme der Hallspannung, Abgleich der ohmschen Nullkomponente, Temperaturabhängigkeit der Hallkonstanten und des spezifischen Widerstandes von Indiumantimonid und Indiumarsenid, Erhöhung der Ausgangsleistung und Empfindlichkeit durch Einbettung und Dünnschliff.

621.3.012 : 621.3.016.35. *Extension de la méthode du diagramme de phase généralisé dans l'étude de la stabilité des systèmes linéaires.* Par *Paul Lefèvre.* Fig., 6 tab. Rev. gén. Electr. t. 63(1954), n° 10, p. 619...640.
Condition de stabilité d'un système linéaire, classification élémentaire des différentes formes d'instabilité, méthode graphique du diagramme de phase, nouvelle méthode d'interprétation, équation caractéristique de quelques systèmes essentiellement instables, intervalle de stabilité, critérium d'amortissement maximum d'un système stable.

621.3.012.2. *Das wechselstromgespeiste Zweispulensystem.* Von *Karl Kuhlmann.* 4 Fig. STZ Bd. 51(1954), Nr. 44, S. 713...717; Nr. 45, S. 729...733.
Entwicklungsgang der Theorie in den letzten fünfzig Jahren, Kreisdiagramme ohne Bezug auf eine bestimmte Maschine auch aufstellbar, wenn man einen mit der Belastung veränderlichen Behn-Eschenburgschen Streufaktor definiert aus prozentualen Anteilen an Streuung und Verlusten zusammengesetzt, Beispiel.

621.3.013. *Der vollkommen leitende Ring unter dem Einfluss von hochfrequenten Strömen und Magnetfeldern.* Von *Herbert Buchholz.* 3 Fig., 1 Tab. Arch. elektr. Übertr. Bd. 8(1954), Nr. 10, S. 427...435.
Verhalten eines vollkommen leitenden Ringes von kreisförmigem Querschnitt gegenüber Hochfrequenzfeldern verschiedener Herkunft, Ringkörper meridionaler Strömung im Feld eines stromdurchflossenen Einzelleiters, Ringkörper bei äquatorialer Strömung.

621.3.013.2. *Campo elettrico di un conduttore bifilare (soluzione rigorosa).* Di *Giuseppe Quilico.* 9 fig. Elettrotecnica vol. 41(1954), no. 10, p. 530...538.
Funzione potenziale relativa al campo laplaciano in due dimensioni dovuto all'insieme di due lunghi conduttori paralleli a sezione circolare, portanti cariche elettriche di eguale segno con carica complementare all'infinito, diametro equivalente, gradiente superficiale, grado di errore delle formule ordinarie, conduttori a contatto.

## 2. Messungen, Messgeräte

621.317.2 (494.34). *Die neue Hochleistungs-Prüfanlage.* Von *A. Gantenbein.* 20 Fig. Bull. Oerlikon Bd. —(1954), Nr. 305, S. 55...68.
Hochleistungs-Prüfanlage der Maschinenfabrik Oerlikon, Disposition der Anlage, Kurzschlussgeneratoren, Stosserregergruppe, Schutzschalter, Zuschalter, Drosselspulen, Sammelschienensystem, Hochspannungstransformatoren, Hochstromtransformator, Gleichrichteranlage, Kommandoraum mit den Schutzeinrichtungen, Prüfzellen, Schaltmomentwähler.

621.317.326. *Zur Bestimmung des Maximalwertes einer schnell veränderlichen Messgrösse.* Von *Robert Schwetzke.* 3 Fig. ATM Lfg. 225 (Oktober 1954), Blatt V 3383–2.
Mechanische Indikatoren, Indikatoren mit indirekter Verformungseinrichtung, Messprinzip, verwendete Schaltelemente, Schaltung, Handhabung, Erprobung.

621.317.33. *Das überbrückte T-Glied als Messbrücke.* Von *Werner Herzog.* 7 Fig. Arch. elektr. Übertr. Bd. 8(1954), Nr. 10, S. 436...438.
Brückengleichung, eine Messbrücke und ihre Beziehungen, Fehler der Schaltelemente, zur Messung von Induktivitäten, Messung der Parallelkapazität von Widerständen, Vorteile und Möglichkeiten eines überbrückten T-Gliedes als Messbrücke.

621.317.333.4. *Fehlermessungen an Fernmeldekabeln.* Von *Wilhelm Graf.* 17 Fig. ATM Lfg. 222 (Juli 1954), Blatt V 35194–4; Lfg. 225 (Oktober 1954), Blatt V 35194–5.
Nebenschlussmessung, Meßschaltung nach Varley, nach Murray, Dreipunkte-Messung nach Graf, Doppelbrückenschleife nach Küpfmüller, Brückenschaltung nach Poleck, Stromverzweigungsmessung nach Graf, Brückenstrommessung nach Hector, entstörte Meßschaltungen, Doppelschaltung nach Widl, quersymmetrische Schaltung nach Graf, Aderbruch, Stoßstellen, Adervertauschung.

621.317.335.3.029.64. *Measurement of Refractive Indices of Air, Nitrogen, Oxygen, Carbon Dioxide and Water Vapour at 3360 Mc./s.* By *W. Jasinski & J. A. Berry.* 3 fig., 2 tab. Proc. Instn. Electr. Engrs., Part III, Vol 101(1954), No. 73, p. 337...343.
Method based on the measurement of the change of the resonant frequency of a cavity resonator when evacuated and when filled with a gas, crystal-controlled frequency standard, experimental arrangement, experimental procedure, results, accuracy.

621.317.336. *Impedance Measurement by Means of a Broadband Circular-Polarization Coupler.* By *Seymour B. Cohn.* 5 fig. Proc. IRE Vol. 42(1954), No. 10, p. 1554...1558.
A probe rotated one turn in the circular waveguide sample a field variation exactly equivalent to that in one guide wavelength of the rectangular waveguide, qualitative explanation of the principle of operations, design relationships, experimental tests, measurement systems utilizing the circular-polarization coupler.

621.317.336 : 621.396.615.143. *Measurement of Circuit Impedance of periodically loaded Structures by Frequency Perturbation.* By *E. J. Nalos.* 3 fig., 1 tab. Proc. IRE Vol. 42(1954), No. 10, p. 1508...1511.
Circuit impedance of a slow-wave structure from experimental measurements of the perturbation in the resonant frequenciers caused by passing small beads through the interaction region, gain parameter of such a structure, when used as a travelling-wave tube.

621.317.336.6. *Zur Theorie des Reflektometers.* Von *Hellmuth Wolf.* 4 Fig. Arch. elektr. Übertr. Bd. 8(1954), Nr. 11, S. 505...512.
Differentialgleichungen eines Systems von n parallelen gekoppelten Leitern über Erde, Anwendung auf ein Zweileitersystem, Lösung der Differentialgleichungen, Auswertung des Ergebnisses, Näherungsformeln für lose Kopplung, Bestimmung der Konstanten eines beliebigen Zweileitersystemes durch Messung, einfaches Zahlenbeispiel.