

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 43 (1952)  
**Heft:** 3  
  
**Rubrik:** Mitteilungen SEV

### **Nutzungsbedingungen**

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

### **Conditions d'utilisation**

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

### **Terms of use**

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

**Download PDF:** 03.04.2026

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

Im Orient wird der mit den Händen arbeitende Mensch vielfach missachtet, weshalb das Ziel der Schüler ist, in eine technisch-administrative Stelle zu gelangen. Da die praktisch und theoretisch gleich gut ausgebildeten Facharbeiter vollkommen fehlen, haben die wichtigsten Gesellschaften, z. B. die Öl-Gesellschaft und die ANIEM, ihre eigenen Schulen, worin sie ihre späteren Angestellten schulen.

### Klimatische Verhältnisse und Einflüsse

Das ganze riesige Inselgebiet wird von den Monsunwinden beherrscht. Es liegt im feucht-warmen Tropengürtel mit den entsprechenden Einflüssen und Gefahren für Menschen und Maschinen. Es ist aber nicht die Wärme, welche für die tropischen Folgen verantwortlich ist, sondern die enorme relative Luftfeuchtigkeit und die eigentümlichen Klimaveränderungen<sup>3)</sup>. Die Feuchtigkeit ist zu gewissen Tageszeiten so gross, dass in kleineren Dieselzentralen im Landesinnern, wo nur im 12-Stundenbetrieb, d. h. von 18.30 bis 06.30 Uhr gearbeitet wird, spezielle Wicklungsheizungen in die Generatoren eingebaut sind, damit diese in den 12 Ruhestunden nicht zuviel Feuchtigkeit aufnehmen. In andern Zentralen wird im Ruhezustand der Generator zugedeckt und mit irgend einem Feuer geheizt. In Zentralen, wo Teillast zur Verfügung steht, erfolgt die Heizung mit unter halber Spannung brennenden Glühlampen (Infrarot). Die Niederschlagsmenge ist sehr gross; es wurden Monatswerte

<sup>3)</sup> Stieger, Jean: Zum Problem der Tropenfestigkeit elektrischer Anlagen. Elektrotechniker Bd. 3(1951), Nr. 2, Februar, S. 35...38.

von 600 mm und mehr gemessen, was für hydroelektrische Anlagen verlockend sein müsste. Die wirtschaftlichen Zentren befinden sich fast ausschliesslich an der feuchtwarmen Küste, während in den Bergen ein für Europäer gesundes Klima herrscht. Wenn auch die Niederschlagsmenge gross ist, so ist die Regendauer kurz, und mit wenigen Ausnahmen besteht das ganze Jahr aus Sonnentagen, unterbrochen durch kurze aber intensive tropische Regen. Dementsprechend sind die Gebäude, vor allem Zentralen und Werkplätze, sehr leicht und luftig erstellt, was überdies mit Rücksicht auf die Erdbebenhäufigkeit von Vorteil ist.

Die Wasserkraftnutzung profitiert von den ausgezeichneten Akkumuliereigenschaften des tropischen Urwaldes, was zu einem in Europa unbekannt günstigen Verlauf der Abflussmengenhäufigkeitskurve führt. Die durch die Unordnung vergrösserte Abholzung grosser Gebiete führt aber, wenn dies so weiter geht, einmal zu schlimmen Folgen, um so mehr, als neben der Wassernutzung in Kraftwerken die künstliche Bewässerung der Reisfelder für die dicht besiedelten Gebiete von viel grösserer und lebenswichtigerer Bedeutung ist. Das Wasserkraftwerk Ketenger in Mitteljava, ein bei 260 m Gefälle mit Pelton-turbinen (Charmilles) ausgerüstetes Kraftwerk, wurde ursprünglich als Pumpwerk zur Bewässerung der in den flachen Küstengebieten liegenden Reisfelder entworfen und war nur in zweiter Linie zur Speisung des öffentlichen Netzes bestimmt.

Adresse des Autors:

Dr. Ing. J. Stieger, A.N.I.E.M., Embong Woengoe, Soerabaja, Java.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Koronaverluste bei sehr hohen Spannungen

621.3.015.532  
[Nach: R. L. Tremaine, A. R. Jones und O. Naef: Corona Loss at Extra-High Voltages. Westinghouse Engineer Bd. 11 (1951), Nr. 5, S. 144...150.]

Je mehr Leitungen für Spannungen über 230 kV gebaut werden, umso wichtiger ist die Berücksichtigung der Korona-Erscheinung.

#### Theorie der Korona-Erscheinung

Wenn auf einem runden, glatten Leiter eine Spannung angelegt wird, bildet sich ein Spannungs-Gradient, dessen Grösse im umgekehrten Sinne zur Distanz vom Leiter abnimmt. Wird die den Leiter umgebende Luft über einen gewissen kritischen Gradienten beansprucht, so entstehen Korona-Entladungen. Die maximale Spannung, ohne dass sich am Leiter Korona-Entladungen bilden, ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$U_0 = g_0 \delta^{\frac{2}{3}} r m \ln \frac{D}{r} \quad (1)$$

wo

- $U_0$  Kritische Spannung zwischen Pol- und Nulleiter, in kV
- $g_0$  kritischer Gradient in kV/cm
- $r$  Leiter-Radius in cm
- $D$  Leiter-Abstand in cm bei Einphasen-System, oder gleichwertiger Polleiter-Abstand bei Drehstrom-System
- $m$  Oberflächenfaktor
- $\delta$  Luft-Dichtigkeitsfaktor

Peterson und Peck geben für den kritischen Gradienten ( $g_0$  in Gl. 1) den Wert 21,1 kV/cm. Neuere Arbeiten zei-

gen aber, dass der aus folgender Gleichung erhaltene Gradient ein genauer Wert ist (von Peck als visueller Gradient bestimmt):

$$g_0 = 21,1 \left( 1 + \frac{0,301}{\sqrt{\delta r}} \right) \quad \text{in kV/cm} \quad (2)$$

#### Einfluss der Leiteroberfläche auf die Korona-Erscheinung

Nach neueren Angaben liegt der Oberflächenfaktor  $m$  (Abweichung der wirklichen Leiteroberfläche von einem glatten Zylinder) bei verwitterten Leitern, für Segmentleiter bei 0,92, für verseilte Leiter bei 0,82...0,85.

Ist eine Leitung ein oder mehrere Tage (Kurzzeit-Alterung) nicht mehr im Betrieb, so wird die Korona-Erscheinung nach Wiederinbetriebsetzung grösser. Sie kehrt aber nach einigen Stunden wieder in den normalen Zustand zurück. Das kurzzeitige Ansteigen der Verluste rührt vermutlich von der Oberflächenverschmutzung des Leiters her.

Bei Langzeit-Alterung (6...12 Monate für neue Leiter) ist die Korona-Erscheinung bei schönem Wetter und bei neueren Leitern grösser als bei älteren. Diese Erscheinung ist schwierig zu erklären, da die Oberfläche des neueren Leiters glatter ist als diejenige eines älteren.

#### Einfluss des Wetters

Das Wetter beeinflusst das Auftreten der Korona-Erscheinung mehr als alles andere. Korona-Verlustresultate, welche in der Prüfanlage von Tidd bei gleichen Prüfspannungen erhalten wurden, gaben Verluste bei schönem Wetter von 1,5 bis 11 kW pro Meile (auf normale atmosphärische Bedingungen reduziert). Lange Leitungen sind wetterempfindlicher als kurze.

Die in Tidd an einer 2-Zoll-ACSR-Leitung und einer 1,65-Zoll-HH-Leitung ausgeführten Versuche ergaben ungefähr gleiche Verluste (21 bzw. 25 kW pro Meile) bei schönem Wetter und bei 520 kV Spannung bzw. unter starkem Regen bei 270 kV.

Bei schönem Wetter waren in Tidd die Korona-Verluste der 1,65-Zoll-HH-Leiter etwas günstiger als die der 2-Zoll-ACSR-Leiter. Dagegen sind bei jedem Wetter die durch-

nicht erwiesen. Höhere Verluste als erwartet wurden in der Wüste beobachtet.

**Einfluss der Leiterentfernung**

Aus der einschlägigen Literatur ist ersichtlich, dass die Korona-Verluste eines Leiters für gegebene Wetter- und Oberflächen-Bedingungen vollständig bestimmt sein können durch den Nominal-Gradienten. Der Einfluss der Leiteranord-

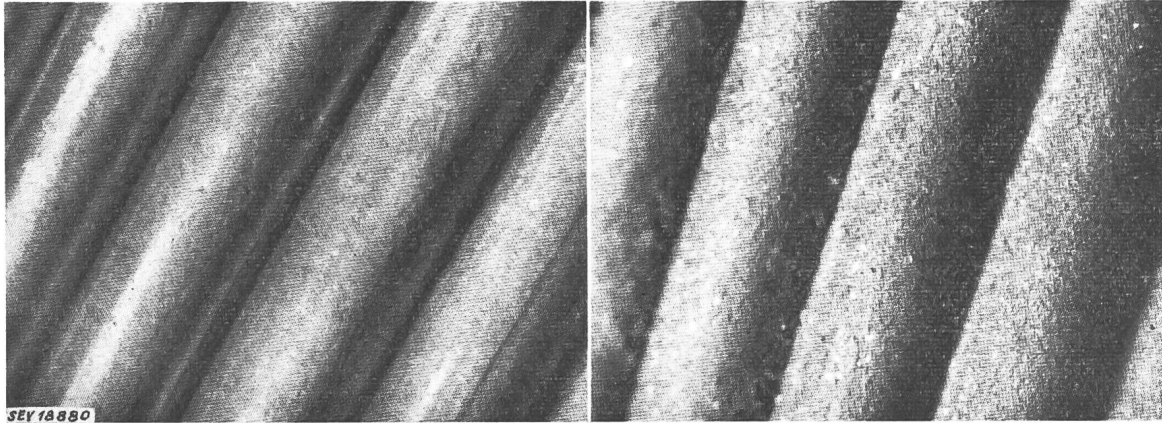


Fig. 1

**Mikrographien von Oberflächen eines 2-Zoll-ACSR-Leiters**

Links: Der neue Leiter; rechts: Derselbe Leiter nach 18 Monaten Betrieb in Tidd. Die Oberfläche sieht hier zwar gröber aus, aber trotzdem sind die Korona-Eigenschaften besser

schnittlichen Korona-Verluste jener etwa 50 % grösser als diejenigen des ACSR-Leiters. Dies beweist, dass die Beobachtungen nur bei schönem Wetter zu irreführenden Resultaten führen können.

Kondensierender Nebel und Raureif verursachten sehr hohe Verluste. Man glaubt, dass diese Erscheinungen nur bei Versuchsleitungen hervortreten, weil bei Leitungen im Betrieb die Temperatur der Leiter normalerweise durch die Wärmeverluste über der Umgebungstemperatur liegt, so dass die Kondensation des Nebels oder Raureif-Bildung wenig wahrscheinlich ist <sup>1)</sup>.

nung kann mit genügender Genauigkeit geschätzt werden. Die Vergrößerung der Polleiterabstände von 32 auf 45 Fuss vermindert den durchschnittlichen Gradienten nur um ca. 5 %. Es ist also wirkungsvoller, statt den Polleiterabstand zu erhöhen, einen stärkeren Leiter oder einen Bündel-Leiter zu verwenden.

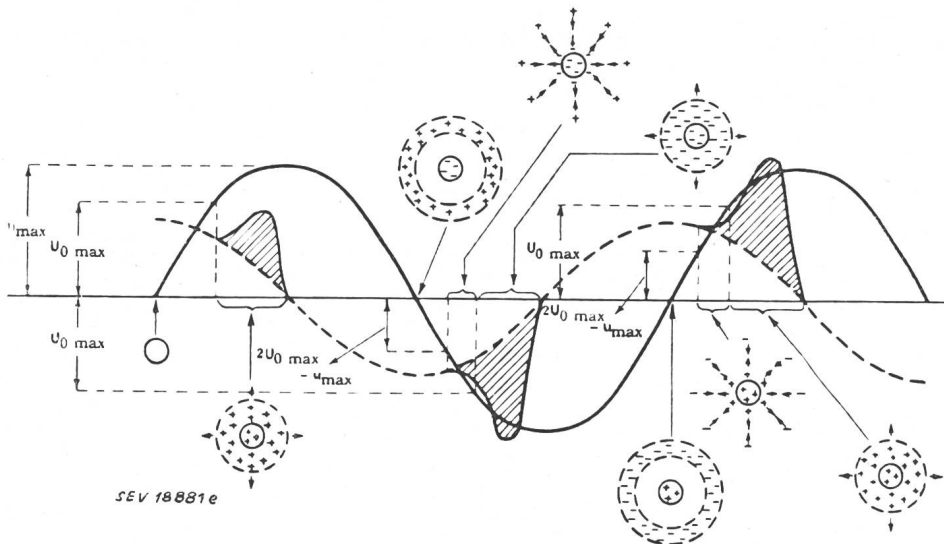
**Ursache des Korona-Effektes**

Wenn man untersucht, was die Ursache des Korona-Effektes ist, so kann man feststellen, dass die Erdatmosphäre in den niedrigen und in den mittleren Lagen immer ein wenig durch kosmische Strahlen ionisiert ist. Wenn der Span-

Fig. 2

**Bildung des Korona-Stromes und der Raumladungen**

Die schraffierten Flächen zeigen, wie der Korona-Strom, im Vergleich zu den normalen Stromkurven, verzerrt ist. Die Verteilung und die Polarität der Raumladungen längs der Spannungskurve (ununterbrochener Strich) sind in der Kreisfläche aufgeführt. Die gestrichelten Kreise stellen die Grenzen der Raumladungen dar, obgleich sich die Grenzen in Wirklichkeit sehr weit ausbreiten und unbestimmt sind



Der Einfluss von Schneefall ist, im Vergleich zu den starken Regen, verhältnismässig klein. Hohe Luftfeuchtigkeit bedingt nur eine leichte Erhöhung der Korona-Verluste.

Der Einfluss der Temperatur und des Barometerstandes werden in Gl. (1) mit dem Faktor  $\delta^{\frac{2}{3}}$  berücksichtigt. Da aber die Beobachtungen bei tiefem Barometerstand und extremen Temperaturen noch sehr ungenügend sind, ist die Anwendung des Faktors  $\delta^{\frac{2}{3}}$  für extreme Bedingungen noch

nungsgradient in der Umgebung einer Übertragungsleitung ca. 30 kV/cm erreicht, entsteht eine zusätzliche Ionisation, die zu dem Durchschlag der Luft in der Nähe der Leiter führt, das heisst zum Korona-Effekt.

**Positiver und negativer Korona-Effekt**

Wenn ein freies Elektron durch das elektrische Feld auf genügende Geschwindigkeit beschleunigt wird, erfolgt eine Stossionisation, wodurch positive Ionen und weitere freie Elektronen entstehen. Ist ein Leiter negativ geladen, so werden die positiven Ionen von ihm angezogen und lösen beim Aufprall auf der Oberfläche des Leiters weitere freie Elek-

<sup>1)</sup> Bemerkung des Referenten: Raureif-Bildung kommt in Europa im Winter oft vor auch an Leitungen, die im Betrieb sind, besonders in den Alpen.

tronen aus, die sich vom Leiter entfernen und mit neutralen Partikeln verbinden, wodurch sie zu negativen Ionen werden. Wegen ihrer relativ kleinen Beweglichkeit wandern diese Ionen langsam in der Form einer negativen Raumladung vom Leiter weg. Ist der Leiter positiv geladen, dann werden die freien Elektronen vom Leiter angezogen. Durch den Zusammenstoss mit neutralen Partikeln bilden sich Elektronen-Lawinen, welche einen hoch ionisierten Zustand um den Leiter herstellen. Die aus diesen Elektronen-Lawinen entstandenen positiven Ionen werden vom Leiter abgestossen und bilden eine positive Raumladung in der Umgebung des Leiters.

**Korona-Effekt bei Wechselstrom**

Die Entstehung des Korona-Effektes bei Wechselspannungen ist komplexer, da dabei die hinterlassenen Raumladungen der vorhergehenden Halbperiode eine Rolle spielen. Der Vorgang der Korona-Entladung ist in Fig. 2 wiedergegeben. Dabei wird angenommen, dass die Spannung bei 0 beginnt. Oberhalb der positiven kritischen Spannung  $U_0$  bilden sich sehr rasch, durch Stossionisation, Elektronen-Lawinen, welche eine schnell anwachsende positive Raumladung erzeugen. Dadurch wird der Korona-Strom gross. Wenn der Scheitelwert der Spannung erreicht ist, steigt die Luftmenge, die ionisiert wird, nicht mehr stark an, so dass nur noch ein kleiner Strom nötig ist zur Beibehaltung der Ionisation. In der Zeit bis die Spannung wieder durch 0 geht kann die Raumladung nicht entionisiert werden. Sie bleibt daher in der Luft und bestimmt mit der angelegten Spannung die Ladung des Leiters. Zur Vereinfachung kann der Einfluss der Raumladung als Spannung betrachtet werden, die der Differenz  $2 U_0 - u$  entspricht. Wenn die Polarität der Spannung wechselt, wird der kritische Gradient überschritten bevor  $U_0$  erreicht ist.

Mit dem Korona-Effekt hängen hörbare und sichtbare Erscheinungen zusammen. Bei dünnen Drähten ergibt sich ein blauweisses Glühen und ein leises Brummen. Bei dicken Leitern (Durchmesser grösser als 12 mm), entstehen bei positiven Halbwellen, 1 bis 4 Zoll lange strahlenförmige Entladungen, welche in kaum sichtbarem halbkugelförmigem Glimmen enden. Bei höheren Spannungen werden sie länger und sind näher beisammen. Bei der 500-kV-Versuchsleitung von Tidd ändert sich diese Entfernung zwischen 6 und 200 Fuss. Bei negativen Halbwellen entstehen dagegen kurze, radiale, gerade Lichtfasern (1 bis 3 Zoll), die nur einige Zoll auseinander liegen und sich mit der Erhöhung der Spannung vermehren und etwas verlängern.

Die Geräusche des Korona-Effektes ändern sich in Funktion der Spannung von einem kaum hörbaren Fauchen bis zu einem knackenden Ton.

**Wirtschaftlichkeit und Korona-Verluste**

Die Erfahrung zeigt, dass bei 230-kV-Leitungen, entsprechend der Formel von Peterson, bei schönem Wetter Korona-Verluste bis zu 1 kW/Meile (3phasig), auftreten.

Wegen seines sehr wichtigen Einflusses versuchten die Forscher in Tidd die durchschnittlichen Korona-Verluste (welche für die Wirtschaftlichkeit der Leitung massgebend sind) in Funktion des jährlichen Regenfalles anzugeben. Danach sind die Korona-Verluste pro Jahr im Vergleich mit den Wärme-Verlusten von nur kleiner wirtschaftlicher Bedeutung.

**Bündelleiter**

Ein Bündelleiter ergibt nebst andern Vorteilen kleine Korona-Verluste ohne übertriebene dicke Leiter. Einen Preisvergleich zwischen Bündel- und Einzel-Leiter kann eine schwedische 220-kV-Zweileiter-Bündel-Leitung bieten: einer Kostenerhöhung von 21 % steht eine mit 30 % höhere Übertragungsfähigkeit gegenüber.

Die Korona-Eigenschaften von Bündelleitern sind sehr verschieden von den Einzelleitern, da der Spannungs-Gradient an der Oberfläche eines Teilleiters nicht gleichmässig ist. Der Höchstwert des Gradienten bei einem Zweileiter-Bündel wird durch folgende Gleichung gegeben:

$$g = \frac{u(1 + 2r/S)}{2r \ln D/\sqrt{rS}} \quad (3)$$

wo

- $g$  maximaler Spannungs-Gradient in kV/cm
- $r$  Radius eines Teilleiters in cm

- $D$  Bündel-Achsen-Abstand in cm bei Einphasen-System oder gleichwertiger Polleiter-Abstand bei Drehstrom-System
- $u$  Spannung gegen Nulleiter in kV
- $S$  Teilleiter-Abstand in cm

Die kritische Spannung gibt folgende Gleichung an:

$$U_0 = \frac{g_0 m \delta^{\frac{2}{3}} 2r \ln D/\sqrt{rS}}{1 + 2r/S} \quad (4)$$

Die Franzosen stellen fest, dass die Korona-Verluste eines Bündels durch das Mittel des durchschnittlichen und maximalen Gradienten genauer angegeben werden können.

Aus Gleichungen 1 und 4 ist ersichtlich, dass ein Zweileiter-Bündel vom Standpunkt der Korona-Verluste mit ca. 150 % der Spannung eines Einzelleiters von gleichem Durchmesser betrieben werden kann.

**Höchstspannungs-Projekte**

Bedingt durch ihre langen Energie-Übertragungs-Leitungen zeigen die Europäer mehr Interesse für Höchstspannungs-Leitungen als die Amerikaner. Während des Weltkrieges planten die Deutschen ein Höchstspannungsnetz, um Energie aus Skandinavien und Süddeutschland in die Energiezentren Europas zu bringen. Gegenwärtig bauen sie eine 4-Leiter-Bündelleitung in Süddeutschland. Für die heute in Frage kommenden Spannungen dürften sehr wahrscheinlich Zweileiter-Bündel genügen.

Die in Frankreich von Breuil nach Paris führende 220-kV-Doppelleitung, bestehend aus 1,04 Zoll verseilten Aluminium-Leitern, ist so konstruiert, dass sie mit 400 kV als Zweileiterbündel gleichen Durchmessers betrieben werden kann.

Die Schweden beendeten eine 380-kV-Leitung mit Zweileiter-Bündeln von 1,25 Zoll aus verseilten Aluminium-Leitern im Abstand von 17 3/4 Zoll, von Harspranget nach Hallsberg. Mit der vorgesehenen Erweiterung des Netzes wird diese Leitung eine totale Länge von 600 Meilen erreichen.

Die in der Schweiz von Riazzino nach Mettlen führenden 225-kV-Leitungen sind vorgesehen für eine Betriebsspannung von 380 kV bei entsprechender Änderung der Leiter oder evtl. für Bündelleiter.

In den USA baut die American Gas and Electric Company eine 63 Meilen lange 300/315-kV-Leitung mit Einleiterkonstruktion 1,6 Zoll, expanded ACSR.

E. Seylaz

**Prüfung der Kriechwegfestigkeit von Isolierstoffen nach der Schneidenmethode**

[Nach H. Franken: Die Entwicklung kriechstromfester Isolierstoffe. Elektrotechniker Bd. 3(1951), Nr. 12, S. 357..359.]

Im Zusammenhang mit der zunehmenden Verwendung von organischen Isolierstoffen wird der Begriff der Kriech-

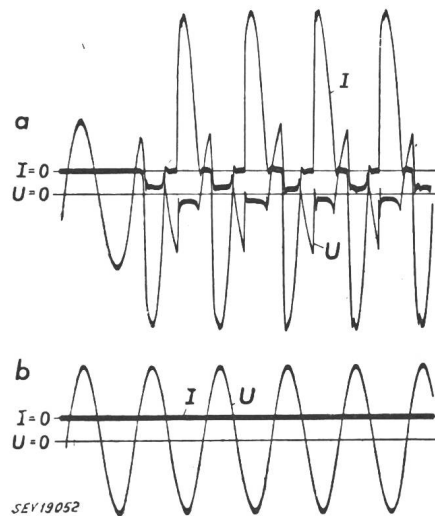


Fig. 1

**Kriechstromverhalten**

a phenolhaltige Masse; b phenolfreie Masse; I Kriechstrom; U Spannung

wegfestigkeit und die Entstehung des Kriechweges erläutert. Die Kriechwegfestigkeit soll technisch sinngemäss bewertet werden, jedoch wird davor gewarnt, ihr ein übertriebenes Gewicht beizumessen. Konstruktive Massnahmen zur Verhinderung der Ausbildung von Kriechwegen müssen durch eine zweckmässige Materialauswahl unterstützt werden. Von den Prüfverfahren für die Beurteilung der Kriechwegfestigkeit wird das bekannte Schneidverfahren genauer untersucht. Es werden Versuche beschrieben, bei denen mit einem Schneidenabstand von 10 mm mit 0,1%iger Nekallösung und mit 550 V gearbeitet wird. Zwischen Preßstoffen auf Phenolbasis und solchen mit stickstoffhaltigen Komponenten, wie Carbamid- oder Melaminharzen besteht in Bezug auf das Kriechstromverhalten ein grundsätzlicher Unterschied, der zum erstenmal an Hand von Oszillogrammen bestätigt wird (Fig. 1). Oszillogramme, welche den Strom-Spannungsverlauf während der Kriechstromprüfung nach der Schneidmethode darstellen, zeigen deutlich, dass bei stickstoffhaltigen Harzen der Stickstoff ein Abreissen und Löschen des Flamm Bogens bewirkt, wodurch die thermische Zersetzung verringert und die Bildung von leitenden Kohlepfeifen verhindert wird. Dadurch wird das Kriechstromverhalten der Carbamid- und Melaminharze einwandfrei erklärt.

M. Zürcher

### Installation eines Seriiekondensators in einer 10-kV-Leitung in Frankreich

621.319.4.062.3 : 621.316.722

[Nach A. Dejou: L'installation de batteries de condensateurs série sur une ligne à 10 kV de la région Lyonnaise, résultats d'exploitation. Bull. Soc. franç. Electr. Bd. 7(1951), Nr. 8, S. 498...502.]

#### Allgemeines

Die Leitung des Vallée d'Azergues (Fig. 1) für 10 kV hat eine relativ grosse Länge und einen kleinen Querschnitt. Der entfernteste Punkt befindet sich 40 km von der Speisestation Le Bois d'Oingt entfernt. Die maximale Belastung

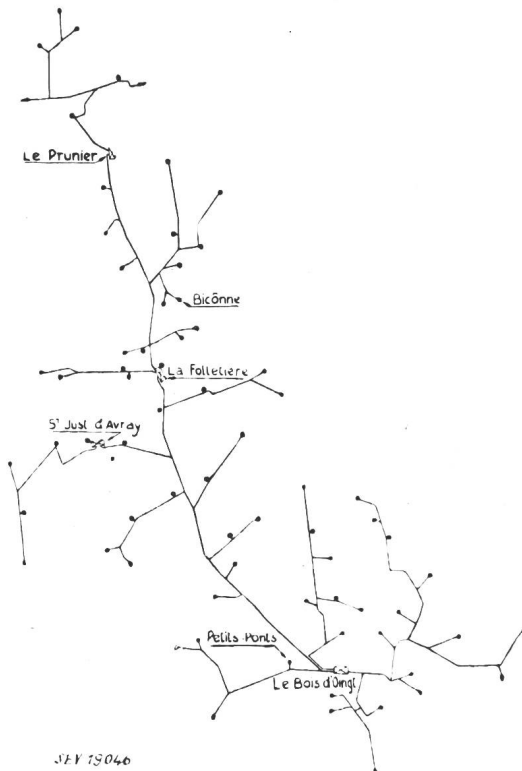


Fig. 1  
10-kV-Netz im Vallée d'Azergues

des 30/10-kV-Transformators in dieser Station beträgt gegenwärtig 700 kW (ca. 900 kVA) im Winter. Der Transformator wird gespeist durch eine 16 km lange 30-kV-Leitung von der 120-kV-Station Villefranche.

Selbst wenn die 30-kV-Spannung in Villefranche sehr gut reguliert wird, beträgt die Spannungsschwankung am ent-

ferntesten Punkt der 10-kV-Leitung noch immer 1000 V, d. h. 10 %, bei der heutigen Belastung. Wird die Belastung, wie vorgesehen, um 50 % erhöht, so wird die Schwankung 15 % übersteigen. Wird der Spannungsabfall im Verteiltransformator und in den Niederspannungsleitungen bei Spitzenbelastung zugerechnet, so ergeben sich Spannungsschwankungen beim Abonnenten von total 25 %. Die klassische Methode zur Abhilfe, d. h. eine Querschnittserhöhung der Leitungen und eine neue Umformer-Station von 30/10 kV inkl. einer neuen 30-kV-Leitung würde Kosten von ca. 16 Millionen fFr. (ca. sFr. 200 000.—) verursachen. Um eine weniger kostspielige Lösung zu finden, wurden Untersuchungen mit Parallel- und Seriiekondensatoren durchgeführt.

#### Parallel- und Seriiekondensatoren

Die Parallelkompensation bietet bei Leitungen mit kleinem Querschnitt, also auch bei dieser Leitung keine besonderen Vorteile. Um eine Spannungserhöhung zu erreichen, muss eine Kondensatorbatterie mit grosser Leistung eingebaut werden, jedoch nicht am Ende der Leitung, ansonst die Zuleitungen überlastet werden. Für den Versuch wurde die ungefähr in der Mitte der Leitungslänge liegende Station Folletière gewählt. Hier befindet sich eine wichtige Abzweigung mit Querschnittsverminderung von 46 mm<sup>2</sup> auf 34 mm<sup>2</sup> der ankommenden auf die abgehende Leitung. Eingebaut wurde eine Batterie mit einer Leistung von 1200 kVar für das 1,5fache der bestehenden Belastung. Um nicht Spannungstösse beim Ein- und Ausschalten der Batterie zu verursachen, wurde diese in 4 Einheiten von 300 kVar aufgeteilt, welche automatisch bei Unter- oder Überschreiten einer bestimmten Spannung (z. B. 10 200 bzw. 10 500 V) ein- oder ausgeschaltet werden. Jede Stufe von 300 kVar ergibt eine

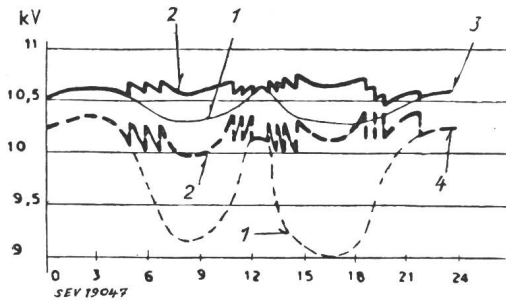


Fig. 2  
Spannungsschwankungen während eines Tages mit oder ohne parallelgeschalteter Kondensatorbatterie  
1 ohne Parallelbatterie; 2 mit Batterie; 3 Leitungsanfang; 4 entfernteste Station

Spannungserhöhung von ca. 280 V am Ende der Leitung (Fig. 2). In der Morgenspitze sind 900 kVar eingeschaltet und verursachen eine Spannungserhöhung von 840 V, in der Abendspitze ist die ganze Batterie eingeschaltet und ergibt eine Erhöhung von 1100 V (Fig. 3).

Diese Batterie ergibt zwar ein befriedigendes Resultat, sie ist jedoch sehr kostspielig, infolge der teuren Steuerapparate. Zudem ergeben sich bei jeder Schaltung Spannungs-

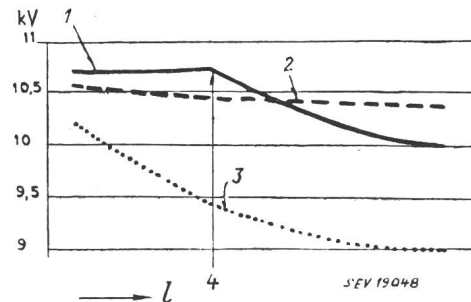


Fig. 3  
Änderung der Spannung in Funktion der Entfernung bei Anwendung von Parallelkondensatoren  
1 Spannung bei Spitzenlast (mit Batterie 1200 kVar)  
2 Spannung bei Minimallast  
3 Spannung bei Spitzenlast, aber ohne Kondensator  
4 Kondensatorbatterie  
l Entfernung von der 30-kV-Station

schwankungen. Die Ausgaben betragen ca. 6 Millionen fr. Franken. (sFr. 70 000.—).

Die Versuche mit Seriiekondensatoren zeigten folgende Resultate: Eingebaut wurden zwei Batterien von total 450 kVar, die eine in der Station Bois d'Oingt für ca. 1200 V Spannung, die andere in Folletière für 750 V. Fig. 4 zeigt die Spannungsschwankungen auf der ganzen Länge der Lei-

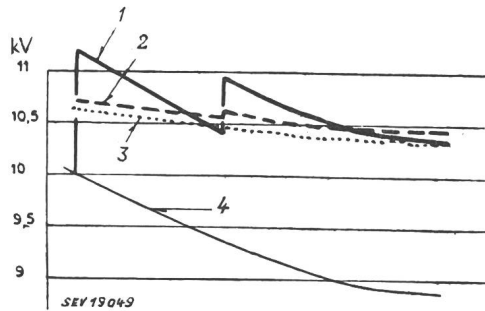


Fig. 4

Änderung der Spannung in Funktion der Entfernung von der Speisestation bei Anwendung von Seriiekondensatoren

- 1 Spannung bei Spitzenlast (mit 2 Kondensatorbatterien)
- 2 Spannung bei Minimallast (mit 2 Kondensatorbatterien)
- 3 Spannung bei Minimallast (ohne Batterie)
- 4 Spannung bei Spitzenlast (ohne Batterie)

tung bei Annahme einer Belastung von 1350 kVA, d. h. 150 % der heutigen Belastung. Die Ausgaben betragen weniger als 2 Millionen fr. Franken, welcher Betrag, verglichen mit den vorher besprochenen Lösungen sehr niedrig ist. Die Spannungsschwankungen am Ende der Leitung betragen max. 3 %. Diese Lösung bietet den Vorteil, dass plötzliche Schwankungen vermieden werden.

Als Folge dieser Untersuchungen wurde der Einbau von 2 Seriiekondensatorbatterien beschlossen; die erste davon wurde im November 1950 in der Station Bois d'Oingt installiert.

**Aufbau der Batterie**

Fig. 5 zeigt das einphasige Schema der Batterie und ihrer Schutzeinrichtungen. Eine Funkenstrecke besonderer Konstruktion mit seriegelagertem Widerstand schützt den Kondensator gegen Überspannungen infolge Kurzschlussströmen. Wenn der Strom im Kondensator dessen Nennwert

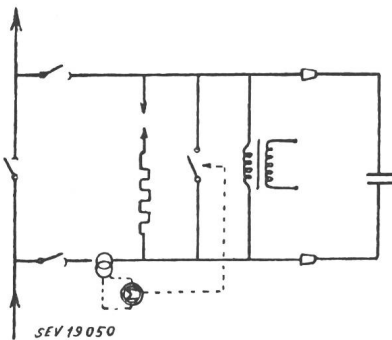


Fig. 5

Einphasen-Schema der Serie-Kondensatorbatterie

übersteigt, wird diese Batterie durch einen automatisch gesteuerten Schalter kurzgeschlossen. Er öffnet sich automatisch, wenn der Strom seinen Normalwert erreicht hat. Die Batterie selbst besteht aus Einheiten von 20 kVar für eine Spannung von 1500 V (9 pro Pol) französischer Konstruktion. Die Isolationsspannung der in Öl imprägnierten Kondensatoren beträgt 10 kV. Es wurden vorläufig 6 Einheiten pro Pol eingeschaltet, was bei einem Polleiterstrom von

60 A eine Klemmenspannung von ca. 1100 V ergibt. Die Spannungserhöhung kann berechnet werden aus dem Produkt: Klemmenspannung am Kondensator  $\times \sqrt{3} \times \sin \varphi$ , d. h. für 60 A und  $\cos \varphi = 0,8 : 1200 \text{ V} \sim$  und für 60 A und  $\cos \varphi = 0,7 : 1350 \text{ V} \sim$ .

**Versuche**

In der Nähe der Station St. Just d'Avray (siehe Fig. 1) wurden künstliche Betriebsstörungen verursacht, um untersuchen zu können, ob die Anlage den erwarteten Bedingungen entspricht. Kurzschlussversuche dreipolig, zwischen 2 Polen und Erde, zwischen einem Pol und Erde, dauernd und kurzzeitig wurden durchgeführt mit Nulleiter 10 kV, isoliert bzw. geerdet. Die Kurzschlußströme betragen ca. 75 A im Falle eines Erdschlusses (mit Nulleiter an Erde); 190 A bei Kurzschluss zwischen 2 Polen und 230 A im Falle eines dreipoligen Kurzschlusses. Die Sicherheitsvorrichtungen funktionierten wie erwartet und selbst bei sehr starker Beanspruchung der Funkenstrecke infolge Unterbruch in der Kondensatorbatterie ergaben sich keine nachteiligen Folgen im Betrieb.

**Verhalten im Betrieb**

Seit diesen Versuchen ist die Batterie ständig in Betrieb. Während des Winters 1950/51 ergaben sich total ca. 60 Überschlüsse in der Funkenstrecke infolge Leitungsdefekten, ohne dass die Betriebssicherheit gefährdet wurde.

Die Spannung variierte bei der entferntesten Station zwischen 9200 und 10 400 V ohne Kondensatorbatterie (12 %) und zwischen 9700 und 10 500 V (8 %) mit der Batterie. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der grösste Teil der Spannungsschwankungen der schlechten Regulierung der 30-kV-Primärspannung zuzuschreiben ist. Fig. 6 zeigt das Diagramm der Spannungsschwankungen unter Annahme einer gut regulierten Primärspannung bei der Unterstation Villefranche.

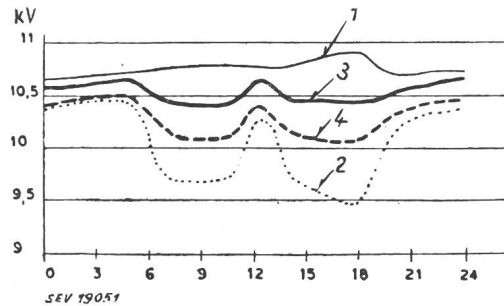


Fig. 6

Spannungsschwankungen während eines Tages unter Annahme einer vollregulierten 30-kV-Spannung

- 1 Spannung am Anfang der Leitung (mit Seriiekondensator)
- 2 Spannung in der entferntesten Station (ohne Seriiekondensator)
- 3 Spannung am Anfang der Leitung (ohne Seriiekondensator)
- 4 Spannung in der entferntesten Station (mit Seriiekondensator)

Es ist vorgesehen, eine zweite Batterie, bestehend aus 18 Einheiten von 20 kVar für 1500 V (6 pro Pol) bei Folletière einzubauen, wobei angenommen wird, dass die Belastung das 1,5fache der heutigen Belastung betrage. Man hofft, dass die praktische Beanspruchung der Anlage während des Sommers mit seinen Gewittern zeigen wird, dass mit solchen Kondensatorbatterien bei wenig Kosten die Energieübertragungsmöglichkeit mittlerer Leitungen, sowie deren Betriebsqualität wesentlich erhöht werden können.

H. Elsner

**Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence**

**Über den Einfluss eines Einfachechos auf die Hörsamkeit von Sprache**

534.844

[Nach Helmut Haas: Über den Einfluss eines Einfachechos auf die Hörsamkeit von Sprache. Acustica Bd. 1(1951), Nr. 2, S. 49..58.]

**Einleitung**

Bei Schalldarbietungen in geschlossenen Räumlichkeiten treten an Begrenzungsflächen und Einrichtungsgegenständen zahlreiche Schallreflexionen auf. Der reflektierte Schall kommt am Beobachtungsort später an als der direkte und

kann bei grösseren Laufzeitdifferenzen zu einer Störung des Klangeindrucks führen. Ist die Zeitdifferenz genügend gross, so können der direkte und der reflektierte Schall gegebenenfalls getrennt wahrgenommen werden, und man spricht von einem Echo. Der Einfachheit halber wollen wir in dieser Arbeit jede Schallreflexion als Echo bezeichnen.

Der Schwellenwert der Laufzeit, oberhalb dessen sich eine merkbare Verschlechterung des Klangeindrucks ergibt, wurde von Petzold als Verwischungsschwelle bezeichnet und für Sprache, auf die wir uns beschränken wollen, mit

$$t_{spr.} = 50 \pm 10 \text{ ms}$$

angegeben; dies entspricht einer Wegdifferenz in Luft von

$$s_L = 17 \pm 3 \text{ m}$$

Während in kleineren Räumen die kurz aufeinanderfolgenden Echos nicht getrennt wahrgenommen werden können, und daher meist nicht stören, ist dies leichter möglich in grossen Räumen, wo nach einer oder wenigen Reflexionen die kritische Laufzeitdifferenz schon erreicht ist und die Schallenergie noch nicht wesentlich abgenommen hat.

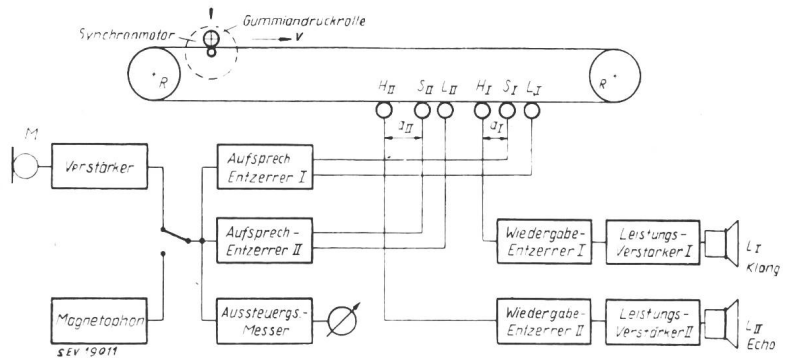
Ausser beim Bau grosser Räume kann es auch wichtig sein, störende Echoerscheinungen bei Lautsprecheranlagen und in der Nachrichtentechnik im voraus abschätzen zu können. Es soll im folgenden untersucht werden, welchen Einfluss Echos in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern, wie Laufzeit, Intensität, Klangfarbe, Richtung usw., bei zweiohrigem Hören auf die Hörsamkeit von Sprache ausüben. Die Versuche bleiben auf Einfachechos beschränkt.

**Beschreibung einer Apparatur zur künstlichen Erzeugung von Echos**

Fig. 1 zeigt das Blockscheema der verwendeten Apparatur zur Erzeugung von Echos verschiedener Art. Ein endloses Magnetophonband wird durch einen Synchronmotor angetrieben und bewegt sich in Pfeilrichtung mit der Geschwindigkeit  $v = 77 \text{ cm/s}$ . Für den Klang und das Echo besteht je ein kompletter Satz Köpfe zum Löschen  $L$ , Aufsprechen  $S$  und Abnehmen  $H$  mit den Indizes I bzw. II. Sprech- und Hörkopf des Klangs haben den festen Abstand  $a_I$ , die des Echos den einstellbaren Abstand  $a_{II}$ . Die variable Laufzeitverzögerung ergibt sich demnach zu

$$t = (a_{II} - a_I) / v$$

Fig. 1  
Echogerät  
Blockscheema



Die Einstellung von  $H_{II}$  gegenüber  $S_{II}$  geschieht längs einer in Millisekunden geeichten Skala. Bevor jeweils das Band den Sprechkopf erreicht, wird die bestehende Aufzeichnung mittels Löschkopfes gelöscht, der von einem 80-kHz-Generator des entsprechenden Entzerrers gespeist wird. An die Hörköpfe sind Entzerrer, Verstärker und Lautsprecher angeschlossen. Zur Vermeidung der Störung des Sprechers und zur Erhaltung des gleichen Klangbildes für Klang und Echo wird also auch der Primärschall von einem Lautsprecher erzeugt. Statt der direkten Besprechung über Mikrophon  $M$  und Verstärker kann als Sender auch wahlweise eine Magnetophon-Apparatur verwendet werden.

Die objektive Messung der Ausgeglichenheit der Übertragungsapparatur ergab, dass bei konstant gehaltenem Schalldruck am Mikrophon die Schalldruckschwankungen (im Abstand von 2 m in Achsrichtung vom Lautsprecher gemessen), im Frequenzbereich von 0,1...10 kHz kleiner als  $\pm 7 \text{ db}$  waren. Das Lautsprechersystem befand sich in einer quadratischen Schallwand von 40 cm Seitenlänge.

Die linearen und quadratischen Verzerrungen sind so klein, dass die Silbenverständlichkeit über die gesamte Anlage (mit einem geübten Hörtrupp) 96 % beträgt, und bereits das erreichbare Maximum darstellt, welches auch bei direkter Sprachübertragung von Mund zu Ohr nur erzielbar ist.

**Untersuchung der Effekte bei Laufzeitdifferenzen unter 30 ms**

Zunächst wurde bei nicht gesondert wahrzunehmenden Echoerscheinungen untersucht, was für subjektive Empfindungen auftreten gegenüber einem Klang ohne jedes Echo. Dazu stellte man im Freien zwei gleichartige Lautsprecher in einer Entfernung von 3 m unter einem Winkel von  $45^\circ$  halblinks und halbrechts vor dem Beobachter auf. Zunächst strahlten Klang- und Echolautsprecher mit der gleichen mittleren Intensität, die am Ort des Beobachters 50 phon betrug.

**Fiktive Klangquellenrichtung**

Vor Beginn des Versuches wird an der Apparatur die Verzögerung null eingestellt, und der Beobachter dreht seinen Kopf so, dass der Schall direkt von vorn zu kommen scheint, welche Stellung dann beibehalten wird.

Bei sehr kleinen Laufzeitvariationen beobachtet man ein Wandern der fiktiven Schallquelle: sie wandert bei wachsender Zeitdifferenz in Richtung auf den Klanglautsprecher und wird bei 10 ms entsprechend einem Wegunterschied von ca. 3,4 m mit diesem identisch. Das Auffallendste daran ist, dass man den Echolautsprecher überhaupt nicht mehr zu hören vermeint, obwohl er die gleiche Energie abstrahlt wie der Klanglautsprecher, sogar wenn man die Laufzeitdifferenz weiter bis über 50 ms hinaus vergrössert. Dieser Effekt der

**Echounterdrückung**

ist noch nicht abgeklärt; man vermutet einen durch das Zentralnervensystem ausgelösten Sperrvorgang.

Um eine quantitative Erfassung des bei kleinen Laufzeitdifferenzen auftretenden «subjektiven» «Unterdrückungseffektes» von Echos in Abhängigkeit der Echolaufzeit zu ermöglichen, wurde daraufhin folgendermassen vorgegangen: Klang- und Echolautsprecher strahlten in der beschriebenen Anordnung mit gleicher Intensität fortlaufend Sprachtext.

Der Beobachter verminderte mittels eines Dämpfungsgliedes die Intensität des Klanglautsprechers, bis er beide Lautsprecher gleich laut zu hören vermeinte. Nach jedem Messpunkt

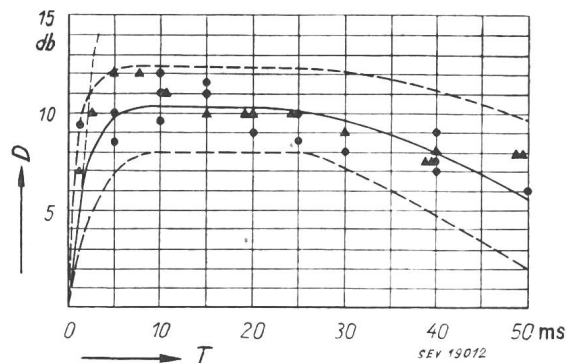


Fig. 2  
Echounterdrückung  $D$  in Funktion der Echolaufzeit  $T$

wurde die Echolaufzeit statistisch im Bereich von 1...50 ms sprunghaft geändert. Im Gegensatz zum Betrieb beider Lautsprecher mit gleicher Lautstärke hat man nicht den Eindruck

einer einzigen fiktiven Klangquelle in variabler Richtung, sondern von zwei Quellen, deren Richtung dem Standort der beiden Lautsprecher entspricht.

Fig. 2 zeigt die Dämpfung des Klang- gegenüber dem Echolautsprecher in Abhängigkeit von der Echolauftzeit. Die Mittelwertskurve von 15 verschiedenen Beobachtern ist stark ausgezogen, während die gestrichelten die Streugrenzen angeben. (Die weitere steile Kurve im Bereich von 0...3 ms bezieht sich auf eine Literaturangabe.) Die Messpunkte zweier Beobachter sind gesondert eingezeichnet, um die Streuungen bei einer einzelnen Person deutlich zu machen. Bei Echolauftzeiten von 5...30 ms muss der Echolautsprecher mit einer um 10 db höheren Energie betrieben werden als der Klanglautsprecher um den gleichen Lautstärkeindruck hervorzurufen.

Es kann angenommen werden, dass dieser im vorstehenden beschriebene Effekt der gehörmässigen Unterdrückung von Echos mit kleiner Laufzeitdifferenz uns das Richtungshören in geschlossenen Räumen ermöglicht, wobei zur Richtungsbestimmung von unserem Gehörorgan immer nur der erste Klangeindruck des direkten Schalles ausgewertet wird. Bei weiteren Versuchen konnte kein Einfluss der Richtung des Echos auf den Unterdrückungseffekt festgestellt werden.

*Klangverstärkung*

Bei kleinen Echolauftzeiten ist gegenüber dem Fall, dass der Echolautsprecher abgeschaltet wird, eine Änderung des Klangeindrucks und eine Erhöhung der Lautstärke festzustellen. Den ersten Effekt, durch den man den Eindruck erhält, dass der Klang voller wird und die Schallquelle voluminöser zu werden scheint, kann man «pseudostereophonisch» nennen; er wird schon längere Zeit elektroakustisch ausgenutzt. Dieser Effekt kann auch durch rein akustische Laufzeitdifferenz erreicht werden, indem man zwei Lautsprecher in verschiedener Distanz vom Hörer aufstellt.

Um den zweiten Effekt der Lautstärkeerhöhung quantitativ zu erfassen, wurde eine umfangreiche Versuchsreihe unternommen mit Klang- und Echolautsprecher. Und zwar wurde jedesmal subjektive Lautstärkegleichheit der beiden Lautsprecher als Bezugsgrösse gewählt, während die Erhöhung des Lautstärkeindrucks durch das Echo mit Hilfe eines gekuppelten doppelten Dämpfungsgliedes vom Beobachter kompensiert wurde. Bei allen Variationen, wie Änderung der Einfallrichtung und der Klangfarbe des Echos sowohl im Freien wie in geschlossenen Räumen, erhielt man bei verschiedenen Beobachtern immer den gleichen Lautstärkezuwachs durch das Echo von 3 db, wie er nach dem Energieadditionsgesetz zu erwarten ist, wenn man annimmt, dass unser Gehörapparat die Schallintensitäten über kurze Zeiträume hinweg integriert.

Dass andere Autoren zum Teil stark abweichende Ergebnisse erhielten, liegt einerseits daran, dass der Lautstärkezuwachs durch Vergleich mit einem andersartigen Geräusch (Phonmeter) festgestellt wurde, andererseits wohl auch an der Unvollkommenheit der seinerzeitigen elektroakustischen Übertragungsanlagen.

Eine Schallverstärkung um 10 db oder vielleicht noch mehr erscheint aber wegen des Echowunderdrückungseffektes durchaus möglich, ohne dass man das Vorhandensein der verstärkenden Echoschallquelle merkt, wenn man zusätzlich noch durch einen weiteren, beispielsweise optischen Eindruck abgelenkt wird.

**Untersuchung der Störeinflüsse bei Laufzeitdifferenzen über 30 ms**

Erreicht die Laufzeitdifferenz des Echos einen bestimmten Wert, so beginnen wir Klang und Echo getrennt wahrzunehmen. Bei weiterer Vergrößerung des Laufzeitunterschiedes leidet die Deutlichkeit des Klangbildes, das heisst bei Sprache die Verständlichkeit. Wir können zwar die Störung infolge unserer Konzentrationsfähigkeit bis zu einem gewissen Grade unterdrücken, doch wirkt dann längeres Zuhören ermüdend. Steigt die Echolauftzeit weiter, so sinkt die Verständlichkeit stark.

Bei den folgenden Versuchen wurde den Beobachtern zusammenhängender Sprachtext mit der Geschwindigkeit von 5,3 Silben/s zu Gehör gebracht. Die Echolauftzeit änderte nach jeder Beurteilung sprunghaft. Die Zuhörer hatten durch Ja oder Nein zu entscheiden, ob sie sich durch das Echo gestört fühlten oder nicht. Als störend wurde ein Echo be-

zeichnet, wenn es das Zuhören unangenehm anstrengend machte, wobei der Text unter Umständen noch voll verständlich sein konnte.

Die Untersuchungen fanden in einem geschlossenen Raum statt, dessen mittlere Nachhallzeit in besetztem Zustand 0,8 s betrug. Um eine einigermaßen homogene Energieverteilung zu gewährleisten, wurden die beiden Lautsprecher in geringer Entfernung voneinander an der Stirnseite des Raumes aufgestellt, wobei der Abstand bis zur ersten Beobachterreihe 4 m betrug; dadurch erreichte man eine praktisch gleiche Lautstärke von 55 phon für alle 50...100 Versuchspersonen.

Beim ersten Versuch wurde die

*Sprechgeschwindigkeit*

variiert, und zwar von der mittleren mit 5,3 Silben/s, die auch bei den anderen Untersuchungen zur Anwendung kam, nach unten auf 3,5 und nach oben auf 7,4 Silben/s. Innerhalb dieses Bereiches liegen normalerweise die Sprechgeschwindigkeiten.

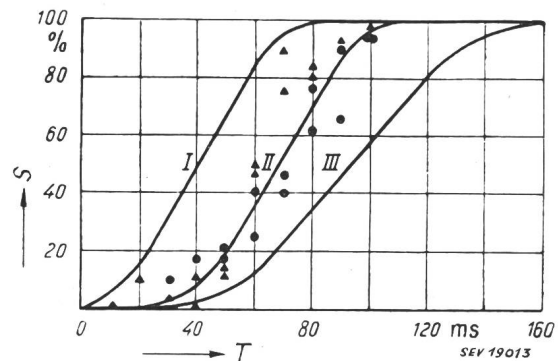


Fig. 3  
Echostörungen S mit der Sprechgeschwindigkeit als Parameter  
I 7,4 Silben/s; II 5,3 Silben/s; III 3,5 Silben/s

Fig. 3 stellt das Ergebnis der Messungen dar; sie zeigt den Prozentsatz der gestörten Beobachter in Abhängigkeit von der Echolauftzeit mit der Sprechgeschwindigkeit als Parameter. Eine Kurve enthält im Mittel 2000 Urteile. Zur Veranschaulichung der Streuungen sind für die Kurve II Messpunkte von zwei verschiedenen Beobachtergruppen eingetragen. Die Interpolation erfolgte so, dass durch die Schar der Messpunkte Kurven gelegt wurden, deren mittlerer Teil geradlinig verläuft. Die kritische Echolauftzeit, bei der 50 % der Beobachter sich gestört fühlen, ist etwa umgekehrt proportional der Sprechgeschwindigkeit und beträgt für schnell gesprochenen Text 40 ms, für normale Sprechgeschwindigkeit 68 ms und für getragene Sprache 92 ms. Oder mit anderen Worten: In Räumen mit grossem Nachhall kann man durch Senken der Sprechgeschwindigkeit die Echostörungen verringern.

Beim zweiten Versuch änderte man die

*Echointensität*

stufenweise gegenüber der Klangintensität. Das Ergebnis dieser Messungen ist in Fig. 4 dargestellt. Bei einer Schwächung des Echos um 3 db steigt die kritische Laufzeitdifferenz

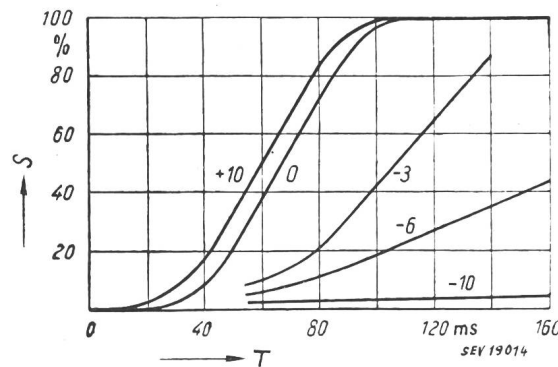


Fig. 4  
Echostörungen S mit der Echointensität als Parameter  
Die beigeschriebenen Zahlen geben den Pegelunterschied gegenüber dem Klang in db an

ferenz von 68 auf 108 ms und bei 6 db auf 175 ms an. Über 10 db tritt praktisch keine Störung mehr auf. Bei Echoverstärkung, z. B. infolge Brennpunktswirkungen von Raumbegrenzungsflächen, sinkt die kritische Laufzeit nur wenig: bei +10 db verringert sie sich lediglich um 8 ms.

An dritter Stelle veränderte man die

*Echoklangfarbe*

durch den Wiedergabe-Entzerrer II des Echozweiges (Fig. 1). Die Echostörungen in Abhängigkeit von der Echolauzeit mit der Klangfarbe als Parameter zeigt Fig. 5. Kurve II gilt für Bassdämpfung unterhalb 300 Hz (5 db bei 100 Hz) und zeigt eine Zunahme der kritischen Laufzeitdifferenz von 12 ms, während Kurve III für Diskantdämpfung oberhalb 1 kHz (15 db bei 10 kHz) eine solche von 37 ms ergibt. Im

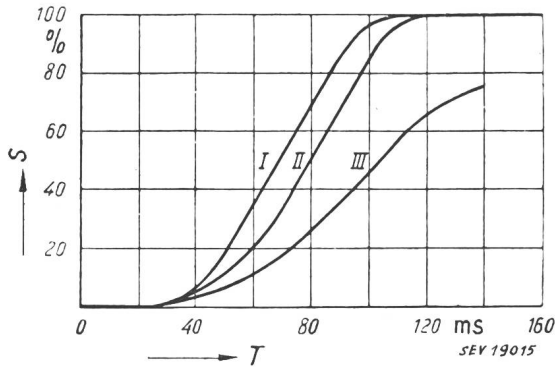


Fig. 5

Echostörungen S mit der Echoklangfarbe als Parameter  
I normal; II Bass gedämpft; III Diskant gedämpft

ersten Fall ist die Energieabnahme verantwortlich, im zweiten Fall das Fehlen des oberen Tonspektrums, womit ohne wesentliche Energieherabsetzung hauptsächlich störende Frequenzen im Echo abgeschnitten werden. Die frequenzabhängige Stöempfindlichkeit des menschlichen Gehörorgans liegt vermutlich daran, dass die Zeitkonstanten für An- und Abklingvorgänge tonhöheabhängig sind.

Der vierte Versuch mit der Variation der

*Echorichtung*

wurde mit mehreren kleinen Gruppen von je sechs Personen angestellt, um zu garantieren, dass die Herkunftsrichtung des Echos für alle Beobachter gleich war, da der Lautsprecherabstand nicht beliebig gross gemacht werden konnte. Die Messungen wurden, um saubere Versuchsbedingungen zu erhalten, im Freien durchgeführt. Dabei erhielten die Beobachter den direkten Schalleindruck immer von vorn, wäh-

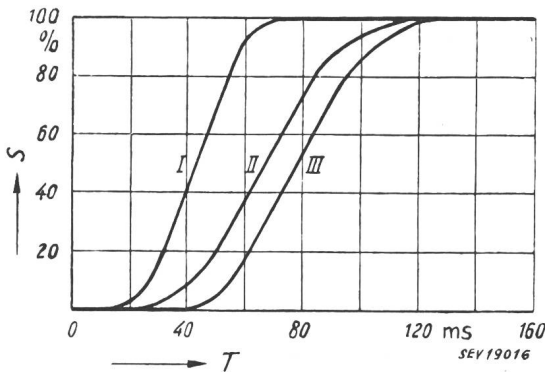


Fig. 6

Echostörungen S mit der Raumnachhallzeit als Parameter  
I 0 s; II 0,8 s; III 1,6 s

rend die Echos, deren Laufzeit sprunghaft geändert wurde, aus elf verschiedenen Richtungen kamen. Es ergab sich, dass die Störung nur in verhältnismässig geringem Ausmass von der Echorichtung abhängig ist. Das geringe Ansteigen der kritischen Laufzeitdifferenzen bei seitlichen Echoeinfallrichtungen dürfte auf die dabei auftretende Intensitätsabnahme am abgewandten Ohr gegenüber dem direkten Schalleindruck zurückzuführen sein.

Fünftens wurde die

*allgemeine Lautstärke*

einer Änderung unterworfen. Man senkte die Intensität beider Lautsprecher von normal 55 phon auf 45 und 35 phon. Ein subjektiver Einfluss auf die Echounterdrückung konnte nicht festgestellt werden.

Schliesslich war im sechsten und letzten Versuch der

*Raumnachhall*

Objekt der Variation. Das Ergebnis der Messungen zeigt Fig. 6. Man erkennt, dass bei zunehmender Nachhallzeit die kritische Laufzeitdifferenz vergrössert wird. Offenbar verdeckt der Nachhall etwas die Erkennbarkeit der Echos bei kleinen Echolauzeiten. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass grössere Nachhallzeiten allein bereits einen ungünstigen Einfluss auf die Verständlichkeit von Sprache haben.

Erwin de Gruyter

**Reihenverstärker**

621.396.645

[Nach: Reihenverstärker, Funk-Techn. Bd. 7(1952), Nr. 1, S. 15.]

Der Platzmangel bei der Konstruktion von Apparaten ist ein ständiges Problem der Apparatebauer. Aus diesem Grunde wird man eine neue Schaltung, die Reihenverstärker-Schaltung sicher begrüßen. Diese Verstärker arbeiten mit Subminiaturröhren und mit nur wenig Schaltelementen, so dass z. B. ein vierstufiger ZF-Verstärker nicht grösser wird als die Handfläche.

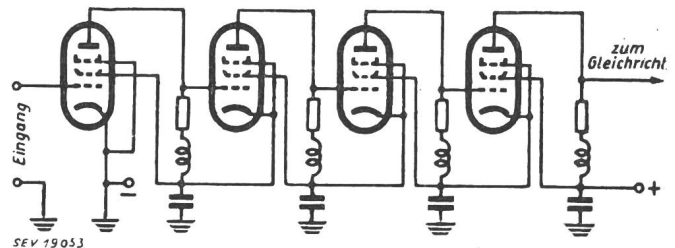


Fig. 1

Prinzipschaltung eines Reihenverstärkers als ZF-Breitbandverstärker

Fig. 1 zeigt das Schaltschema eines ZF-Reihenverstärkers. Dieser ist für eine Bandbreite von einigen MHz verwendbar. Die Röhren sind gleichstrommässig hintereinandergeschaltet. Es fliesst durch alle Röhren der gleiche Kathodenstrom. Das bedingt, dass auch alle Röhren vom gleichen Typ sein müssen, der bei gegebener Anodenspannung die erforderliche Steilheit ergibt. Die Steuergitter sind direkt mit den Anoden der vorhergehenden Röhre verbunden. Die Spulen werden aus Widerstandsdraht gewickelt.

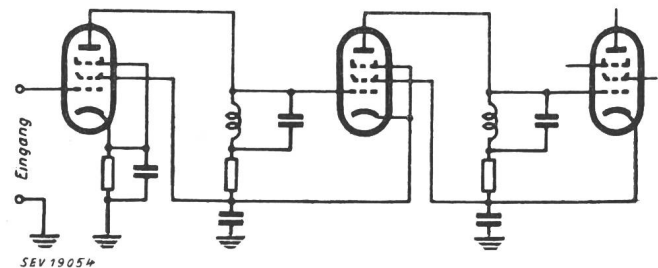


Fig. 2

Der Reihenverstärker als Bandpass-ZF-Verstärker für Rundfunkempfänger

In Fig. 2 ist die Schaltung eines Bandpass-ZF-Verstärkers mit abgestimmten Schwingkreisen wiedergegeben. Die mit den Schwingkreisen in Serie geschalteten Widerstände erzeugen die Gitterspannung. Bei Niederfrequenzverstärkern tritt an Stelle des Schwingkreises eine Niederfrequenzdrosselspule. Zur Fadingregulierung dient eine besondere Regelröhre, die mit der Anodenspannungsquelle in Serie geschaltet ist und die über das Steuergitter geregelt wird. Die Fadingregulierung ist leider mit gewissen Schwierigkeiten verbunden.

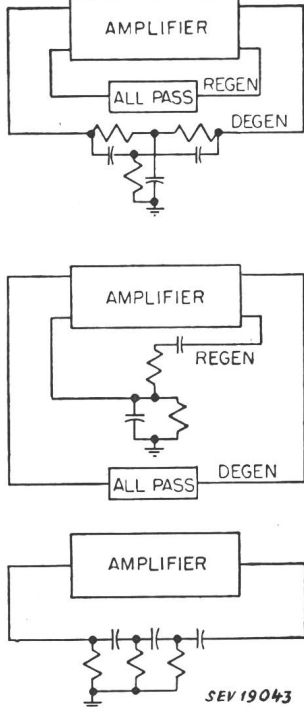
E. Schiessl

**Breitband-RC-Oszillator**

621.396.615.11.018.424

[Nach Peter G. Sulzer: Wide-Range R-C Oscillator. Electronics Bd. 23(1950), Nr. 9, S. 88...89.]

Ein Nachteil der bekannten Typen von RC-Oszillatoren, deren wichtigste in Fig. 1 schematisch dargestellt sind, liegt darin, dass die höchste zu erzeugende Frequenz etwa 200 kHz beträgt. Bei den Typen nach Fig. 1a und 1b müssen zweistufige Verstärker verwendet werden, deren natürlicher Frequenzgang an den Enden des Frequenzbandes die Frequenzbeziehung des Oszillators beeinflusst. Bei Oszillatoren nach Fig. 1c ist zwar infolge des 180°-Phasenschieber-Rückkopplungsvierpols nur ein einstufiger Verstärker nötig, jedoch müssen zur Frequenzänderung drei Kreiselemente variiert werden. Weiter beansprucht die Amplitudenbegrenzung eine weitere Stufe, deren Frequenzgang ebenfalls Phase und Amplitude der Schwingung beeinflusst; ausserdem begrenzt die niedrige Impedanz des Phasenschieber-Vierpols bei Hochfrequenz den Anwendungsbereich dieses Oszillatortyps.



Eine Abänderung des Oszillatortyps nach Fig. 1a führte

Fig. 1  
Schaltschema verschiedener Typen von RC-Oszillatoren

auf einen Oszillator nach Fig. 2c, dessen Gegenkopplungs-zweig in Fig. 2a als überbrücktes T-Glied (anstatt des Parallel-T-Gliedes in Fig. 1a) herausgezeichnet ist. Im Gegensatz zum Parallel-T-Glied der Fig. 1a weist das überbrückte

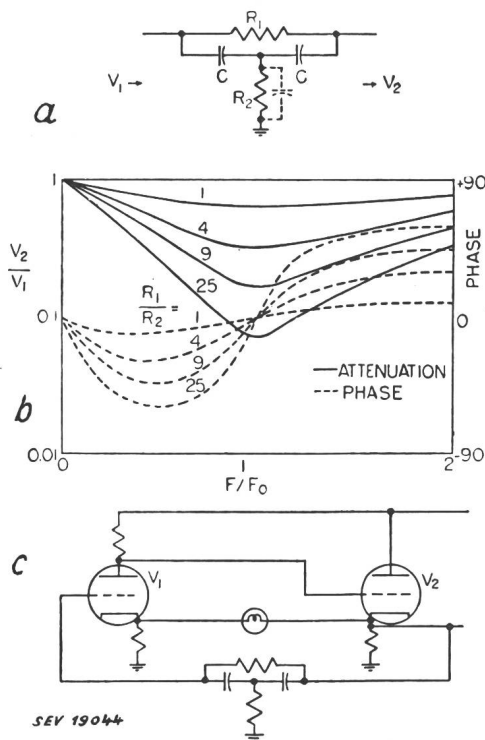


Fig. 2

Schema (a) und Charakteristik (b) des T-Gliedes und das vereinfachte Schaltschema (c) des RC-Oszillators

T-Glied (nach Fig. 2a) keinen eigentlichen Nulldurchgang der Amplitude beim Nulldurchgang der Phase auf, sondern nur ein ausreichendes Spannungsminimum, wie aus Fig. 2b ersichtlich ist. Dieses Minimum wird bei einer Kreisfrequenz  $\omega_0 = 1/C\sqrt{R_1R_2}$  erreicht. Die Selektivität wird durch Vergrößerung des Verhältnisses  $R_1/R_2$  verbessert. Man kann zeigen, dass die äquivalente Kreisgüte  $Q$  des überbrückten T-Gliedes für grosse Werte des Verhältnisses  $R_1/R_2$  angenähert  $0,5\sqrt{R_1/R_2}$  wird, während beispielsweise die Güte des Rückkopplungs-zweiges bei einem Oszillator nach Fig. 1b (halbe Wiensche Brücke) nur etwa 0,3 beträgt.

Wie aus Fig. 2c ersichtlich ist, wird die Ausgangsspannung der ersten Stufe  $V_1$  einer Kathodenverstärkerstufe  $V_2$  zugeführt. Diese Kombination ist bekanntlich für Breitband-Verstärker infolge der kleinen Phasenfehler und der niedrigen Ausgangsimpedanzen sehr geeignet. Den Rückkopplungs-zweig bildet ein praktisch frequenzunabhängiges Lämpchen als Seriewiderstand zwischen den Kathoden der beiden Verstärker-röhren. Es wird sich eine Schwingung mit der Frequenz  $\omega_0$ , also der Frequenz mit kleinster Gegenkopplung erregen, während die Amplitudenbegrenzung in üblicher Weise durch den nichtlinearen Lampenwiderstand besorgt wird.

Das vollständige Schema des Breitband-Oszillators, der einen Bereich von 20 Hz bis 2 MHz in fünf Stufen mit einem Stufenfrequenzverhältnis von 1:10 umfasst, zeigt Fig. 3. Die von der Kathode der Kathodenverstärkerstufe abgenommene Ausgangsspannung beträgt bei einem Frequenzgang von 1 db 15 V. Die Verzerrung wurde nicht gemessen, doch ist zu erwarten, dass sie sich in den Grenzen der bekannten RC-Oszillatoren hält, da die Schwingung bei ca.  $\frac{1}{3}$  der Knickamplitude stabilisiert wird.

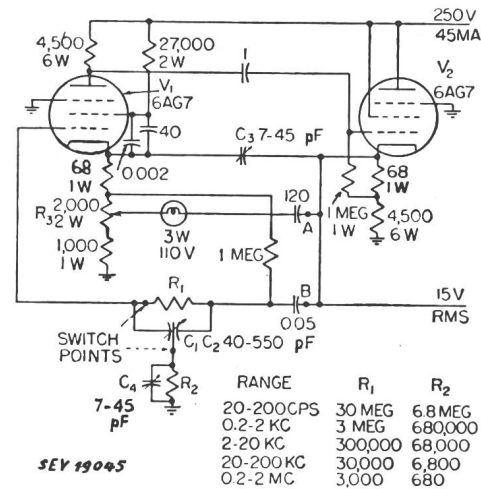


Fig. 3

Vollständiges Schema des Breitband-Oszillators

Verschiedene Details sind erwähnenswert. Um den Verstärkungsgrad des Kathodenverstärkers einzustellen, werden Rück- und Gegenkopplungs-zweige an den Punkten A und B geöffnet. Maximale Rückkopplung wird durch den für konstante Verstärkung über das ganze Frequenzband adjustierten Trimmer-Kondensator  $C_3$  hervorgerufen. Danach werden Rück- und Gegenkopplungs-zweig in den Punkten A und B wieder geschlossen, und es wird der Widerstand  $R_3$ , der die Rückkopplung steuert, auf konstante Ausgangsspannung bei niedriger Verzerrung eingestellt. Das untere Ende eines jeden Bereichs wird durch Trimmen des Widerstandes  $R_1$  bei festem Widerstand  $R_2$  festgelegt, womit eine gute Übereinstimmung der Einstellskala am unteren Ende der verschiedenen Bereiche erzielt wurde. Um hingegen am oberen Ende eine gleich gute Übereinstimmung zu erreichen, war es nötig, jedem Bereichwiderstand  $R_2$  eine bestimmte Trimmerkapazität  $C_4$  parallel zu schalten. Diese Kapazität ist in Fig. 2a strichliniert angedeutet und ermöglicht eine Adjustierung am oberen Ende des Frequenzbereiches, die von der Eichung am unteren Ende unabhängig ist. Um Synchronisation mit der Netzfrequenz und mit höheren Netzharmonischen zu vermeiden, ist eine gute Abschirmung des Oszillators empfehlenswert.

G. Isay

### Das Synchro-Zyklotron

621.384.61

[Nach W. de Groot: Zyklotron und Synchrozyklotron. Philips' techn. Rdsch. Bd. 12(1950), Nr. 12, S. 65..73 und F. A. Heyn: Das Synchrozyklotron in Amsterdam. Philips' techn. Rdsch. Bd. 12(1951), Nr. 9, S. 245..261.]

#### A. Das klassische und das Synchro-Zyklotron

Das Prinzip des Zyklotrons wurde im Jahre 1930 erstmals durch Lawrence veröffentlicht: Es dient der Beschleunigung geladener Teilchen (Ionen), meist Protonen (Wasserstoffkerne), Deuteronen (Kerne des schweren Wasserstoffs) oder  $\alpha$ -Teilchen (Heliumkerne) auf einige MeV Endenergie<sup>1)</sup>. Die Beschleunigung der Ionen erfolgt auf einer gekrümmten, spiralförmigen Bahn innerhalb eines nahezu konstanten, magnetischen Führungsfeldes.

Das Zyklotron besteht aus einem grossen Elektromagneten mit einem «Luftspalt» oder Interferikum von einigen dm Polabstand und einem Poldurchmesser von mehr als 1 m. In diesem Luftspalt befindet sich eine hochevakuierte Kammer, in der durch isolierte Stäbe zwei dosenförmig angeordnete D-Elektroden mit einem gegenseitigen Abstand (D-Spalt) von einigen cm abgestützt sind. Zwischen den D-Elektroden wird eine hochfrequente Wechselspannung von einigen Dutzend kV und etwa 10 MHz angelegt. Es entsteht so im D-Spalt ein annähernd homogenes, elektrisches Wechselfeld, während der übrige Beschleunigungsraum nahezu feldfrei bleibt. Weiterhin herrscht im Beschleunigungsraum ein praktisch homogenes, vertikales Magnetfeld von 1..2 Wb/m<sup>2</sup>. Im Zentrum der «Dose» spritzt eine Ionenquelle die zu beschleunigenden Teilchen mit geringer Anfangsgeschwindigkeit ein. Diese Ionen werden vom Wechselfeld erfasst und auf eine spiralförmige Bahn gezwungen, auf der im Idealfall Gleichgewicht zwischen der Zentrifugalkraft und der magnetischen Lorentz-Kraft herrscht (Gleichgewichtsbahn). Bei jedem Durchgang durch den D-Spalt nehmen sie kinetische Energie auf und bewegen sich somit im konstanten Magnetfeld auf Bahnen mit immer grösserem Krümmungsradius. Es zeigt sich, dass die Umlaufzeit der Ionen zunächst unabhängig von deren Geschwindigkeit ist, indem schnellere Ionen sich auf längeren Bahnen mit grösserem Krümmungsradius bewegen. Dank dieser einfachen Gesetzmässigkeit ist es möglich, eine beschleunigende Wechselspannung konstanter Frequenz zu wählen, so dass die Ionen den D-Spalt immer bei gleicher Phase bezüglich der Wechselspannung durchlaufen. Diese Tatsache ermöglicht erst das Beschleunigen von Ionen auf hohe Endenergie. Es muss also die *Frequenzbedingung* erfüllt sein:

$$\omega = \frac{QB}{M} = \frac{Z}{A} \frac{e}{M_H} B$$

$$\frac{e}{M_H} \approx 10^8 \frac{C}{kg}$$

$\omega$  Frequenz des Wechselfeldes;  $Q$  Ladung des Ions;  $M$  Masse des Ions;  $Z$  Kernladungszahl;  $A$  Atomgewicht;  $e$  Elementarladung;  $M_H$  Protonenmasse;  $B$  magnetische Induktion.

Die Ionen bewegen sich auf einer Spiralbahn, bis sie auf eine in den Beschleunigungsraum hineingehaltene Fangscheibe (Target) auftreffen, auf der ein Stoff aufgebracht wurde, der durch das Ionenbombardement eine Kernumwandlung erleiden soll. Die *maximale Endenergie* der Ionen ist durch den grösstmöglichen Radius  $R_{max}$  und die magnetische Induktion  $B(R_{max})$  an dieser Stelle bestimmt; als *kinetische Spannung* ausgedrückt ist

$$U_{max} = \frac{Z^2}{A} \frac{e}{M_H} \frac{R_{max}^2 B^2 (R_{max})}{2}$$

Beispiel:  $R_{max} = 0,5 \text{ m}$   $B(R_{max}) = 1,5, \text{ Wb/m}^2$

Ionenart	Z	A	$U_{max}$	Frequenz
Protonen	1	1	30 MV	24 MHz
Deuteronen	1	2	15 MV	12 MHz
$\alpha$ -Teilchen	2	4	30 MV	12 MHz

<sup>1)</sup> 1 MeV (Megaelektronvolt) ist die kinetische Energie, die ein Ion besitzt, nachdem es 1 Million Volt Spannungsdifferenz durchlaufen hat.

Man erkennt, dass für die Beschleunigung von Protonen bei gleichem magnetischem Feld die doppelte Frequenz erforderlich ist als für Deuteronen und  $\alpha$ -Teilchen, was immer mit grösseren Schwierigkeiten verbunden ist. Es werden den Protonen deshalb die Deuteronen oft vorgezogen; auch weil man mit diesen grössere kernphysikalische Möglichkeiten hat.

Die auf der Fangscheibe erzielbare Ionenstrahlintensität hängt sehr davon ab, wieviele Ionen im Gebiet der Ionenquelle überhaupt eingefangen werden und wieviele während des Beschleunigungsvorganges an die Elektrodenwände durch Gasstösse und Störschwingungen verloren gehen. Die durch verschiedene Anfangsbedingungen und Gasstösse bedingten Störungen aus der Gleichgewichtsbahn in der Mittelebene des Interferikums erfahren eine Korrektur durch eine *elektrische und eine magnetische Fokussierung*. Die vor allem während der ersten Hälfte des Beschleunigungsvorganges wirksame, elektrische Fokussierung entsteht durch eine ionenoptische Linsenwirkung des nicht völlig homogenen, elektrischen Feldes im D-Spalt. Die besonders gegen den Polrand hin einsetzende, magnetische Fokussierung erfolgt dank einer leichten Abnahme des magnetischen Führungsfeldes nach aussen. Diese Feldabnahme nach aussen bedingt gekrümmte, magnetische Feldlinien und somit gegen die Mittelebene gerichtete Lorentz-Kräfte auf ein aus der Mittelebene ausgelenktes Ion und ebenso fokussierende Kräfte bei Störungen aus der Gleichgewichtsbahn in der Mittelebene. Gestörte Ionen werden somit durch Schwingungen abnehmender Amplitude auf die Gleichgewichtsbahn zurückgeführt. Die richtige Bemessung der Fokussierung (Stabilisierung) ist eine ganz wesentliche Aufgabe beim Entwurf einer Teilchenbeschleunigungsmaschine.

Die erreichbare Endenergie eines Zyklotrons ist aus folgenden Gründen begrenzt:

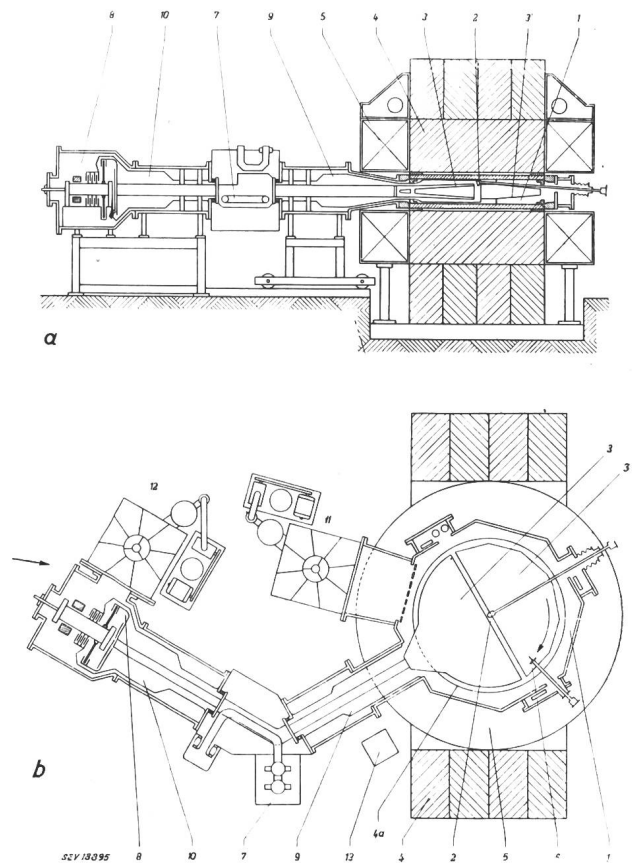


Fig. 1

Stark vereinfachter vertikaler und horizontaler Querschnitt des Philips Synchrozyklotrons in Amsterdam

Der vertikale Querschnitt in a stellt eine Aneinanderfügung von zwei längs den Mittellinien von 9 und 10 in b geführten Querschnitten dar

- 1 evakuierte Beschleunigungskammer; 2 Ionenquelle;
- 3, 3' D-Elektroden; 4 Magnet; 4a Endfläche des Magnetpols;
- 5 Beaufschlagungsspulen; 6 Fangscheibe; 7 Röhren und andere Bestandteile des Oszillators; 8 Modulator;
- 9, 10 koaxiales Lechersystem; 11, 12 Vakuumpumpen;
- 13 Borionisationskammer

1. Die magnetische Induktion  $B$  im Interferrikum kann wegen der Sättigung des Eisens nicht über eine gewisse Grenze gesteigert werden ( $B_{max}$  ist  $\approx 2 \text{ Wb/m}^2$ ).

2. Eine Vergrößerung des Radius  $R$  stösst auf ökonomische und technische Grenzen. Er kann zudem nicht beliebig vergrößert werden, weil das Magnetfeld nach aussen abnehmen muss und das Produkt  $R B(R)$  nicht mehr zunimmt.

3. Die durch die Relativitätstheorie vorausgesagte Massenzunahme des Ions bei zunehmender kinetischer Energie (Annäherung an die Lichtgeschwindigkeit) würde eine mit dem Beschleunigungsvorgang abnehmende Frequenz der Wechselspannung erfordern, wenn das umlaufende Ion nicht ausser Synchronismus mit dem Wechselfeld treten und dadurch für die Beschleunigung verloren gehen soll. Dasselbe erfordert auch die Feldabnahme bei zunehmendem Radius der Ionenbahn.

Umlauffrequenz und eine Beschleunigung von Ionen kann nur während der Halbperiode mit sinkender Oszillatorfrequenz erfolgen. Man erhält somit auf der Fangscheibe nicht wie beim klassischen Zyklotron einen kontinuierlichen Ionenstrom, sondern Impulse im Rhythmus der Modulatorfrequenz.

Wenn man die Wirtschaftlichkeit eines Zyklotrons nach der Ionenstrahlleistung auf der Fangscheibe (also das Produkt aus mittlerem Ionenstrom und kinetischer Endspannung) beurteilt, so erweist sich das Synchrozyklotron als wirtschaftlicher für höhere Endenergien als die bereits erwähnten.

Die Bedenken, die Synchronbedingung für die ganze Spiralbahn und für eine ganze Zahl von Ionen mit verschiedener Einfangphase zu erfüllen, erweisen sich als unbedeutend, weil durch eine sog. *Phasenfokussierung* automatisch eine Anpassung der Ionen an die jeweilige Oszillatorfrequenz stattfindet. Zwischen der Umlauffrequenz und der Oszillatorfrequenz finden individuell für jedes Ion analoge Pendelungserscheinungen statt wie beim Parallelbetrieb zweier Synchronmaschinen. Dank dieser Phasenstabilisierung kann man mit kleineren Wechselspannungen am D-Spalt arbeiten und die Energie in einer grösseren Zahl von Umläufen erreichen. Ausserdem benötigt man eine wesentlich kleinere Oszillatorleistung.

### B. Das Synchro-Zyklotron in Amsterdam

Am 10. November 1949 wurde im Institut für Kernphysikalische Forschung in Amsterdam ein durch *Bakker* und *Heyn* entworfenes und von Philips gebautes Synchro-Zyklotron für 28-MeV-Deuteronen in Betrieb genommen. Während  $\frac{2}{3}$  der Betriebszeit steht die Anlage der Philips für eigene Forschungszwecke und für die Herstellung künstlicher, radioaktiver Stoffe zur Verfügung, wie sie auf medi-

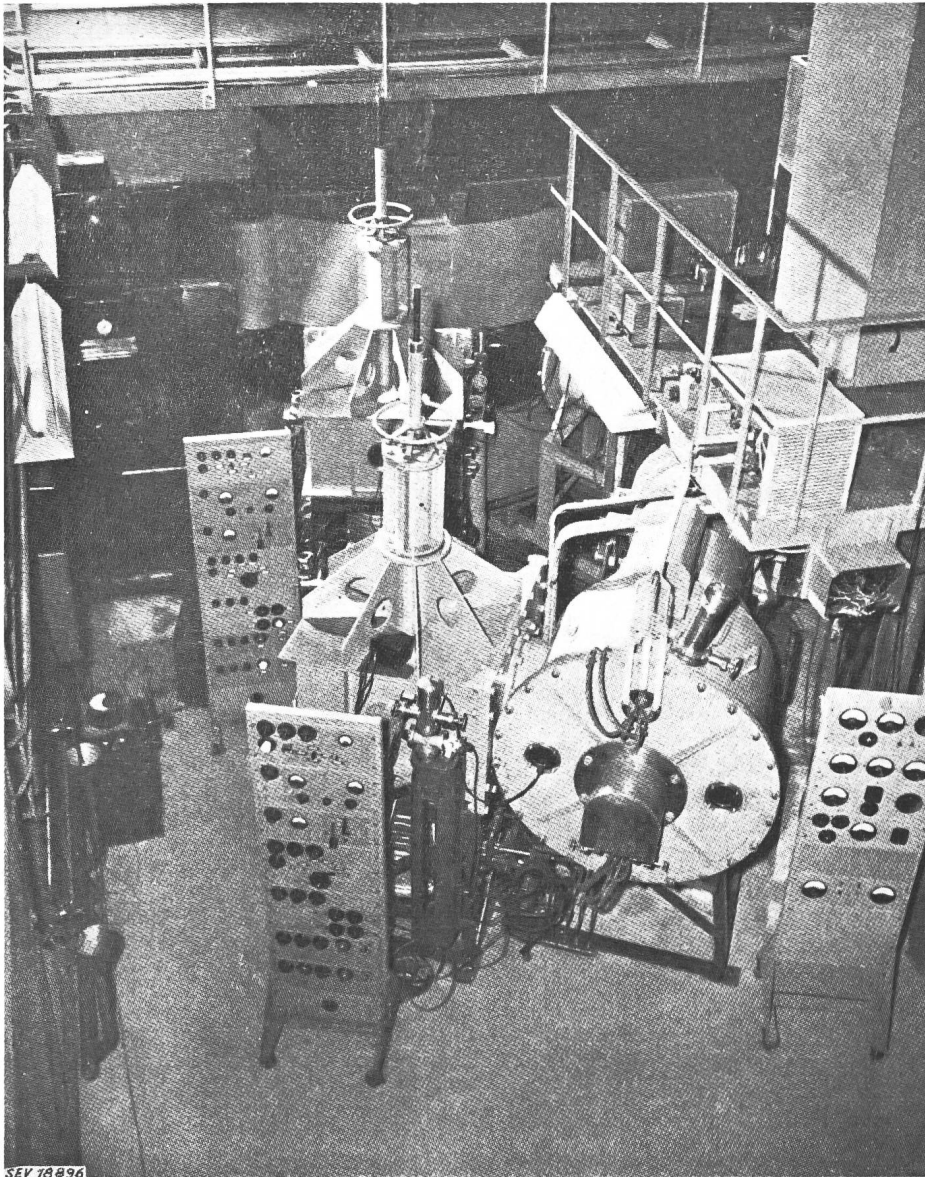


Fig. 2  
Das Synchrozyklotron in der Richtung des Pfeiles in Fig. 1b gesehen  
Im Vordergrund rechts der Modulator

Der dritte Grund setzt dem klassischen Zyklotron das mit konstanter Senderfrequenz arbeitet, eine praktische Grenze. Man kann bei einigermaßen befriedigender Ionenintensität höchstens Endenergien von 15 MeV für Protonen, 25 MeV für Deuteronen und 50 MeV für  $\alpha$ -Teilchen erzielen.

Die Überwindung dieser Beschränkung des klassischen Zyklotrons gelang im Jahre 1945 durch eine gleichzeitig von *Mc. Millan* und *Veksler* gefasste Idee, die Oszillatorfrequenz an die Umlauffrequenz der Ionen anzupassen. Ein so verbessertes Zyklotron heisst *Synchro-Zyklotron*, weil Umlauffrequenz und Oszillatorfrequenz immer synchron sind. Zu diesem Zwecke muss die hochfrequente Beschleunigungsspannung frequenzmoduliert werden. Der Frequenzhub beträgt einige Prozente und die Modulationsfrequenz einige Dutzend bis einige Tausend Hz. Da die Masse während des Beschleunigungsprozesses zu- und das Magnetfeld abnimmt, sinkt die

zinnischem, biologischem und technischem Gebiet gebraucht werden. Während der übrigen Betriebszeit werden allgemeine, wissenschaftliche Forschungen damit ermöglicht.

Die Zusammenstellung einiger technischer Daten vermittelt einen Begriff von der Grösse und Leistungsfähigkeit des Synchro-Zyklotrons:

Eisengewicht des Elektromagneten . . . . .	800 t
Magnetpoldurchmesser . . . . .	1,8 m
Polabstand des Interferrikum . . . . .	0,36 m
Erregerleistung (ölgekühlte Wicklung) . . . . .	8) kW
Magnetische Luftspaltinduktion . . . . .	1,38 Wb/m <sup>2</sup>
grösster Radius der Ionenbahn . . . . .	0,78 m
Endenergie der Deuteronen . . . . .	28 MeV
mittlerer Ionenstrom . . . . .	20 $\mu$ A
Ionenstrahlleistung . . . . .	56) W
Oszillatorfrequenz und Frequenzhub . . . . .	10,7 MHz/4 %
Modulationsfrequenz . . . . .	2000 Hz
Senderleistung . . . . .	3 kW
D-Elektroden-HF-Spannung . . . . .	14 kV <sub>max</sub>

Fig. 1 zeigt die räumliche Anordnung der einzelnen Teile des Synchro-Zyklotrons.

Der Polabstand wurde relativ gross gewählt (0,36 m), um die vertikal schwingenden Ionen so wenig wie möglich an die Wände der D-Elektroden (3 und 3' in Fig. 1) zu verlieren und dadurch einen grossen Ionenstrom zu erhalten. Ein solcher konnte ausserdem durch eine ergiebige Ionenquelle (2) und eine relativ hohe Modulationsfrequenz erzielt werden. Obwohl die Endenergie nicht besonders hoch ist, wurde das Synchro-Zyklotron-Prinzip vorgezogen, weil man dank der Phasenstabilisierung den Ionen eine grössere Zahl von Umläufen zumuten und somit mit kleineren Spannungen am D-Spalt arbeiten kann. Die dadurch bedingte, kleinere Überschlagsgefahr gestattet andererseits einen höheren Gasdruck in der evakuierten Beschleunigungskammer (1), was endlich eine grössere Ausbeute der Ionenquelle (2) erlaubt. Die vom Oszillator (7) gelieferte Hochfrequenzleistung wird an die «geknickte», konzentrische Lecherleitung induktiv angekoppelt, an deren einem Ende (9) eine D-Elektrode (3) und am andern Ende (10) der Modulator (8) sitzen. Der Modulator mit seiner Lecherleitung wurde «geknickt» angesetzt, um die D-Elektrode leicht herausnehmen zu können. Auf der Lecherleitung entsteht eine stehende Hochfrequenzschwingung mit einem Spannungsknoten an der Speisestelle (7) und je einem Spannungsbauch von etwa 14 kV<sub>max</sub> an der D-Elektrode und am Modulator. Der interessant konstruierte Sender arbeitet in Meissner-Schaltung, bei der die induktive Ankopplung am Lechersystem erforderlich war, weil sich der Spannungsknoten infolge Frequenzmodulation ständig auf der Leitung hin- und herschiebt. Die Kapazität des schwin-

nungsfähigen Systems ist im Wesentlichen im D-Spalt und im Modulator konzentriert. Um einen Frequenzhub von 4% zu bewirken, muss die Kapazität des Modulators im Rhythmus der Modulationsfrequenz um 16% variieren. Dies wurde dadurch erzielt, dass parallel zu einem festen Vakuum-Plattenkondensator ein variabler Modulationskondensator geschaltet ist, der aus einer mit 3000 U./min rotierenden Segmentscheibe mit 40 Zähnen besteht, die innerhalb von zwei feststehenden Segmentringen mit ebenfalls je 40 Zähnen sich dreht.

Der Fernbedienungsraum mit den nötigen Kontrollinstrumenten ist durch einen 3,5 m dicken Wassertank gegen die unvermeidliche Neutronen- und Gammastrahlung geschützt. Die entstehende Neutronenstrahlung wird durch eine Borionisationskammer (13) in der Nähe des Synchro-Zyklotrons überwacht. Die Fangscheibe (6) sitzt auf einem 1,25 m langen Halter und kann zur Einstellung der gewünschten Deuteronenenergie mehr oder weniger tief in den Beschleunigungsraum eingetaucht werden. Nach dem Bestrahlen und «Ernten» des radioaktiv gewordenen Stoffes auf der Fangscheibe lässt man die im Halter induzierte Radioaktivität abklingen, indem man ihn einige Zeit unbenutzt zwischen Betonblöcken lässt.

Die Präparate auf der Fangscheibe werden gewöhnlich so lange bestrahlt, bis in ihnen eine Radioaktivität von einigen Dutzend Millicurie erzeugt worden ist. Die erforderliche Bestrahlungszeit ist natürlich umso grösser, je länger die Halbwertszeit der zerfallenden Substanz ist.

Die Anlage (Fig. 2) arbeitet mit nur wenigen Unterbrechungen zum Unterhalt.

Maurice Martin

## Wirtschaftliche Mitteilungen — Communications de nature économique

### Unverbindliche mittlere Marktpreise

je am 20. eines Monats

#### Flüssige Brenn- und Treibstoffe

		Januar	Vormonat	Vorjahr
Reinbenzin/Bleibenzin . . . . .	sFr./100 kg	72.95 <sup>1)</sup>	72.95 <sup>1)</sup>	72.35 <sup>3)</sup>
Benzingemisch inkl. Inlandtreibstoffe . . . . .	sFr./100 kg	70.75 <sup>1)</sup>	70.75 <sup>1)</sup>	70.15 <sup>3)</sup>
Diesöl für strassenmotorische Zwecke . . . . .	sFr./100 kg	53.82 <sup>1)</sup>	53.82 <sup>1)</sup>	51.75 <sup>3)</sup>
Heizöl Spezial . . . . .	sFr./100 kg	23.55 <sup>2)</sup>	23.— <sup>2)</sup>	23.90 <sup>4)</sup>
Heizöl leicht . . . . .	sFr./100 kg	21.70 <sup>2)</sup>	21.20 <sup>2)</sup>	22.20 <sup>4)</sup>
Industrie-Heizöl (III) . . . . .	sFr./100 kg	18.20 <sup>2)</sup>	17.20 <sup>2)</sup>	13.55 <sup>4)</sup>
Industrie-Heizöl (IV) . . . . .	sFr./100 kg	17.40 <sup>2)</sup>	16.40 <sup>2)</sup>	—

<sup>1)</sup> Konsumenten-Zisternenpreise franko Schweizergrenze, verzollt, inkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t.

<sup>2)</sup> Konsumenten-Zisternenpreise franko Schweizergrenze Basel, Chiasso, Iselle und Pino, verzollt, inkl. WUST und inkl. Tilgungsgebühr für den Kohlenkredit (sFr.—.65/100 kg), bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t. Für Bezug in Genf ist eine Vorfahrt von sFr. 1.—/100 kg, in St. Margrethen von sFr.—.60/100 kg zuzuschlagen.

<sup>3)</sup> Konsumenten-Zisternenpreise franko Schweizergrenze, verzollt, exkl. WUST, bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t.

<sup>4)</sup> Konsumenten-Zisternenpreise franko Schweizergrenze Basel, Chiasso, Iselle und Pino, verzollt, exkl. WUST und exkl. Tilgungsgebühr für den Kohlenkredit (sFr.—.65/100 kg), bei Bezug in einzelnen Bahnkesselwagen von ca. 15 t. Für Bezug in Genf ist eine Vorfahrt von sFr. 1.—/100 kg, in St. Margrethen von sFr.—.60/100 kg zuzuschlagen.

Heizöl Spezial und Heizöl leicht werden ausser für Heizzwecke auch zur Stromerzeugung in stationären Dieselmotoren verwendet unter Berücksichtigung der entsprechenden Zollpositionen.

#### Metalle

		Januar	Vormonat	Vorjahr
Kupfer (Wire bars) <sup>1)</sup> . . . . .	sFr./100 kg	430.—/530.— <sup>4)</sup>	420.—/550.— <sup>4)</sup>	380.— <sup>4)</sup>
Banka/Billiton-Zinn <sup>2)</sup> . . . . .	sFr./100 kg	1187.—	1138.—	1600.—
Blei <sup>1)</sup> . . . . .	sFr./100 kg	208.—	216.—	190.—
Zink <sup>1)</sup> . . . . .	sFr./100 kg	250.—	310.—	310.— <sup>4)</sup>
Stabeisen, Formeisen <sup>3)</sup> . . . . .	sFr./100 kg	71.—	71.—	54.—
5-mm-Bleche <sup>3)</sup> . . . . .	sFr./100 kg	85.50	85.50	60.—

<sup>1)</sup> Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 50 t.

<sup>2)</sup> Preise franko Waggon Basel, verzollt, bei Mindestmengen von 5 t.

<sup>3)</sup> Preise franko Grenze, verzollt, bei Mindestmengen von 20 t.

<sup>4)</sup> Notierungen des «grauen Marktes» (Grenzwerte, entsprechend verschiedenen Abschlussterminen).

#### Kohlen

		Januar	Vormonat	Vorjahr
Ruhr-Breckkoks I/II . . . . .	sFr./t	121.—	121.—	100.—
Belgische Industrie-Fettkohle				
Nuss II . . . . .	sFr./t	131.50	131.50	118.50
Nuss III . . . . .	sFr./t	126.90	126.90	114.—
Nuss IV . . . . .	sFr./t	125.20	125.20	109.50
Saar-Feinkohle . . . . .	sFr./t	95.—	95.—	72.50
Saar-Koks . . . . .	sFr./t	142.40	142.40	103.40
Französischer Koks, metallurgischer, Nord				
Französischer Giesserei-Koks . . . . .	sFr./t	143.80	143.80	114.90
Polnische Flammkohle				
Nuss I/II . . . . .	sFr./t	123.50	123.50	87.—
Nuss III . . . . .	sFr./t	120.50	120.50	83.50
Nuss IV . . . . .	sFr./t	119.50	119.50	81.50
USA Flammkohle abgesehen . . . . .	sFr./t	130.—	130.—	136.—

Sämtliche Preise verstehen sich franko Waggon Basel, verzollt, bei Lieferung von Einzelwagen an die Industrie, bei Mindestmengen von 15 t.

## Aus den Geschäftsberichten schweizerischer Elektrizitätswerke

(Diese Zusammenstellungen erfolgen zwanglos in Gruppen zu vieren und sollen nicht zu Vergleichen dienen)

Man kann auf Separatabzüge dieser Seite abonnieren

	Elektra Birseck Münchenstein		Elektrizitätswerk Luzern-Engelberg A.-G.		Elektrizitätswerk der Stadt Luzern		Licht- und Wasserwerke Interlaken	
	1950	1949	1950	1949	1950	1949	1950	1949
1. Energieproduktion . . kWh	876 690	712 830	64 958 000	62 600 000	—	—	5 305 400	5 090 400
2. Energiebezug . . . kWh	188 253 240	166 731 140	32 266 970	28 845 100	84 523 280	77 614 320	6 352 910	5 110 140
3. Energieabgabe . . . kWh	189 129 930	167 443 970	97 224 970	91 445 100	76 100 000	69 800 000	11 658 310	10 200 540
4. Gegenüber Vorjahr . . %	+12,87	-12,46	+6,3	-5,5	+9,03	-3,32	+14,3	-1,1
5. Davon Energie zu Abfallpreisen . . . kWh	6 632 900	1 436 900	4 056 500	4 632 500	—	—	37 300	63 600
11. Maximalbelastung . . kW	37 650	33 800	12 700	12 800	14 820	14 470	2 280	2 050
12. Gesamtanschlusswert . kW	?	?	—	—	127 238	120 075	14 763	13 505
13. Lampen . . . . . { Zahl	260 946	246 280	—	—	376 613	368 491	69 000	65 000
{ kW	12 975	12 444	—	—	16 677	16 322	1 780	1 630
14. Kochherde . . . . . { Zahl	10 322	8 696	—	—	4 526	3 988	453	365
{ kW	58 860	49 337	—	—	33 090	29 665	2 990	2 430
15. Heisswasserspeicher . { Zahl	7 622	6 866	—	—	8 949	8 458	840	750
{ kW	14 600	12 972	—	—	16 407	15 272	2 140	2 005
16. Motoren . . . . . { Zahl	7 651	6 217	—	—	19 402	18 807	1 790	1 660
{ kW	13 881	11 876	—	—	22 462	21 791	2 688	2 630
21. Zahl der Abonnemente . . .	16 189	15 818	—	—	54 439	53 155	3 470	3 429
22. Mittl. Erlös p. kWh Rp./kWh	4,30	4,02	2,06	1,90	9,0	9,2	10,28	10,81
<i>Aus der Bilanz:</i>								
31. Aktienkapital . . . . Fr.	—	—	2 700 000	2 700 000	—	—	—	—
32. Obligationenkapital . . .	—	—	—	—	—	—	—	—
33. Genossenschaftsvermögen .	1 943 429	1 889 314	—	—	—	—	—	—
34. Dotationskapital . . . . .	—	—	—	—	—	—	650 000	650 000
35. Buchwert Anlagen, Leitg. .	3 639 949	1 460 006	2 608 000	2 300 000	4 538 351 <sup>1)</sup>	4 213 389 <sup>2)</sup>	1 178 900	1 068 600
36. Wertschriften, Beteiligung .	4 600 003	3 700 003	395 000	395 000	2 430 000	2 430 000	12 600	12 600
37. Erneuerungsfonds . . . . .	?	?	—	—	80 000	10 000	355 000	357 000
<i>Aus Gewinn- und Verlustrechnung:</i>								
41. Betriebseinnahmen . . . Fr.	7 957 916	6 752 697	2 002 624	1 757 882	7 614 481	7 235 902	1 066 500	959 700
42. Ertrag Wertschriften, Beteiligungen . . . . .	290 000	354 500	36 136	37 044	142 406	143 079	1 000	1 000
43. Sonstige Einnahmen . . . .	158 107	186 736	11 844	11 699	9 664	10 357	28 500	35 500
44. Passivzinsen . . . . .	176 000	155 000	1 <sup>1)</sup>	1 <sup>1)</sup>	372 117	330 400	35 000	33 000
45. Fiskalische Lasten . . . .	254 120	264 750	176 301	175 607	29 796	30 077	4 600	4 400
46. Verwaltungsspesen . . . .	375 638	388 123	448 963	429 497	473 565	465 507	107 800	108 700
47. Betriebsspesen . . . . .	728 580	662 332	—	—	2 393 463	2 292 304	168 100	149 800
48. Energieankauf . . . . .	5 258 251	4 742 710	1 001 377	852 723	1 781 977	1 557 160	262 000	202 000
49. Abschreibg., Rückstell'gen .	1 079 969	633 093	260 476	189 517	589 817	509 458	314 000	255 000
50. Dividende . . . . .	—	—	162 000	162 000	—	—	—	—
51. In % . . . . .	—	—	6	6	—	—	—	—
52. Abgabe an öffentliche Kassen . . . . .	—	—	—	—	2 125 816	2 204 432	204 500	210 000
53. Pachtzinse . . . . .	12 000	12 000	—	—	—	—	—	—
<i>Übersicht über Baukosten und Amortisationen</i>								
61. Baukosten bis Ende Berichts-jahr . . . . . Fr.	16 748 059	12 921 711	/	/	/	/	4 600 900	4 429 000
62. Amortisationen Ende Berichts-jahr . . . . .	13 108 110	11 460 006	/	/	/	/	3 422 000 <sup>3)</sup>	3 361 000 <sup>3)</sup>
63. Buchwert . . . . .	3 639 949	1 460 006	2 608 000	2 300 000	4 538 351	4 213 389	1 178 900	1 068 000
64. Buchwert in % der Baukosten . . . . .	21,7	11,3	/	/	/	/	25,6	24,1

1) Von den Aktivzinsen in Abzug gebracht.

2) Einschliesslich Zähler, Instrumente, Mobiliar und Werkzeuge.

3) Exkl. Reservefonds von 60 000 Fr.

## Miscellanea

### In memoriam

**Ernst Maurer** †. Am 17. November 1951 ist der langjährige Mitarbeiter der Kraftwerke Oberhasli A.-G. (KWO), dipl. Elektroingenieur Ernst Maurer, nach schwerer Krankheit sanft entschlafen. Nachdem Ernst Maurer während 10 Jahren bei den Bernischen Kraftwerken, sowie den Berner elektrochemischen Werken, tätig war, trat er im Jahre 1926 in die Dienste der Kraftwerke Oberhasli A.-G. in Innertkirchen, um seine ganze Arbeitskraft bis zu seinen letzten Tagen diesem Unternehmen zu widmen. 1936 und 1937 war er vorübergehend in Mannheim bei Brown, Boveri & Cie. tätig. Ernst



Ernst Maurer  
1893—1951

Maurer, der sich speziell mit schalttechnischen Fragen befasste, hatte grossen Anteil am guten Gelingen der Kraftwerkanlagen der KWO. Dem SEV gehörte er in den Jahren 1941—1948 als Mitglied an und verfasste unter anderem eine grundlegende Arbeit über die Berechnung der Freileitungen mit Rücksicht auf die mechanischen Verhältnisse der Leiter, welche im Bulletin des SEV 1936, Nr. 2, veröffentlicht wurde. Sie erschien als Sonderdruck und wurde stark beachtet.

Wir werden Ernst Maurer in bestem Andenken behalten.  
H. L.

### Persönliches und Firmen

(Mitteilungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht)

**Sprecher & Schuh A.-G., Aarau.** Handlungsvollmacht wurde erteilt *A. Haefelfinger*, Assistent der technischen Direktion, Mitglied des SEV seit 1926, *B. Krutina*, Verkaufsingenieur, Mitglied des SEV seit 1950, *W. Widmer* und *F. Wiederkehr*.

**Aluminium-Industrie A.-G., Chippis.** *H. Benesch*, Dr. *E. Bloch*, *A. de Chastonay*, *W. Herzog*, Mitglied des SEV seit 1939, *H. Hug*, Dr. *K. Jud*, *P. Surbeck* und *K. Wetter*, Mitglied des SEV seit 1946, wurden zu Prokuristen ernannt.

**Fr. Sauter A.-G., Fabrik elektr. Apparate, Basel.** *A. Helfenstein* wurde zum Prokuristen ernannt.

### Kleine Mitteilungen

**Tagung über Entwicklungsprobleme in der Energiewirtschaft in Köln.** Das unter der Leitung von Prof. Dr. *Wessels* stehende Energiewirtschaftliche Institut an der Universität Köln veranstaltet am 18. und 19. April 1952 eine Tagung über Entwicklungsprobleme in der Energiewirtschaft. An dieser Tagung werden namhafte Persönlichkeiten der deutschen und ausländischen Energiewirtschaft über diese Fragen berichten. Allfällige Anmeldungen sind an das Energiewirtschaftliche Institut an der Universität Köln, Albertus-Magnus-Platz, Köln-Lindenthal (Deutschland) zu richten. Das endgültige Programm wird im März 1952 veröffentlicht werden.

**Königlich-Niederländische Messe in Utrecht.** Die diesjährige, internationale Königlich-Niederländische Messe in Utrecht findet vom 25. März bis 3. April 1952 statt. Für Auskunft wende man sich in der Schweiz an die Vertreter *G. D. Wink*, Seefeldstrasse 251, Zürich und Dr. *M. J. F. Haarsma*, 28, av. de Lavaux, Pully-Lausanne.

**Deutsche Industrie-Messe Hannover.** In Hannover findet vom 27. April bis 6. Mai 1952 als 2. Teil der Deutschen Industrie-Messe eine technische Messe statt. An der Messe wird die Elektrotechnik gut vertreten sein. Auskünfte erteilt die Vertreterin für die Schweiz: Reisebureau *A. Kuoni A.-G.*, Bahnhofplatz 7, Zürich 1.

## Literatur — Bibliographie

621.314.21.181.4

Nr. 525 000

**Berechnung von Einphasen-Kleintransformatoren und Drosseln.** Von *Anton Höpp*. Graz, Praktisches Wissen, 2. erw. Auflage 1951; 8°, 74 S., Fig., Tab. — Preis: brosch. Fr. 6.—.

In diesem kleinen Sammelwerk gibt der Autor eine Zusammenstellung der für die Berechnung von Drosselspulen und Transformatoren aller Art (Kleintransformatoren bis Schweißtransformatoren) wesentlichen Grundlagen und Berechnungsdaten. Er wendet sich dabei bewusst nicht an Spezialisten, sondern an Fachleute, die solche Berechnungen nur ausnahmsweise durchzuführen haben. Der Rechnungsgang ist der übliche. Es werden vorwiegend Grössen bis 10 kVA behandelt. Gestützt an die Tatsache, dass ohne genaue Kenntnisse der Betriebsbedingungen der beste Entwurf in der Praxis versagen kann, unterhält sich der Verfasser in jedem Kapitel ziemlich lange über die entsprechenden Betriebsbedingungen. Das ist an und für sich vorteilhaft; dagegen werden bei der eigentlichen Berechnung stellenweise Fachbegriffe angegeben, die ohne genügende Erklärungen unter Nichtspezialisten zu Missverständnissen führen können. Auch einige Zahlenangaben dürften auf nach schweizerischen Grundsätzen zu knapp dimensionierte Konstruktionen führen. Diesen Mängeln ist entgegenzuhalten, dass die Verwirklichung der in der Einführung ausgedrückten Absicht, «den richtigen Weg dem nicht dauernd mit der Berechnung

elektrischer Maschinen Beschäftigten» zu zeigen, bedeutende Schwierigkeiten in sich trägt, die meistens durch Platzmangel noch erschwert werden. Wenn man die Druckschrift als das ansieht, was sie gemäss obigem Motto sein will und sich infolgedessen darüber klar ist, dass sie dem Spezialisten nichts bieten kann noch will, so darf man das kleine Werk als wohl gelungen betrachten und dem Nichtspezialisten als wertvoll empfehlen.  
*L. Lozza*

621.313.2

Nr. 10 613,2

**Villamos gépek. II. Rész: Egyenáramú gépek.** [Elektrische Maschinen. II. Teil: Gleichstrommaschinen.] Von *József Liska*. Budapest, Tankönyvkiadó, 1951; 8°, 240 S., 248 Fig., Tab., Taf.

Im Jahre 1948 gab der Autor mit seinem Buche «Transformatoren» den ersten Band einer Bücherreihe über elektrische Maschinen heraus. Der vorliegende zweite Band behandelt die Gleichstrommaschinen in ähnlicher Weise wie der 1. Band die Transformatoren. Der Theorie folgen jeweils Zahlenbeispiele, die sich aber immer auf die gleiche Maschine beziehen. Damit kann der Leser gleich die Anwendung der besprochenen Theorien verfolgen. Zuletzt wird noch die Berechnung eines Traktionsmotors aufgeführt.

Am Anfang werden die Arbeitsweise der Gleichstrommaschinen samt den verschiedenen Wicklungsarten besprochen. Dann folgt die Kommutation, von welcher nur das

Allernötigste gesagt wird. Im weiteren wird auf die Bemessung der Pole eingetreten, und die Kennlinien der verschiedenen Generatoren und Motoren werden erörtert. Die Verluste und der Wirkungsgrad werden ebenfalls ausführlich behandelt. Der Prüfung der Maschinen sowie der Isolation sind separate Abschnitte gewidmet. Am Schluss befindet sich ein Abschnitt über die Berechnung von Gleichstrommaschinen. Literatur-, Symbol- und Sachverzeichnis ergänzen das Werk.

Der Stoff ist exakt und klar behandelt, die Figuren sind sehr sauber gezeichnet. Der Druck ist einwandfrei, was man von der Papierqualität leider nicht sagen kann. Den Studierenden wird das Buch ein willkommenes Hilfsmittel bedeuten.

E. Schiessl

413.2 : 627.81

Nr. Hb 88

Dictionnaire technique des barrages = Technical Dictionary of Dams = Technisches Wörterbuch für Talsperren.

Publ. par la Commission Internationale des Grands Barrages de la Conférence Mondiale de l'Energie. Paris, Bureau Centrale de la CIGB. 1950; 8°, 169 p., fig., tab. — Prix: rel. Fr. 15.—; pour membres: Fr. 12.—.

Der Originaltext und die Illustrationen dieses in drei Sprachen verfassten technischen Wörterbuchs wurde vom französischen Nationalkomitee für grosse Talsperren unter der Leitung von Mary aufgestellt.

Das Wörterbuch umfasst vier Teile: Allgemeines, Talsperren, Nebenanlagen, Erstellung der Anlagen, sowie ein ausführliches alphabetisches Inhaltsverzeichnis. Das sehr übersichtlich geordnete, mit ausgezeichneten Abbildungen versehene handliche Büchlein kommt einem in der Praxis immer häufiger empfundenen Bedürfnis entgegen und kann dem Ingenieur und jedem der sich mit Talsperren zu befassen hat, bestens empfohlen werden.

G. A. Töndury

## Prüfzeichen und Prüfberichte des SEV

### IV. Prüfberichte

[siehe Bull. SEV Bd. 29(1938), Nr. 16, S. 449.]

P. Nr. 1692.

Gegenstand: **Staubsauger**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 696 vom 10. Dezember 1951.

Auftraggeber: Walter Jenny, Stauffacherstrasse 28, Zürich.

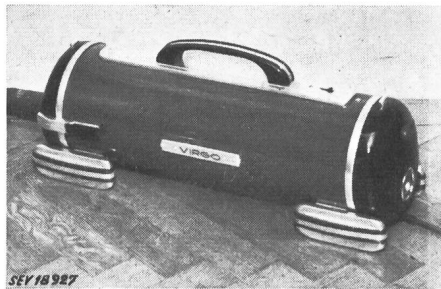
Aufschriften:

VIRGO  
Type SZ 325 22596  
220 V  $\cong$  375 W 1,9 A  
AP Fi  
Made in Holland



Beschreibung:

Staubsauger gemäss Abbildung, Zentrifugalgebläse, angetrieben durch Einphasen-Seriemotor. Motoreisen gegen berührbare Metallteile isoliert. Apparat mit Schlauch, Füh-



rungsrohren und verschiedenen Mundstücken zum Saugen und Blasen verwendbar. Einpoliger Kipphebelschalter eingebaut. Zuleitung Gummiaderschnur mit 2 P-Stecker, fest abgeschlossen.

Der Staubsauger entspricht den «Vorschriften für elektrische Staubsauger» (Publ. Nr. 139) und dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117).

Gültig bis Ende Dezember 1954.

P. Nr. 1693.

Gegenstand: **Freileitungsklemmen**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 648/I vom 11. Dezember 1951.

Auftraggeber: Hans Pfander, Oensingen.

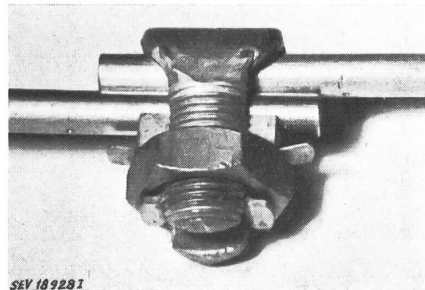
Bezeichnung:

HAPO-Freileitungsklemmen 16 und 50 mm<sup>2</sup>

Beschreibung:

U-förmige Klemmen mit flacher Mutter und unverlierbarer Kontakteinlage mit 2 Lappen zur Sicherung der fest-

gezogenen Mutter gegen Lockern. Die Kontaktflächen im Klemmenbogen weisen eine Rillung auf. Alle Teile der Klemmen bestehen aus blankem Kupfer.



Anwendungsgebiet: Für Leiterverbindungen, die nicht auf Zug beansprucht werden.

P. Nr. 1694.

Gegenstand: **Vorschaltgerät**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 372/I vom 11. Dezember 1951.

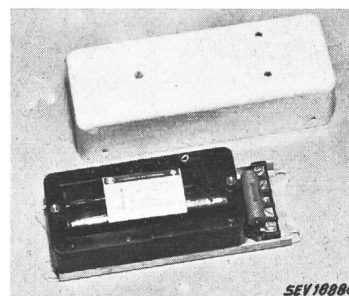
Auftraggeber: Fr. Knobel & Co., Ennenda (GL).

Aufschriften:

F. KNOBEL u. Co. ENNENDA  
Typ: FBOX  
U: 220 V 50 Hz I<sub>2</sub>: 0,65 A cosφ ~ 0,5  
Fluoreszenzröhre 65 Watt F. Nr. 215373

Beschreibung:

Vorschaltgerät für 65-W-Fluoreszenzlampen, gemäss Abbildung, ohne Temperatursicherung und ohne Starter. Wicklung aus emailliertem Kupferdraht. Störstutzkondensator



von 10 000 pF parallel zur Lampe angeschlossen. Grundplatte und Deckel aus Aluminiumblech. Klemmen auf Isolierpressstoff montiert.

Das Vorschaltgerät hat die Prüfung in Anlehnung an die «Kleintransformatoren-Vorschriften» (Publ. Nr. 149) bestanden. Verwendung: in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.

Apparate in dieser Ausführung tragen das Qualitätszeichen des SEV; sie werden periodisch nachgeprüft.

P. Nr. 1695.

Gegenstand: **Vorschaltgerät**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 372/II  
vom 11. Dezember 1951.

Auftraggeber: Fr. Knobel & Co., Ennenda (GL).



Aufschriften:



Elektro-Apparatebau Ennenda-GL.

Fr. Knobel u. Co.

Typ 220 FOK

$U_1$ : 220 V 50 Hz  $I_2$ : 0,65 A  $\cos\varphi \sim 0,5$

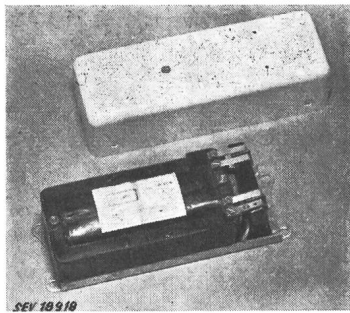
Fluoreszenz-Röhre 65 W

F. Nr. 215375



Beschreibung:

Vorschaltgerät für 65-W-Fluoreszenzlampen, gemäss Abbildung, mit Knobel-Thermostarter, ohne Temperatursicherung. Drosselspule und Gegenwicklung aus emailliertem



Kupferdraht. Stör Schutzkondensator von 0,04  $\mu$ F parallel zur Lampe angeschlossen. Klemmen auf Isolierpreßstoff montiert. Grundplatte und Deckel aus Aluminiumblech.

Das Vorschaltgerät hat die Prüfung in Anlehnung an die «Kleintransformatoren-Vorschriften» (Publ. Nr. 149) bestanden. Es entspricht dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117). Verwendung: in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.

Apparate in dieser Ausführung tragen das Qualitätszeichen des SEV; sie werden periodisch nachgeprüft.

P. Nr. 1696.

Gegenstand: **Vorschaltgerät**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 372/III  
vom 11. Dezember 1951.

Auftraggeber: Fr. Knobel & Co., Ennenda (GL).



Aufschriften:

— KNOBEL ENNENDA —

Typ FOCSKd

$U_1$  220 V 50 Hz  $I_2$  0,65 A überkompensiert

Fluoreszenzröhre 65 W F. Nr. 215370



auf dem Seriiekondensator:



6  $\mu$ F  $\pm 5\%$

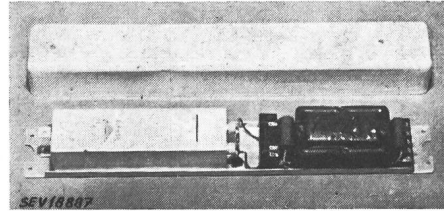
No. 16070 FKE 3924802

390 V~ 50 Hz 60 °C 51/2



Beschreibung:

Überkompensiertes Vorschaltgerät gemäss Abbildung, für 65-W-Fluoreszenzlampen. Vorschaltgerät mit Knobel-Thermostarter, ohne Temperatursicherung. Kondensator von 6  $\mu$ F in Serie mit Drosselspule. Ein Stör Schutzkondensator parallel zur Lampe und ein weiterer quer zum Netz. Klemmen auf schwarzem Isolierpreßstoff. Grundplatte und Deckel aus Aluminiumblech.



Das Vorschaltgerät hat die Prüfung in Anlehnung an die «Kleintransformatorenvorschriften» (Publ. Nr. 149) bestanden. Es entspricht dem «Radioschutzzeichen-Reglement» (Publ. Nr. 117). Verwendung: in trockenen und zeitweilig feuchten Räumen.

Apparate in dieser Ausführung tragen das Qualitätszeichen des SEV; sie werden periodisch nachgeprüft.

Gültig bis Ende Dezember 1954.

P. Nr. 1697.

Gegenstand:

**2 explosions sichere Glühlampenarmaturen**

SEV-Prüfbericht: A. Nr. 26 820, vom 12. Dezember 1951.

Auftraggeber: Sana Holding A.-G., Zug.

1. Aufschriften:

3271 / 73 Ex eB

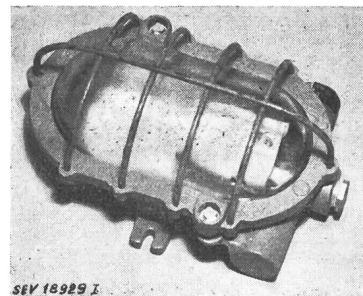


Beschreibung:

Gussarmatur mit Ring zum Aufhängen, für Glühlampen max. 100 W, mit Schutzglas und Schutzgitter. Keramische Fassung mit federndem Fusskontakt und gegen Lockern gesicherten Anschlussklemmen.

2. Aufschriften:

Typ e 32991 Ex Zündgruppe A und B



Beschreibung:

Gussarmatur zum Aufschrauben, für Glühlampen max.

60 W, mit Schutzglas und Schutzgitter. Keramische Fassung mit federndem Fusskontakt und gegen Lockern gesicherten Anschlussklemmen.

Beide Armaturen entsprechen den «Vorschriften für explosionsgeschützte elektrische Betriebsmittel» VDE 0170. Die Armaturen sind explosions sicher. Verwendung: in explosionsgefährdeten Räumen.

Gültig bis Ende Dezember 1954.

**P. Nr. 1698.**

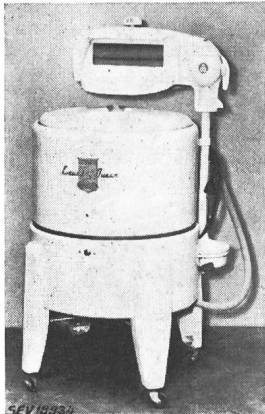
**Gegenstand: Waschmaschine**

*SEV-Prüfbericht:* A. Nr. 26 768 vom 17. Dezember 1951.

*Auftraggeber:* L. H. Kapp & Co., Konradstrasse 32, Zürich.

*Aufschriften:*

LAUNDRY QUEEN  
Automatic Washer  
Mfd. by Automatic-Washer Co.  
Newton, Jowa. U. S. A.  
Mod. 500 P No. 383831  
Kapp & Co. Zürich  
Volt 220 Watt 340  
Amp. 2,7 Nr. 383831



*Beschreibung:*

Waschmaschine gemäss Abbildung, ohne Heizung. Antrieb durch ventilierten Einphasen-Kurzschlussankermotor mit Hilfswicklung und Zentrifugalschalter. Die Waschvorrichtung führt Drehbewegungen in wechselnder Richtung aus. Auf der Maschine ist eine Mänge mit Gummiwalzen schwenkbar angeordnet. Eine Pumpe ist eingebaut. Dreiadrige Zuleitung mit 2 P + E-Stecker, fest angeschlossen.

Die Waschmaschine hat die Prüfung in sicherheitstechnischer Hinsicht bestanden. Verwendung: in nassen Räumen.

Gültig bis Ende Dezember 1954.

**P. Nr. 1699.**

**Gegenstand: Freileitungsmuffen**

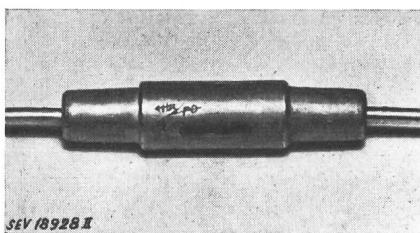
*SEV-Prüfbericht:* A. Nr. 26 648/II vom 18. Dezember 1951.

*Auftraggeber:* Hans Pfander, Oensingen.

*Bezeichnung:* HAPO-Freileitungsmuffen. PM 4 für 4 mm Draht.

*Beschreibung:*

Dreiteilige verschraubbare Muffenkörper aus blankem Kupfer, mit beidseitig wirkender Druckfeder aus Bronzedraht und beidseitigen Anschlagplättchen und federnd geschlitzten Klemmkonen aus Messing. Die Innenseite der Klemmkonen ist gewindeartig gerillt.



Anwendungsgebiet: Als Leiterverbindungen für Starkstromfreileitungen.

**P. Nr. 1700.**

**Gegenstand: Starter für Fluoreszenzlampen**

*SEV-Prüfbericht:* A. Nr. 23 807 vom 20. Dezember 1951.

*Auftraggeber:* Fr. Knobel & Co., Ennenda.

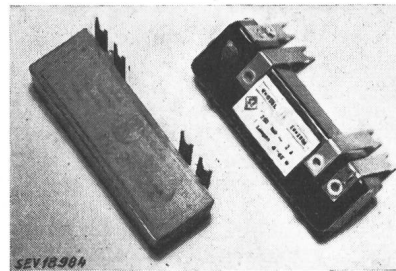


*Aufschriften:*

— KNOBEL  ENNENDA —  
250 Volt ~ 2 A  
Lampen 8 - 65 W  
KS 5

*Beschreibung:*

Thermostarter gemäss Abbildung, für Warmkathoden-Fluoreszenzlampen von 8 bis 65 W Leistung. Der in Ruhestellung eingeschaltete Startschalter wird durch ein unter Federzug stehendes Hitzdrahtsystem betätigt. Letzteres liegt an einer kleinen, am Vorschaltgerät abgegriffenen Spannung.



Der Starter wird am Vorschaltgerät festgeschraubt oder in eine besondere Fassung gesteckt. Steckbare Starter für sichtbare Montage werden mit einem zusätzlichen Gehäuse aus Isolierpreßstoff versehen. Die sogenannte tropfenfeste Ausführung ist mit Kunstharz umgossen.

Der Starter wurde in sicherheitstechnischer Hinsicht auf Radiostörung sowie auf die sachliche Eignung geprüft und gutgeheissen.

Starter in dieser Ausführung tragen das Qualitätszeichen des SEV; sie werden periodisch nachgeprüft.

Gültig bis Ende Dezember 1954.

**P. Nr. 1701.**

**Gegenstand: Spültisch**

*SEV-Prüfbericht:* A. Nr. 26 840 vom 28. Dezember 1951.

*Auftraggeber:* Halfa A.-G., Rösslimatt-Güterstrasse, Luzern.

*Aufschriften:*



Halfa A.-G. Luzern  
Fabrik elektr. Apparate  
No. PT 23007 Inhalt Lt. 100 Fe  
Volt ~ 380 Jahr 1951  
kW 1,2 Prüf- & Betr. Druck 12/6 Atü



*Beschreibung:*

Spültisch aus Holz mit eingebautem Heisswasserspeicher, gemäss Abbildung. Speicher mit einem Heizelement und einem Temperaturregler mit Sicherheitsvorrichtung. Spültisch und Tropfbrett aus rostfreiem Stahlblech. Zeigerthermometer vorhanden.

Der im Spültisch eingebaute Heisswasserspeicher entspricht in sicherheitstechnischer Hinsicht den «Vorschriften und Regeln für elektrische Heisswasserspeicher» (Publ. Nr. 145).

## Vereinsnachrichten

Die an dieser Stelle erscheinenden Artikel sind, soweit sie nicht anderweitig gezeichnet sind, offizielle Mitteilungen der Organe des SEV und VSE

### Vorstand des VSE

Der Vorstand des VSE hielt am 5. Dezember 1951, unter dem Vorsitz von Direktor H. Frymann, Präsident des VSE, seine 184. Sitzung ab. Er befasste sich mit der Haftpflicht der Elektrizitätswerke bei Energielieferungen an militärische Bauten und behandelte die Frage der Abschreibungen auf Wasserkraft- sowie Leitungs- und Verteilanlagen. Ferner beriet er den Entwurf zu abgeänderten «Normal-Bedingungen» für die Erteilung der Bewilligung zur Ausführung von elektrischen Hausinstallationen.

Weiter nahm der Vorstand Stellung zu verschiedenen Fragen gesetzgeberischer Natur, so zur Teilrevision des Bundesgesetzes über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte und zu der vom Bundesrat vorgesehenen Änderung des Wasserpolyzeigesetzes, sowie zur Verlängerung der Gültigkeitsdauer der amtlichen Zählerprüfungen.

Der Vorstand nahm ferner Berichte entgegen über die Tätigkeit der Einkaufsabteilung des VSE und über deren Verhandlungen mit Lieferantenverbänden, über den Stand der Verhandlungen mit den Versicherungsgesellschaften betreffend die Erneuerung des Verbandsvertrages für Haftpflicht- und Unfallversicherungen, über die Stellungnahme der Preiskontrolle und über die Beziehungen des VSE zur «Elektrowirtschaft».

Ausserdem wurde der Vorstand über die im Jahre 1951 durchgeführten Diskussionsversammlungen des VSE über Betriebsfragen orientiert und gleichzeitig legte er das Programm für die 1952 vorgesehenen Diskussionsversammlungen fest.

Der Vorstand nahm ferner Kenntnis von der erfolgten Wahl von Direktor R. Gasser, Chur, zum Obmann der Meisterprüfungskommission und stimmte einer Neuregelung der Entschädigungen für die Prüfungsexperten zu.

Am 11. Dezember 1951 hielt der Vorstand des VSE unter dem Vorsitz des Präsidenten des VSE, Direktor H. Frymann, seine 185. Sitzung ab. Er behandelte erneut die Haftpflicht der Elektrizitätswerke bei Energielieferungen an militärische Bauten und legte seinen Standpunkt in Bezug auf die Abschreibungen auf Anlagen der Elektrizitätswerke fest.

Ferner befasste sich der Vorstand nochmals mit der Neufassung der «Normal-Bedingungen» für die Erteilung der Bewilligung zur Ausführung von elektrischen Hausinstallationen.

Der Vorstand nahm ausserdem Berichte entgegen über eine vom Eidg. Departement des Innern veranstaltete Konferenz betreffend die Förderung und Koordinierung der Klimaforschung in der Schweiz sowie über die Betreibungen des vom Schweizerischen Gemeinnützigen Frauenverein gegründeten Schweizerischen Institutes für Hauswirtschaft.

Schliesslich billigte er der «Elektrowirtschaft» für das von ihr im Auftrage der Schweizerischen Elektrowärme-kommission herauszugebende «Handbuch der Elektrowärme» die Mitübernahme einer Risikogarantie durch den VSE zu.

Folgende Unternehmungen wurden neu als Mitglied in den VSE aufgenommen: Services Industriels des Verrières (NE), Elektrizitätsversorgung Rebstein (SG) und Elektrizitätsversorgung Altendorf (SZ). Ein Mitglied wurde auf Jahresende aus der Mitgliedschaft entlassen.

### Kommission des VSE für Versicherungsfragen

Unter dem Vorsitz ihres Präsidenten, Direktor E. Frei, Davos, befasste sich die Versicherungskommission in ihrer Sitzung vom 13. Dezember 1951 in Zürich mit dem Vorschlag der Versicherungsgesellschaften zur Revision des Verbandsvertrages über die Haftpflicht- und Unfallversicherung. Sie stellte fest, dass der Vorschlag der Versicherungsgesellschaften in verschiedener Hinsicht noch nicht befriedigt und beschloss, die Verhandlungen mit den Versicherungsgesellschaften weiterzuführen. Für den Fall, dass die Versicherungsgesellschaften den Wünschen der Werke in den wesentlichsten Punkten entsprechen werden, stimmte sie aber der Revision des Verbandsvertrages auf der Grundlage der letzten Vorschläge der Versicherungsgesellschaften grundsätzlich zu. Inzwischen hat sie dem Vorstand des VSE entsprechend Antrag gestellt, nachdem mit den Versicherungsgesellschaften eine Einigung erzielt werden können. Die Mitglieder sind durch Zirkularschreiben eingehend orientiert worden.

### Nächste Kontrolleurprüfung

Die nächste Prüfung für Kontrolleure für elektrische Hausinstallationen findet voraussichtlich in der Zeit zwischen April und Juli 1952 im Anschluss an die eidg. Meisterprüfungen im Elektro-Installationsgewerbe statt. Kandidaten für die fünfte Kontrolleurprüfung können sich unter Hinweis auf Art. 4 des Reglementes über die Prüfung von Kontrolleuren für elektrische Hausinstallationen beim eidg. Starkstrominspektorat, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, anmelden. Dieser Anmeldung sind beizufügen:

ein Leumundszeugnis,  
ein vom Bewerber abgefasster Lebenslauf,  
das Lehrabschlusszeugnis,  
Arbeitsausweise.

Zeit und Ort der Prüfung werden nach eingegangenen Anmeldungen festgelegt und im Bundesblatt sowie im Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV) bekanntgegeben.

Reglemente können beim eidg. Starkstrominspektorat in Zürich zum Preise von Fr. —.50 bezogen werden. Wir machen noch darauf aufmerksam, dass Kandidaten, die sich dieser Prüfung unterziehen wollen, gut vorbereitet sein müssen.

Eidg. Starkstrominspektorat  
Kontrolleurprüfungskommission

**Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins**, herausgegeben vom Schweizerischen Elektrotechnischen Verein als gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke. — **Redaktion:** Sekretariat des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, Seefeldstrasse 301, Zürich 8, Telefon (051) 34 12 12, Postcheck-Konto VIII 6133, Telegrammadresse Elektroverein Zürich. — Nachdruck von Text oder Figuren ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit Quellenangabe gestattet. — Das Bulletin des SEV erscheint alle 14 Tage in einer deutschen und in einer französischen Ausgabe, ausserdem wird am Anfang des Jahres ein «Jahresheft» herausgegeben. — Den Inhalt betreffende Mitteilungen sind an die Redaktion, den Inseratenteil betreffende an die Administration zu richten. — **Administration:** Postfach Hauptpost, Zürich 1 (Adresse: AG. Fachschriften-Verlag & Buchdruckerei, Stauffacherquai 36/40, Zürich 4), Telefon (051) 23 77 44, Postcheck-Konto VIII 8481. — **Bezugsbedingungen:** Alle Mitglieder erhalten 1 Exemplar des Bulletins des SEV gratis (Auskunft beim Sekretariat des SEV). Abonnementspreis für Nichtmitglieder im Inland Fr. 45.— pro Jahr, Fr. 28.— pro Halbjahr, im Ausland Fr. 55.— pro Jahr, Fr. 33.— pro Halbjahr. Abonnementsbestellungen sind an die Administration zu richten. Einzelnummern im Inland Fr. 3.—, im Ausland Fr. 3.50.

**Chefredaktor:** H. Leuch, Ingenieur, Sekretär des SEV.  
**Redaktoren:** H. Marti, E. Schiessl, H. Lütolf, Ingenieure des Sekretariates.