

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

Band: 27 (1949)

Heft: 2

Artikel: Schwundbekämpfung in Telephonzentralen

Autor: Anderfuhren, E.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-876379>

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: 24.01.2026

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

gungstheorie mag in vielen praktischen Fällen bereits nützliche Hinweise geben.

Für Wellenlängen unter 10 cm wäre grundsätzlich an Stelle des passiven Relais auch der Wellenleiter in Betracht zu ziehen, sofern die örtlichen Verhältnisse dessen Anwendung gestatten. Der Wellenleiter ist für die fraglichen Entfernungen d_2 in bezug auf Dämpfung sogar günstiger als ein passives Relais.

Der Einfluss eventueller Rauhreif- und Eisbildung auf die Anpassung und Richtwirkung von Antennen-

gebilden ist natürlich beim passiven Relais doppelt wichtig, da voraussetzungsgemäß eine künstliche Wärmequelle fehlt und man nötigenfalls nicht immer sofort eingreifen können, wenn es sich um einen abgelegenen Standort handelt. Praktische Erfahrungen mit cm-Wellen und Antennen hoher Bündelung liegen noch nicht vor. Bei den heutigen Meterwellen lassen sich durch geeignete Antennenkonstruktion schädliche Einflüsse dieser Art jedenfalls noch leicht vermeiden.

Schwundbekämpfung in Telephonzentralen

von E. Anderfuhren, Bern

621.395.828

Einleitung

Seit der Einführung des automatischen Telephonbetriebes machte sich eine Störung geltend, die man anfänglich mit «Fading», später mit «Schwund» bezeichnete, trotzdem «Fading» in freier Uebersetzung nichts anderes als Schwund bedeutet. Eine sinngemäße Unterscheidung dieser beiden Ausdrücke ist notwendig, da der Radiotechniker mit dem Wort «Fading» einen ganz anderen physikalischen Vorgang bezeichnet, als dies der Telephonfachmann mit dem Worte «Schwund» tut. Im radiotechnischen sowohl als auch im telephonischen Sinne handelt es sich jedoch um einen Effekt, der sich in einem Verbllassen oder Verschwinden der übertragenen Signale (Sprache, Musik) äussert. Im ersten Falle findet dieses Verschwinden und Wiedererscheinen allmählich, im letzteren jedoch plötzlich statt.

Ohne auf die Entstehung des radiotechnischen «Fadings» näher einzutreten, werden mit der vorliegenden Arbeit Ursachen und Bekämpfungsmethoden des telephonischen Schwundes untersucht.

Diese Aufgabe, die sich der Revisionskommision*) der Telegraphen- und Telephonverwaltung stellte, wurde zur näheren Untersuchung der Forschungs- und Versuchsanstalt PTT übertragen, die, in Zusammenarbeit mit den Telephondirektionen Bern und Zürich, die notwendigen Laboratoriums- und Betriebsversuche vorgenommen hat. Es konnte sich dabei nicht darum handeln, durch andere Konstruktionen und geeigneteres Kontaktmaterial optimale Ergebnisse zu erzielen, sondern darum, an den vorhandenen Anlagen und dem vorhandenen Kontaktmaterial diejenigen Vorkehren zu treffen, die den Schwund auf ein Minimum reduzieren, ohne gleichzeitig die Geräuschanfälligkeit zu erhöhen. Wie nachstehend ausgeführt wird, ist es gelungen, Methoden zu entwickeln, die vielversprechende Ergebnisse zeigten.

Es sei jedoch vorweggenommen, dass die Versuche noch nicht abgeschlossen sind und dass sich im Verlaufe der weiteren Untersuchungen neue Aspekte eröffnen können. Sicher scheint jedenfalls zu sein, dass keine Erfindungen gemacht werden können, die an

den im schweizerischen Telephonnetz vorhandenen Anlagen den normalen Unterhalt überflüssig machen. Eine periodische Reinigung aller in Frage kommenden Kontakte der automatischen Maschinenorgane wird nach wie vor erforderlich sein. Auch wird der Verwendung zweckentsprechender Klimatisationsanlagen alle Aufmerksamkeit geschenkt werden müssen.

Die Ursachen der Schwunderscheinungen

Das im Telephonbetrieb unter dem Namen Schwund bekannte plötzliche Absinken oder gänzliche Verschwinden der Sprechströme hat verschiedene Ursachen. Der Schwund tritt gerne an Kontakten mit niedrigen Potentialen auf, besonders wenn diese Kontakte Verschmutzungen aufweisen oder wenn sie aus ungeeignetem Kontaktmaterial bestehen. Ganz besonders gefährlich sind hochglanzpolierte Kontakte. Diese Hochglanzpolitur wird durch den Betrieb der Sucher, Wähler und Folgeschalter erzeugt, da sich die fortwährend aneinander reibenden Flächen gegenseitig abschleifen und zuletzt eine Oberflächenbeschaffenheit aufweisen, die sich kaum mehr von einer gewollten und künstlich hergestellten Hochglanzpolitur unterscheidet.

Ist jedoch einmal dieser Zustand erreicht, so lässt er sich nicht mehr leicht beseitigen. In gewissen Automatensystemen ist man dazu übergegangen, die hochglanzpolierten Kontaktflächen mit besonderen Apparaturen wieder aufzurauen. Dieses Verfahren lässt sich jedoch nicht in allen Systemen und bei allen Kontaktarten anwenden.

Ausser dieser, nicht leicht zu beseitigenden Ursache des Schwundes sind auch andere Ursachen vorhanden, deren Beseitigung jedoch zumeist nur eine Frage des Unterhaltes ist und die deshalb hier nicht näher erörtert werden sollen. Da seit langem bekannt ist, dass Schwund bei ungenügender Raumfeuchtigkeit auftritt, muss die relative Luftfeuchtigkeit im Wählersaal wenn nötig künstlich erhöht werden.

Die Bekämpfung des Schwundes

Um den Schwund zunächst im Laboratorium bekämpfen zu können, musste eine Vorrichtung geschaffen werden, mittelst welcher Schwunderschei-

*) Unterkommision der Planungskommision, die sich mit Fragen des Unterhalts der Telephonzentralen befasst.

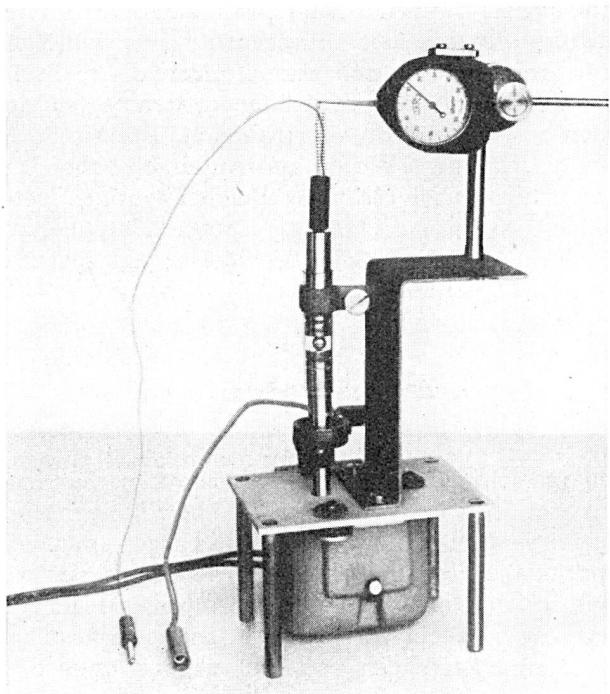


Fig. 1. Schwunderzeuger. Unten die durch Motorantrieb drehbar angeordnete Stahlfläche. In der Mitte die Stahlkugel, oben die obere Stahlfläche, die mit einstellbarem Druck auf die Stahlkugel drückt

nungen jederzeit mit Sicherheit erzeugt werden konnten. Als besonders geeignet erwies sich eine Anordnung, bei der sich, wie aus Fig. 1 ersichtlich, zwischen zwei hochglanzpolierten Stahlflächen eine hochglanzpolierte Stahlkugel befindet. Die untere dieser Stahlflächen ist drehbar angeordnet, so dass sich die Stahlkugel auf der oberen Fläche abwälzt und auf diese Weise, nach erfolgtem Durchschlag, sofort eine frische Hochglanzschicht in Aktion tritt und den Schwund wieder herstellt. Diese drehbare Anordnung erwies sich in der Folge als sehr nützlich, da mit ihr gewisse Erscheinungen mit grosser Deutlichkeit erzeugt werden konnten. Hierüber wird später noch eingehend berichtet werden.

Da eine Schwunderscheinung im Telephonbetrieb ihren Anfang und ihr Ende meistens durch eine Erschütterung erfährt, musste auch im Laboratorium eine Einrichtung geschaffen werden, die Erschütterungen künstlich erzeugt. Diese Einrichtung besteht aus einem kleinen, motorangetriebenen Hammerwerk, das mit 3-Sekunden-Intervallen dem Schwunderzeuger gleichmässig dosierte Schläge erteilt. Auf diese Weise gelingt es, eine Erschütterung zu erzeugen, die, praktisch immer gleichbleibend, als Erschütterungsnorm für die nachstehend beschriebenen Versuche diente.

Fig. 2 zeigt den gesamten Schwunderzeuger mit dazugehörigem Hammerwerk.

Nachdem diese beiden unerlässlichen Vorrichtungen geschaffen waren, konnte mit der eigentlichen Forschung über das Wesen der Schwunderscheinun-

gen und deren Bekämpfung begonnen werden. Als erstes wurde zunächst eine Schaltungsanordnung gemäss Fig. 3 eingerichtet, mit der es gelang, den Schwund jederzeit mit Sicherheit eintreten zu lassen.

Wegleitend für die Schwundbekämpfung waren zwei Erkenntnisse, die in der Folge zu der *Hochfrequenzfrittung* und zu der *Impulsfrittung* geführt haben.

Schon vor Jahren machte *H. Engel* (Bern) die Entdeckung, dass hochfrequente Schaltvorgänge (zum Beispiel das Einschalten einer Glühlampe) den Schwund unverzüglich aufheben können. Diese, mit dem Kohärereffekt der ursprünglichen drahtlosen Telegraphie verwandte Erscheinung führte in ihrer Weiterentwicklung zu der unter dem Namen *Hochfrequenzfrittung* eingeführten Schaltungsanordnung.

Andererseits wurde im Verlaufe der Laboratoriumsversuche festgestellt, dass jede, noch so geringfügige elektrische Zustandsänderung in einem dem Schwund unterworfenen Stromkreis denselben sofort wieder leitfähig macht, sofern diese Zustandsänderung mit grosser Plötzlichkeit eintritt. Es war deshalb nahe liegend, derartige Zustandsänderungen kontinuierlich auf die Sprechstromkreise einwirken zu lassen und auf diese Art das Eintreten des Schwundes zu verhindern, was zu der Entwicklung des unter dem Namen *Impulsfrittung* eingeführten Dispositivs führte. Es musste nur noch die Art der Applikation der Hochfrequenz bzw. der pulsierenden Zustandsänderung gefunden werden, um das Problem dieser neuartigen Frittungen vollständig zu lösen. Als besonders geeignet zeigte sich die in Fig. 4 dargestellte Schaltungsanordnung. Wie ersichtlich, handelt es sich um eine symmetrische kapazitive Ankopplung. Bei Impulsfrittung wird als Frittstromquelle eine Gleichstromquelle kleinster Leistung verwendet. —

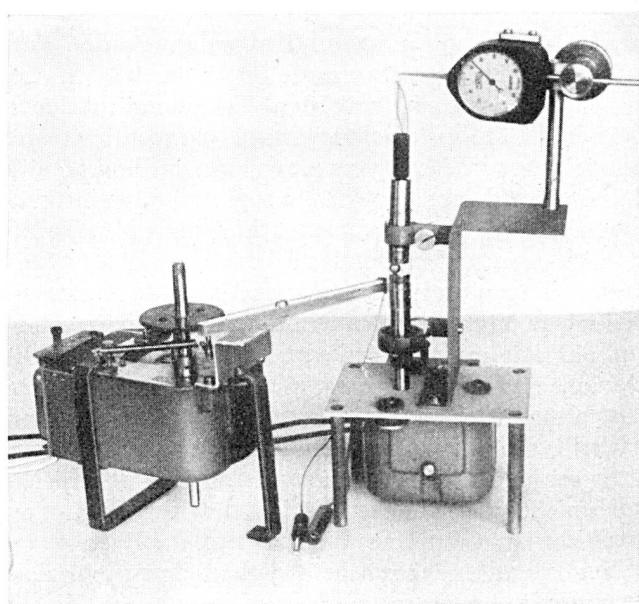


Fig. 2. Schwunderzeuger mit Erschütterungsvorrichtung. Links Hammerwerk, rechts Schwunderzeuger

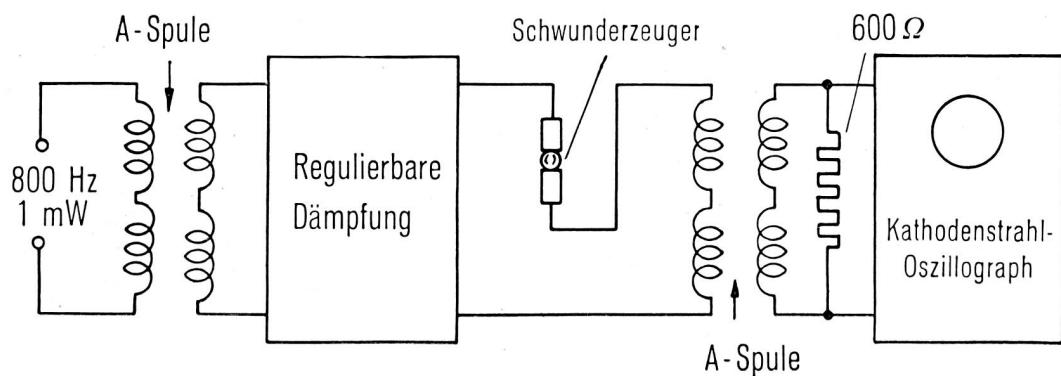


Fig. 3. Schaltungsanordnung für die Erzeugung von Schwunderscheinungen

Durch ein Impulsrelais wird der Gleichstrom in *rechteckförmigen Wechselstrom* einer nach Bedarf einstellbaren Frequenz umgewandelt. Wie die Versuche gezeigt haben, hängt der Fritteffekt von der Plötzlichkeit der Zustandsänderung ab. Deshalb kann nur rechteckförmiger Wechselstrom angewendet werden. Sinusförmiger Wechselstrom gleicher Frequenz bleibt völlig wirkungslos.

Bei Hochfrequenzfrittung muss ein HF-Generator verwendet werden, dessen Leistung an Hand von Betriebsversuchen zu bestimmen sein wird.

Mittelst der in Fig. 4 dargestellten Schaltungsanordnung kann das Auftreten des Schwundes sowie dessen Verhinderung durch Anwendung von Hochfrequenz (20 000 Hz) oder durch Anwendung von Impulsfrittung (30 Hz) registriert werden. Die beiliegenden Diagramme veranschaulichen, wie die Schwunderscheinungen durch die überlagerte Hochfrequenz und durch die Impulsfrittung unterdrückt werden. Ebenso kann aus diesen Diagrammen herausgelesen werden, wie gross die Frittspannung ungefähr gewählt werden muss, damit die Frittung am wirksamsten ist. Wie ersichtlich, wirken Frittspannungen unter 20 Volt nur mangelhaft, während bei solchen über 50 Volt keine nennenswerte Zunahme der Frittwirkung mehr festgestellt werden kann. Eine Frittspannung von 50 bis 60 Volt wird demnach genügen.

Figur 5 zeigt die Frittwirkung von Hochfrequenz mit Kondensatorankopplung, Figur 6 Impulsfritzung mit Kondensatorankopplung, während Figur 7 Hochfrequenz mit Widerstandsankopplung zeigt. Bei die-

sen Versuchen befand sich der Schwunderzeuger in stetiger Drehung, so dass ein Maximum von Schwundeffekt erzielt wurde. Wie ersichtlich, geben HF-Frittung und Impulsfrittung ungefähr gleich gute Resultate, wobei zu bemerken ist, dass HF bei Spannungen über 70 Volt eine ruhigere Kurvenform erzeugt als Impulsfrittung. Die Ueberlegenheit der HF-Frittung ist in diesem Falle dadurch bedingt, dass durch die Schnelligkeit der Zustandsänderung der hochfrequenten Spannung jede, durch die rollende Kugel bedingte, neu auftretende Schwundbildung sofort wieder vernichtet wird.

Hierzu muss gesagt werden, dass in der Praxis der gleiche extreme Fall von Schwunderzeugung, wie er mit der rollenden Stahlkugel erzielt wird, nie auftreten wird.

Die Figuren 8 und 9 zeigen die Wirkung der HF-Frittung und der Impulsfrittung bei verschiedenartigen Bedingungen, zum Beispiel bei vollständig ruhendem Kontakt und bei Erschütterungen des selben. Hierzu ist zu bemerken, dass zwischen HF-Frittung und Impulsfrittung keine grossen Unterschiede mehr auftreten, so dass beide Frittungsarten als ungefähr gleichwertig bezeichnet werden können.

Die Oszillogramme 1 bis 6 der Figur 10 zeigen die Wirkung der verschiedenen Frittungarten. Es kann dabei festgestellt werden, dass

- a) ungefrittete Kontakte einen totalen Schwund erzeugen;
 - b) gleichstromgefrittete Kontakte den Schwund wohl beseitigen, dafür jedoch Geräusche bilden;

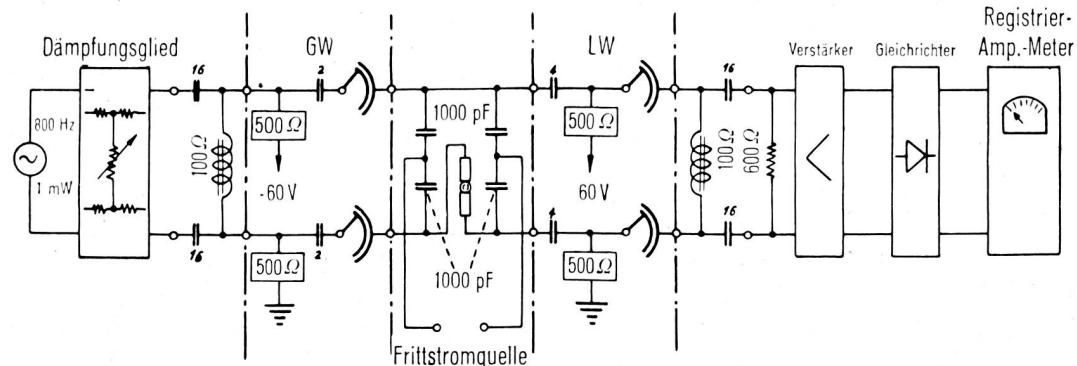


Fig. 4. Schaltungsanordnung für die Bekämpfung von Schwunderscheinungen

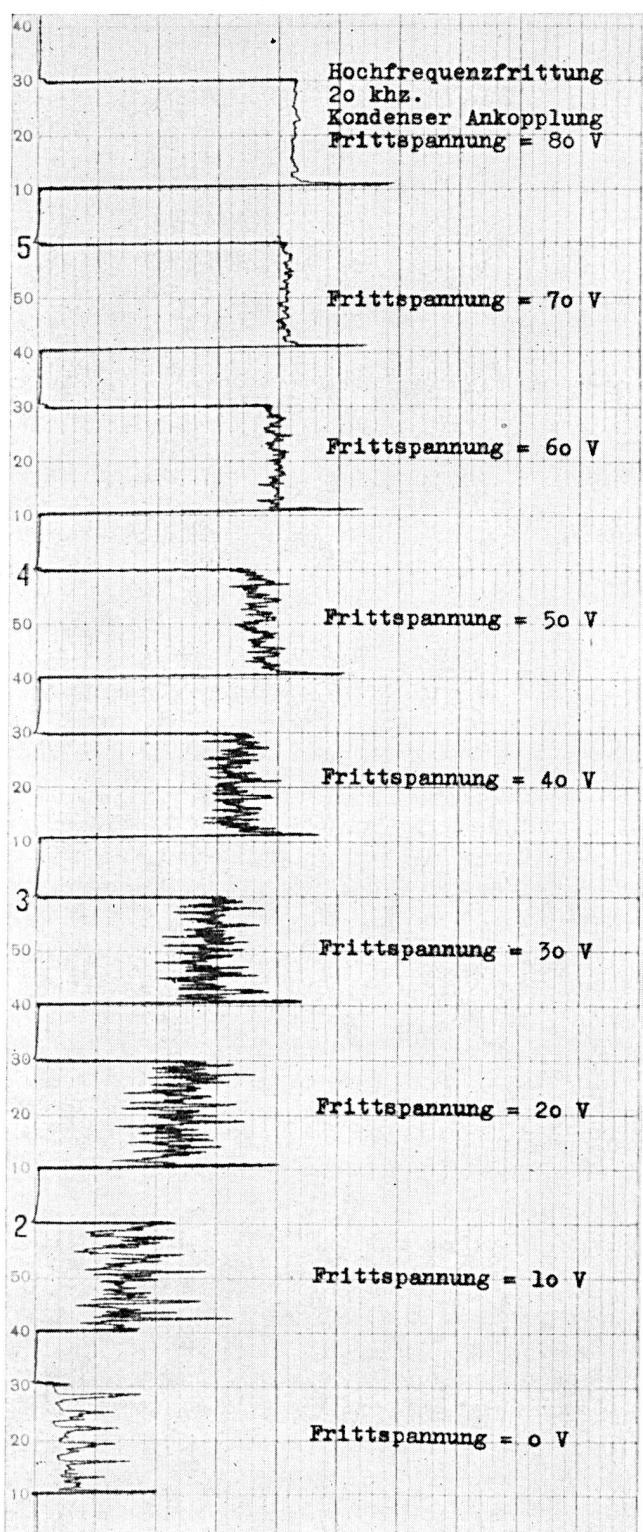


Fig. 5. Frittwirkung von Hochfrequenz mit Kondensatorankopplung

- c) die Widerstandsankopplung bei sämtlichen Frittsarten geräuschbildend wirkt;
- d) sowohl HF-Frittung als auch Impulsfrittung bei Kondensatorankopplung in bezug auf Geräuschbildung und Frittwirkung gute Resultate zeitigen.

Betriebsversuche

Um die Wirkung der vorstehend beschriebenen neuen Frittmethoden in der Praxis ausprobieren zu können, war es nötig, ein Gerät zu schaffen, mit welchem das Auftreten des Schwundes zahlenmäßig erfasst werden kann. Man ging dabei von der Voraussetzung aus, dass Schwunduntersuchungen nicht an wirklichen Sprechverbindungen, sondern an besonderen Prüfverbindungen vorgenommen werden sollen, ähnlich wie dies bei den Geräuschuntersuchungen der Fall ist. Dieses Gerät ist in Fig. 11 dargestellt.

Es wird demnach so vorgegangen, dass eine beliebige Prüfverbindung hergestellt wird, welche man an beiden Enden mit 600 Ohm abschliesst. Vom anrufenden Ende aus wird ein 800-Hz-Wechselstrom von 1 mW über eine variable Dämpfung zum angerufenen Ende gesendet, wo das besagte Gerät angeschaltet ist. Dieses Gerät ist so beschaffen, dass es einen Zähler ansprechen lässt, sobald die ankommende Leistung um 0,5 Neper absinkt. Um auch die Dauer des Schwundes festzuhalten, wird, sobald der Zähler anspricht, eine Uhr eingeschaltet, die so lange läuft, als der Schwund besteht.

Als minimale Schwundlänge, die das Gerät noch zum Ansprechen bringt, wurde ein Intervall von 250 ms gewählt. Kürzere Unterbrechungen werden kaum noch als störend empfunden und fallen nicht unter den Begriff des Schwundes. Es besteht demnach die Möglichkeit, alle Schwunderscheinungen, die eine Mindestdauer von 250 ms und eine Verminderung der ankommenden Leistung um 0,5 Neper aufweisen, statistisch zu erfassen. Auf diese Weise kann die Schwundanfälligkeit eines Automatensystems zahlenmäßig ausgedrückt werden.

Es sind nun in der Zentrale Bern-Süd mit dem vorstehend beschriebenen Schwundindikator die nachfolgenden Erhebungen gemacht worden. Vorausgeschickt sei, dass vorgängig dieser Versuche in der ganzen Zentrale die Frittwiderstände ausgeschaltet worden sind. Dadurch wurde das Auftreten des Schwundes begünstigt, gleichzeitig aber auch die Wählergeräusche reduziert.

Diese Versuche sind so ausgeführt worden, dass 70 beliebig über die ganze Zentrale verteilte Verbindungen auf Schwundanfälligkeit untersucht worden sind. Wurde nach einer Minute kein Schwund festgestellt, so wurde die Verbindung aufgehoben. Wurde jedoch Schwund festgestellt, so liess man die Verbindung so lange bestehen, bis sie verfolgt worden war und somit die fehlbaren Maschinenorgane ermittelt werden konnten.

Es zeigten sich hierbei die nachfolgenden Ergebnisse:

- a) Ohne Frittwiderstände tritt Schwund in erheblicher Masse auf. Von 70 Prüfverbindungen waren deren 25 oder 36 % schwundanfällig.
- b) Die Schwundanfälligkeit ist in allen Fällen einräufig, was sich in einer Zunahme der Dämpfung um zirka 1 Neper äussert.

- c) Die 70 Prüfverbindungen hatten eine Gesamtdauer von 206 Min. oder 12 360 Sek.
 d) Die 25 schwundanfälligen Verbindungen hatten eine Gesamtdauer von 161 Min. oder 9660 Sek.
 Sie waren insgesamt 367mal schwundanfällig.
 Die Gesamtschwunddauer betrug 1839 Sek.
 Die Durchschnittswerte je Verbindung waren:
 Verbindungsduer = 9660 : 25 = 386 Sek. = 6,44 Min.
 Schwunddauer = 1839 : 25 = 73,6 Sek. = 1,22 Min.
 Schwundanfälligkeit = 367 : 25 = 14,7mal.

Aus vorgesagtem ist ersichtlich, dass ungefrittete Stromkreise einer enormen Schwundanfälligkeit unterworfen sind. Dass von Teilnehmern der Zentrale Bern-Süd nicht mehr Reklamationen eingegangen sind, mag seinen Grund darin haben, dass sich der Schwund nie total, sondern immer nur in einer Dämpfungszunahme äusserte. Hierzu muss allerdings noch erwähnt werden, dass der normale Unterhalt in der Zentrale Süd sistiert worden ist, damit auch dadurch eine Zunahme des Schwundes begünstigt werde. Das starke Auftreten des Schwundes ist also nicht nur eine Folge der fehlenden Frittewiderstände, sondern auch eine Folge des absichtlich vernachlässigten Unterhaltes.

Zum Beweis dieser Behauptung wurden auch im neuesten Ausbau der Zentrale Süd Schwundmessungen vorgenommen. Dieser Teil ist noch so neu, dass Unterhaltsarbeiten bis dahin nicht vorgenommen werden mussten. Auch wurden in diesem Teile der Zentrale die Frittewiderstände nicht entfernt.

Tabelle I.

Teilnehmer-Nummer von	nach	Mit Frittung			Ohne Frittung			An der Verbindung beteiligte Organe
		Zähler 1	Zähler 2	Zähler 3	Zähler 1	Zähler 2	Zähler 3	
52 390	52 590	101	71	6	9	7	2	
51 590	51 790	227	205	61	5	5	2	3/6; 22/20; 2/20; 4/12
51 790	51 590	35	36	2	2	1	0	1/6; 21/4; 2/15; 3/12
53 380	53 580	52	38	7	20	7	0	6/3; 24/17; 8/8; 13/13
53 590	53 390	3	2	0	8	7	1	1/10; 22/5; 8/15; 12/13
54 590	54 790	27	19	6	57	24	13	2/9; 24/4; 12/8; 19/13
52 390	52 590	34	20	6	18	8	1	5/7; 22/19; 5/15; 8/14
52 590	52 390	113	74	4	34	17	2	5/6; 22/19; 4/10; 7/13
53 590	53 790	45	41	10	13	9	8	1/16; 24/4; 8/8; 14/12
53 790	53 590	36	20	14	4	3	0	6/7; 22/1; 7/8; 13/15
52 790	51 590	90	75	14	33	8	0	3/17; 23/16; 1/19; 3/14
51 590	52 790	91	53	7	6	2	0	2/19; 24/20; 4/15; 9/11
51 890	51 790	27	14	15	2	2	0	3/3; 25/5; 3/8; 4/14
51 790	51 890	286	180	28	36	15	4	3/6; 25/5; 3/8; 5/1
Total		1167	848	180	255	115	33	

Aus diesen Werten ist zu ersehen, dass:
 Zähler 1 mit Frittung 4,58mal mehr registrierte als
 Zähler 1 ohne Frittung;
 Zähler 2 mit Frittung 7,36mal mehr registrierte als
 Zähler 2 ohne Frittung;
 Zähler 3 mit Frittung 5,45mal mehr registrierte als
 Zähler 3 ohne Frittung.

Hieraus folgt, dass Verbindungen mit Gleichstromfrittung im Mittel 5,8mal geräuschanfälliger sind als

Das Resultat dieser Messungen war dementsprechend auch ganz anders als das vorerwähnte: Von 46 untersuchten Verbindungen war keine einzige schwundanfällig.

Ein weiterer Betriebsversuch befasste sich mit den Beziehungen, die zwischen Schwund- und Geräuschanfälligkeit bestehen. Dieser Versuch wurde so durchgeführt, dass an einer bestehenden Verbindung die Geräuschanfälligkeit mit und ohne Frittewiderständen gemessen wurde. Es galt zu beweisen, dass die Geräuschanfälligkeit mit Frittewiderständen ein Mehrfaches derjenigen ohne Frittewiderstände beträgt. Wie aus der nachfolgenden Zusammenstellung zu ersehen ist, ist dieser Beweis restlos geglückt.

Aus den vorangehenden Versuchen ist zu ersehen, dass die Widerstandsfrittung mit Gleichstrom den Schwund beseitigt. Mit den nachfolgenden wird bewiesen, dass die Gleichstromfrittung dagegen die Geräuschanfälligkeit erhöht. Damit ist der schon aus der einschlägigen Fachliteratur bekannte *Nachweis zahlenmäßig erbracht, dass mit den bis jetzt angewandten Frittungsmethoden die Geräuschanfälligkeit zunimmt, dass dagegen ohne Frittung der Schwund ein zulässiges Mass überschreitet.*

Dieser Versuch wurde mit einem Störimpulszähler durchgeführt, und zwar in der Weise, dass jeweilen auf ein und derselben Verbindung während je drei Minuten die Störimpulse mit und ohne Frittung gemessen wurden. Die Versuchsergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle I zusammengestellt.

die gleichen Verbindungen, bei denen die Frittung aufgehoben wurde.

Die Wirkung der Impulsfrittung auf die Schwundanfälligkeit

Um die Wirkung der Impulsfrittung auf die Schwundanfälligkeit der Zentrale Bern-Süd ausprobieren zu können, wurden bei den 1. GW. in einer 2000er Gruppe (55 000 und 56 000) die Frittewider-

stände entfernt und durch 1000-pF-Kondensatoren in symmetrischer Anordnung, gemäss Fig. 12, ersetzt.

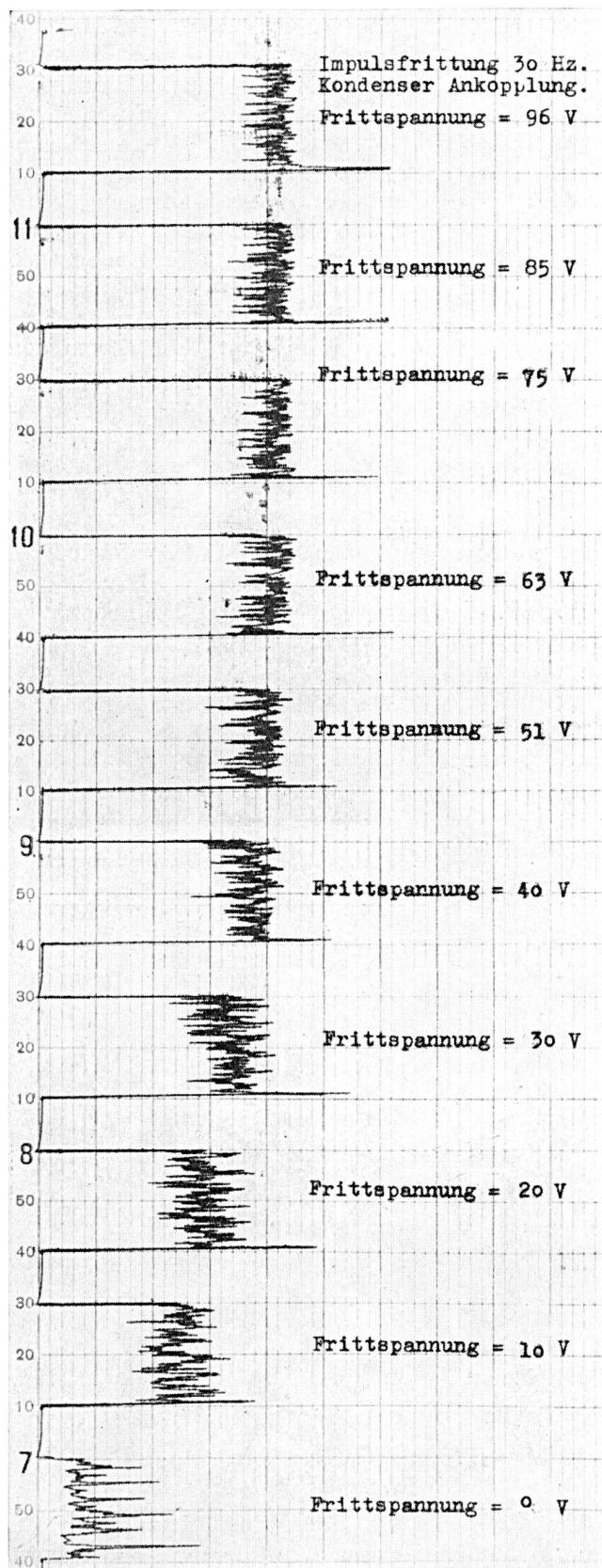


Fig. 6. Impulsfrittung mit Kondensatorankopplung

Ebenso wurden zehn Leitungswählergruppen in gleicher Weise mit Kondensatoren ausgerüstet.

Die Versuche wurden dann so ausgeführt, dass die Verbindungen zunächst ohne Frittung auf Schwundanfälligkeit geprüft wurden. Zeigte sich Schwund, so wurde nach Ablauf von drei Minuten die Frittung eingeschaltet und die gleiche Verbindung ein zweites Mal während drei Minuten untersucht.

Die Resultate dieser Untersuchungen sind in der nachfolgenden Tabelle II zusammengestellt:

Tabelle II.

Verbindungen Nr.	Ohne Frittung			Mit Impulsfrittung		
	Dauer der Verbindungen in Sekunden	Dauer des Schwundes in Sekunden	Anzahl der Schwund- fälle	Dauer der Verbindungen in Sekunden	Dauer des Schwundes in Sekunden	Anzahl der Schwund- fälle
1	180	60	24	180	0	0
2	180	1	4	180	0	0
3	180	0	0	180	0	0
4	180	0	0	180	0	0
5	180	31	11	180	0	0
6	180	0	0	180	0	0
7	180	0	0	180	0	0
8	180	0	0	—	—	—
9	180	4	6	180	0	0
10	180	0	0	—	—	—
11	180	16	5	180	0	0
12	180	0	0	—	—	—
13	180	0	0	—	—	—
14	180	15	24	180	0	0
15	180	0	0	—	—	—
16	180	12	9	180	0	0
17	180	0	0	—	—	—
18	180	0	0	—	—	—
19	180	0	0	—	—	—
20	180	38	3	180	0	0
21	180	1	1	180	0	0
22	180	0	0	—	—	—
23	180	0	0	—	—	—
24	180	0	0	—	—	—
25	180	3	6	180	0	0
26	180	0	0	—	—	—
27	180	10	6	180	0	0
28	180	9	21	180	0	0
29	180	1	1	180	0	0
30	180	1	6	180	0	0
31	180	0	0	—	—	—
32	180	0	0	—	—	—
33	180	0	0	—	—	—

Aus obiger Zusammenstellung können folgende Schlüsse gezogen werden:

a) *Ohne Frittung*

Von 33 Verbindungen waren 14 oder 42,5% schwundanfällig.

Die 14 schwundanfälligen Verbindungen hatten eine Gesamtdauer von 42',

» mittlere Dauer von 3',

» Gesamtschwunddauer von 202',

» mittlere Schwunddauer von 14,4'',

» Gesamtzahl der Schwundfälle von 127,

» mittlere Zahl der Schwundfälle von 9.

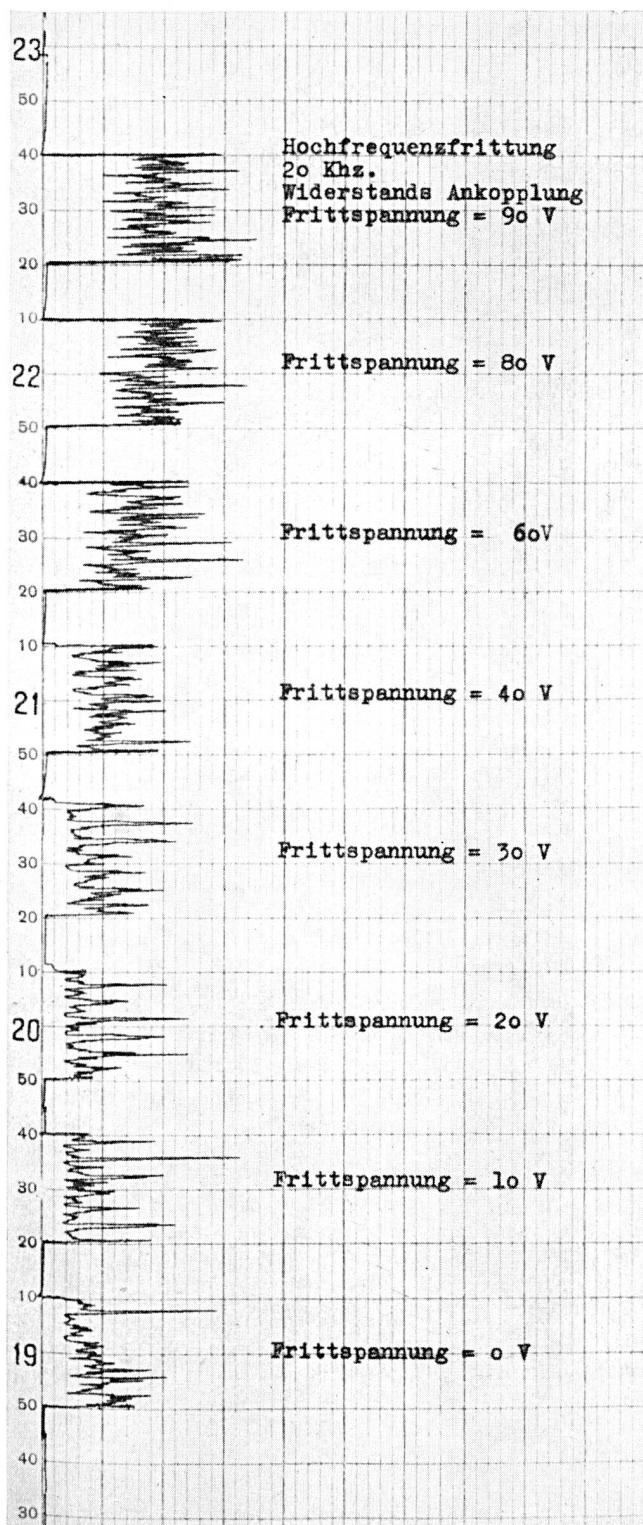


Fig. 7. Frittwirkung von Hochfrequenz mit Widerstandsankopplung

b) Mit Impulsfrittung

Sämtliche schwundanfälligen Verbindungen konnten nach Einschaltung der Impulsfrittung vollständig entstört werden. Der Erfolg der Impulsfrittung war somit hundertprozentig.

Im Verlauf der Versuche wurde festgestellt, dass eine Ausrüstung der Leitungswähler mit Fritt kondensatoren nicht unbedingt erforderlich ist, sondern dass in der Regel der Schwund schon beseitigt wird, wenn die Fritt kondensatoren nur im ersten Gruppenwähler durch rechteckförmigen Gleichstrom umgepolt werden. Die Erklärung dieser Erscheinung scheint darin zu liegen, dass sich die Spannungsstösse über Sprechkondensatoren, Speiserelais und Multipelkapazität gegen Erde ausgleichen können. Um auch hierüber Klarheit zu schaffen, wurden Prüfverbindungen von ersten Gruppenwählern, die mit Fritt kondensatoren

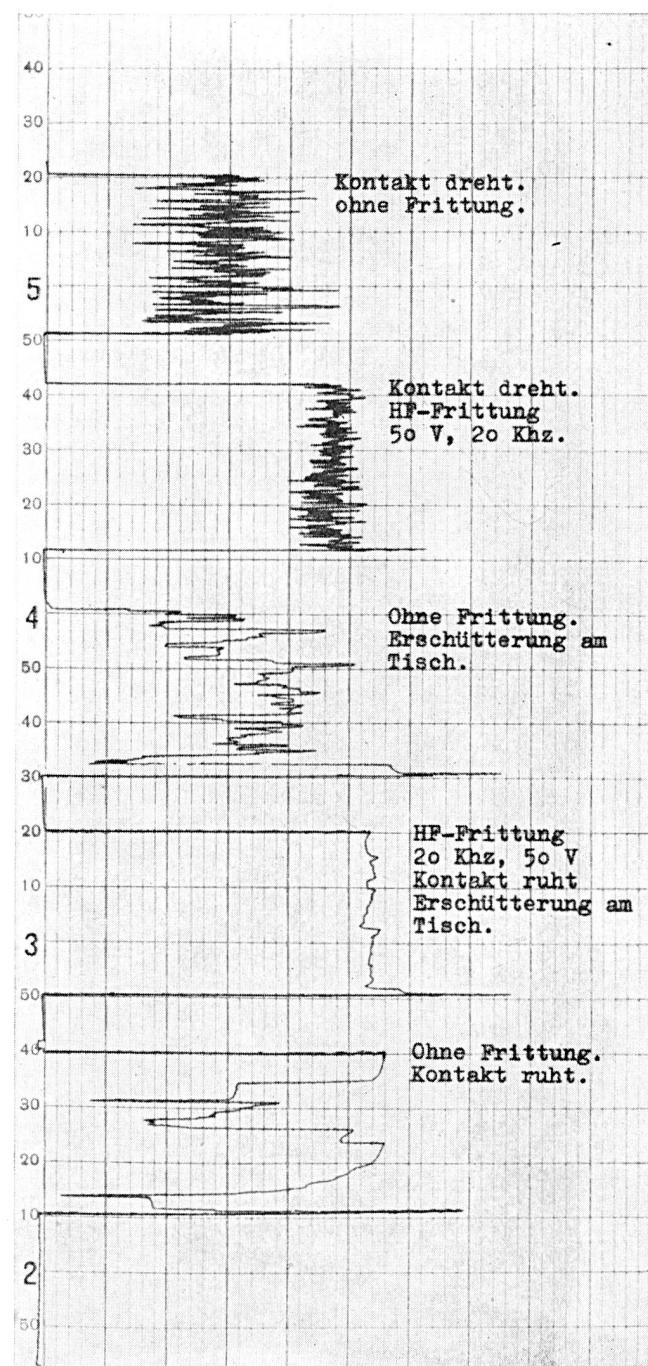


Fig. 8. HF-Frittung

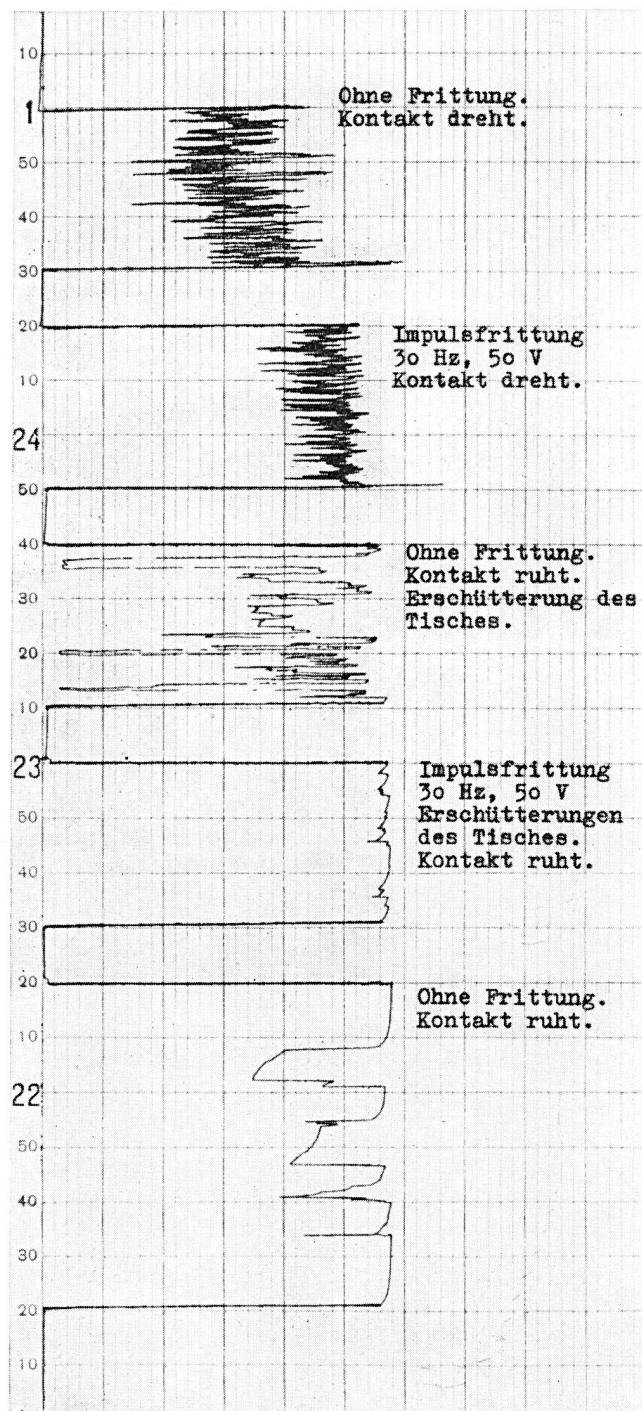
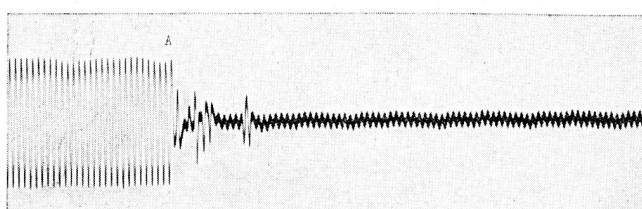
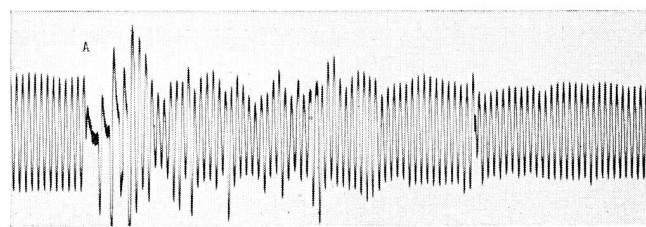


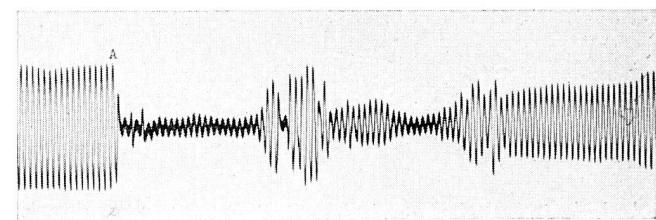
Fig. 9. Impulsfrittung



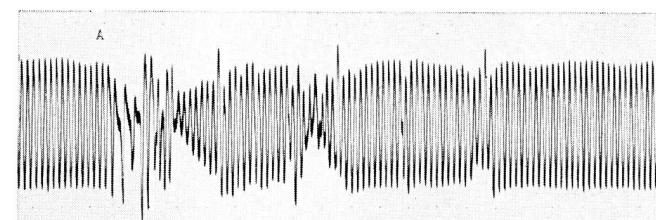
Oszillogramm 1: Ohne Frittung. Im Zeitpunkt A erfolgt ein Schlag. Der Schwund tritt sofort ein. Die normale Lautstärke wird nicht mehr hergestellt



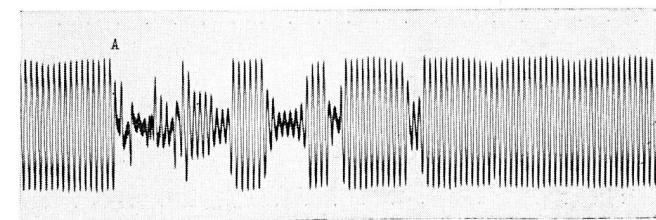
Oszillogramm 2: Gleichstromfrittung. Im Augenblick des Schläges tritt kein Schwund ein, jedoch ein erhebliches Geräusch. Im weiteren Verlauf ist die Lautstärke nicht mehr stabil



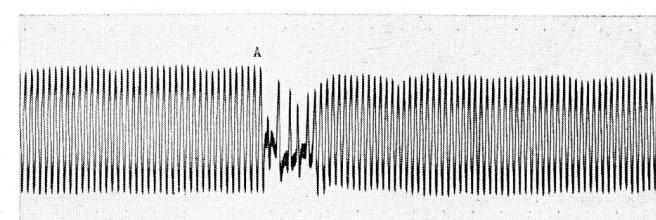
Oszillogramm 3: HF-Frittung mit Widerstandsankopplung. Frittspannung 50 V. Nach 30 ms steigt die Lautstärke wieder an, um später nochmals abzusinken. Die normale Lautstärke wird zögernd erreicht



Oszillogramm 4: Impulsfrittung, 30 Hz 50 V. Widerstandsankopplung. Kein Schwund, dafür Geräuschausbildung



Oszillogramm 5: Impulsfrittung wie 4, jedoch Kondensatorankopplung. Keine Geräuschausbildung, kaum wahrnehmbarer Schwund



Oszillogramm 6: HF-Frittung, 20 kHz 50 V. Kondensatorankopplung. Keine Geräuschausbildung, kaum wahrnehmbarer Schwund

Fig. 101-6. Wirkung der verschiedenen Frittungsarten

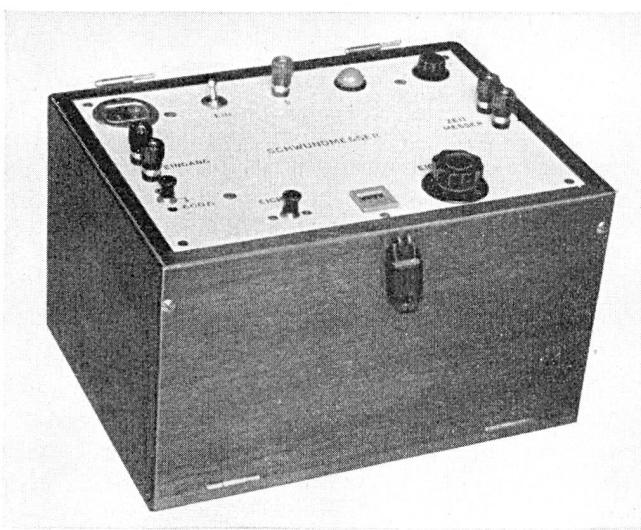


Fig. 11. Schwundmesser

densatoren ausgerüstet waren, nach sämtlichen Leitungswählern, die keine Kondensatoren hatten, ausgeführt. Das Ergebnis lautete folgendermassen:

Von 209 Verbindungen waren 12 oder 5,7% schwundanfällig.

Die 12 schwundanfälligen Verbindungen hatten eine mittlere Verbindungsduer von 180", eine mittlere Schwundduer von 31,3"

und waren im Mittel 5,5mal schwundanfällig.

Daraus geht hervor, dass auch in diesem Falle noch ansehnliche Ergebnisse erzielt worden sind, dass dieselben jedoch nicht den gleichen 100%igen Effekt aufwiesen wie diejenigen Verbindungen, bei denen die Frittstromkreise regelrecht geschlossen waren. In dieser Hinsicht müssen noch weitere Versuche ange stellt werden. Dies besonders im Hinblick auf den Verkehr zwischen örtlich getrennten Lokalzentralen.

Zu vorstehend erwähnten Resultaten muss allerdings bemerkt werden, dass sich während der Versuche die relative Luftfeuchtigkeit infolge eines De-

fektes der Klimaanlage nicht auf der sonst üblichen Höhe von ungefähr 60% hielt. Dies mag auch dazu beigetragen haben, dass die Versuche nicht besser ausgefallen sind.

Geräuschspannungsmessungen

Um festzustellen, ob die Impulsfrittung auf Verbindungen im Gesprächszustand störend einwirke, wurden Geräuschspannungsmessungen durchgeführt. Die gemessenen Spannungen betrugen ungefähr 0,04 mV, gleichgültig ob die Impulsfrittung ein- oder ausgeschaltet war. Es findet somit im durchgeschalteten Zustand einer Verbindung keine störende Beeinflussung statt. Die einzige Wahrnehmung bezüglich Störgeräusche konnte nur in einem Falle gemacht werden, nämlich dann, als nach einer Verbindung Bern-Süd—Kehrsatz der Teilnehmer in Kehrsatz den Hörer einhängte. In diesem Falle waren die Frittimpulse schwach hörbar, offenbar weil in diesem Augenblick keine Symmetrie mehr besteht.

Ferner wurde festgestellt, dass bei einseitigem Unterbruch des a- oder b-Drahtes die Frittimpulse infolge der Symmetriestörung stark hörbar wurden. An Stelle des Schwundes hatte sich der telephonierende Teilnehmer demnach über ein ihm unerklärliches Geräusch zu beklagen. Dieser Zustand konnte in dem noch provisorischen Stadium der nicht fertig ausgerüsteten Zentrale eintreten, sollte jedoch später, nach voller Ausrüstung und vollkommener Schwundbeseitigung, nicht mehr vorkommen.

Versuche mit Hochfrequenzfrittung

Wie die Laborversuche gezeigt haben, wirkt sich die Hochfrequenzfrittung bei der Schwundbekämpfung ebenso günstig aus wie die Impulsfrittung. Nur war vorauszusehen, dass bei diesem System grössere Leistungen aufgewendet werden müssen, da eine Telephonzentrale, mit ihren erheblichen Multipelkapazitäten, bedeutende hochfrequente Leistungen absorbiert. Ein diesbezüglicher Versuch zeigte, dass

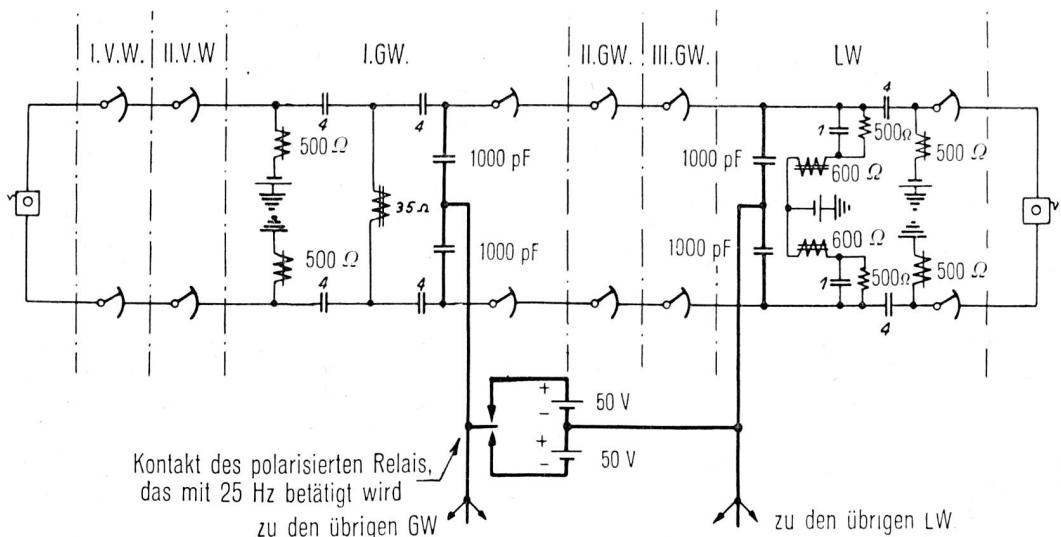


Fig. 12. Versuchsweise Schaltungsanordnung für Impulsfrittung in der Zentrale Bern-Süd

bei 21 kHz = 20 VA und bei 10 kHz = 10 VA aufgewendet werden müssen, damit die Frittspannung nicht unter das zulässige Mass absinkt.

Wenn ein Pol der Frittstromquelle an die 1. GW., der andere Pol jedoch an Erde gelegt wurde, so mussten bei 21 kHz sogar 51 VA aufgewendet werden. Da sich diese Zahlen auf eine Gruppe von 2000 Teilnehmern beziehen, würde bei grösseren Einheiten auch eine entsprechend grössere Leistung erforderlich, was gegenüber der Impulsfrittung, die mit ganz geringen Leistungen auskommt, als Nachteil anzusehen ist. Ob sich die Hochfrequenzfrittung allenfalls nachteilig auf die Trägertelephonie und den Hochfrequenz-Telephonrundspruch (HF-TR) auswirken würde, ist bis jetzt noch nicht untersucht worden.

Auf Grund der bisherigen Versuchsergebnisse können folgende *Schlussfolgerungen* gezogen werden:

- a) Bei den gegenwärtigen schweizerischen Automatensystemen sind ungefrittete Kontakte bei niedrigen Spannungen, das heisst bei Spannungen von der Grössenordnung der Sprechströme, schwundanfällig. (Hasler-Zentralen sind in dieser Hinsicht noch nicht untersucht worden.)
- b) Gleichstromgefrittete Kontakte sind weniger schwundanfällig, erzeugen dagegen erheblich stärkere Störgeräusche als ungefrittete Kontakte.
- c) Impulsgefrittete Kontakte beseitigen den Schwund, ohne gleichzeitig die Störgeräusche zu verstärken.
- d) Das unter c) Gesagte gilt ebenfalls für hochfrequenzgefrittete Kontakte.

- e) Bei der Anwendung von Hochfrequenzfrittung ist der Aufwand grösser als bei der Impulsfrittung.
- f) Die Einwirkungen der Hochfrequenzfrittung auf die Trägertelephonie und den Hochfrequenz-Telephonrundspruch sind noch nicht untersucht worden. Dies wird geschehen, sobald die dazu benötigten HF-Sender von genügender Leistung zur Verfügung stehen.

Schlusswort

Wie aus den vorstehenden Darlegungen zu ersehen ist, werden grosse Anstrengungen gemacht, um die bestehenden Automatensysteme von der Geräusch- und Schwundanfälligkeit zu befreien. Da es sich jedoch um eine Problemstellung komplexer Natur handelt, ist nicht anzunehmen, dass je ein Allheilmittel gefunden wird, das den ganzen Fragenkomplex mit einem Schlag löst. Dies trifft besonders für die Behebung der Zentralengeräusche zu. Dem Vernehmen nach soll das in Amerika angewendete Crossbarsystem in dieser Hinsicht sehr befriedigen. Möglicherweise wird in Zukunft auch die Verwendung neuer Kontaktmaterialien gute Resultate zeitigen. Trotzdem darf nicht übersehen werden, dass wir uns mit den vorhandenen Anlagen zu befassen haben, die in der Schweiz nahezu ausgebaut sind und deren Wert Hunderte von Millionen Franken beträgt. Diese Anlagen den Anforderungen modernster Telephontechnik anzupassen, sei höchstes Ziel aller an diesem grossen Werk Mitschaffenden.

(Eingegangen am 15. Januar 1949)

Die Entwicklung der deutschen Grossrundfunksenderanlagen während des Krieges

Von *Emil Wolf*, Wien

621.396.712

(Fortsetzung und Schluss)

Die Kosten einer modernen 100-kW-Umbausenderanlage — ohne Gebäude, aber mit Strahler und Gleichwelleneinrichtung — betragen komplett etwa 1 200 000 RM (davon der eigentliche Sender 500 000 bis 600 000 RM); schlüsselfertig mit Gebäude und reichlich Nebengelass, mit ein bis zwei Dienstwohnungen, etwa 2 000 000 RM, mit Diesel-Ersatzkraftanlage etwa 150 000 RM mehr. Dies sind natürlich Richtwerte, die etwas streuen können, zum Beispiel je nach dem Aufwand für den Strahler, der — um Grenzfälle zu nennen — für einen 100-kW-Sender zur Not durch eine von drei 50 m hohen Rundstahlmasten getragene Dreiecksantenne zu 45 000 RM gebildet sein kann, oder durch einen 240 m hohen $\lambda/2$ -Strahler als Rohrmast, der 240 000 RM kostet.

Hier seien noch einige Anmerkungen über die in Deutschland im Kriege, namentlich in den besetzten Gebieten, ständig im Einsatz sich befindenden fahrbaren Senderanlagen gemacht. Es gab typisierte

ältere fahrbare Senderzüge «schwerer Bauart» und moderne «leichter Bauart», zu je für 20 kW Antennenleistung, komplettete Anlagen, einschliesslich eigener Stromversorgung und Antenne, und einige Sonderausführungen.

Bei der schweren Bauart bestand jeder Zug aus drei dreiachsigen 150-PS-Dieselfahrzeugen, zwei dreiachsigen und einem einachsigen Anhänger, einem geländegängigen 95-PS-Fahrzeug und einem zweiachsigen Last- und Personenkraftwagen. Davon enthielt ein Fahrzeug die Rückkühlwanlage, ein Fahrzeug das Schaltpult, das Mess- und Ueberwachungsgestell und die Sendervorstufen, ein Fahrzeug die Ersatzstromanlage (Dieselgenerator, normalerweise wurde womöglich ein Netzzanschluss hergestellt und an dessen Stelle verwendet), ein Anhänger die 20-kW-Endstufen, ein Anhänger die Stromversorgungseinrichtungen, ein Anhänger die Antennenabstimmung und — beim Transport — Antennen-