

Entstörer-Hilfe

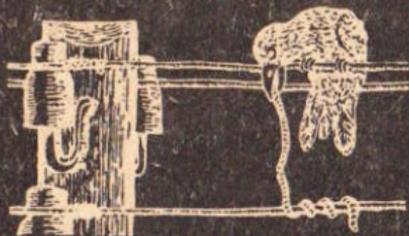
von

Carl J. H. Westphal

Teil 1

Vom Wesen der Fernsprech-Innenstörung

Bearbeitet: Bruno Piesker



Franz Westphal Verlag, Wolfshagen-Scharbeutz (Lübecker Bucht)

Sonderdruck aus »Schwachstrom« 12/1942 ff.

Vom Wesen der Fernsprech-Innenstörung

I. Das Grundsätzliche des Sprechverkehrs

Der in Abb. 1 dargestellte einfache Tischfernsprecher mit Zentralbatteriespeisung im Anschluß an ein Wähler-Amt sagt uns als grundsätzliches Beispiel folgendes:

An den Punkten La und Lb liegt die Teilnehmeranschlußleitung. N stellt den Nummernschalter, S den Gabelumschalter, J die Induktionsspule, M das Mikrophon, F den Fernhörer und W den Wecker dar. Bei in Ruhe befindlichem Schalter S liegt an den beiden Fernsprechleitungen La und Lb zunächst ein als Wecker- oder Teilnehmeranrufrkreis bezeichneter Stromweg. Dieser Stromweg verläuft über die Drahtstücke, Kontakte und Schaltwerke x1-x2-nsi-Kontakt-s-p-Kondensator C-v2-Wecker W- und v1. Er dient zum Empfang der vom Amt gesteuerten Anrufsignale und damit der Aufforderung des Teilnehmers zum Sprechen. Bei Betätigung des Schalters S durch Abnahme des Handapparats legen sich parallel zum Anrufrkreis noch ein als Mikrophonspeisekreis- oder Sprechkreis und ein als Schlußzeichenhaltekreis bezeichneter Stromweg hinzu. Von diesen Stromwegen enthält der Sprechkreis das Mikrophon M und die primäre Wicklung der Induktionsspule J (x1-x2-nsi-Kontakt-s-r-m3-M-m2-J-m1-l2-S-l1), während der Schlußzeichenhaltekreis nichts anderes als eine Abzweigung vom Sprechkreis über Schließstelle 2 des Schalters S und die Wicklung des Weckers W darstellt (x1-x2-nsi-Kontakt-s-r-S-w-v2-W-v1). Im Sprechkreis werden die Schallwellen der Luft in elektrische Wellen umgesetzt, wobei man die Stromentnahme aus der Zentralbatterie gleichzeitig zur Steuerung der Amtseinrichtungen und

zur Gesprächsüberwachung beim Amt mitbenutzt. Der Sprechkreis führt daher außer der Bezeichnung Mikrophonspeisekreis auch noch die Bezeichnung Amtsanruf- und Schlußzeichenkreis. Das Schlußzeichen wird unmittelbar durch Auflegen des Handapparats auf den Gabelschalter S gegeben. Im Wählerverkehr wird die Verbindung nach Auflegen des Handapparats im Amt auto-

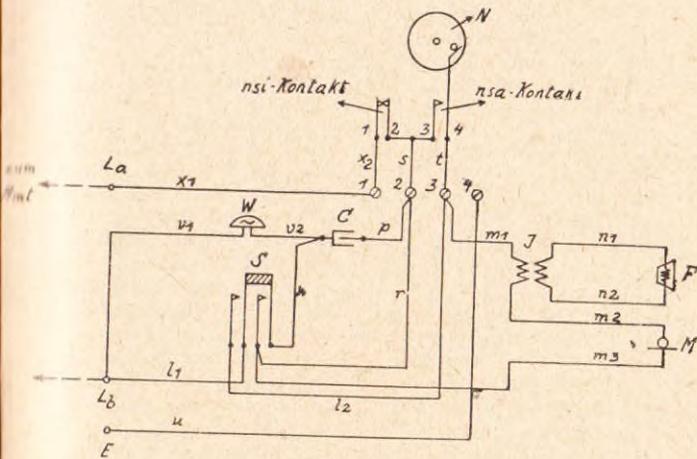


Abb. 1

matisch getrennt. Bei den Fernsprechapparaten mit im Handapparat eingebautem Mikrophon könnte das Schlußzeichen im Amt aber auch schon während des Gesprächs erscheinen, wenn z. B. die Mikrophonkapsel beim Sprechen so gehalten wird, daß der Kohlegrus von der Membrane abfällt und damit den Speisekreis unterbricht. Um eine vorzeitige Trennung der Verbindung des Teilnehmers auf dem Amt zu verhüten, ist neben dem Strom-

weg über das Mikrofon noch ein Parallelweg über den Wechselstromwecker eingeschaltet. Dieser Weg stellt in der Abbildung den Schlußzeichenhaltekreis dar.

Außer dem Sprechkreis und dem Schlußzeichenhaltekreis kommt nach Betätigung des Schalters S noch ein als Hörkreis bezeichneter Stromweg und während der Nummernwahl noch der Nummernwahlkreis zu den schon aufgezählten Stromwegen hinzu. Der Hörkreis ist ein Stromweg, welcher mit dem Mikrofonspeisekreis induktiv zusammenhängt und neben der sekundären Wicklung der Induktionsspule J noch den Fernhörer F enthält ($J-n1-F-n2$). In ihm werden die beim Sprechen erzeugten elektrischen Wellen empfangen und durch den Hörer wieder in Schallwellen umgebildet. Der Nummernwahlkreis stellt einen Stromweg dar, bei dem der Speisestrom anstatt über das Mikrofon und die Induktionsspule über den nsi - und nsa -Kontakt des Nummernschalters und Schließstelle 1 des Gabelumschalters unmittelbar nach der b -Leitung fließt. Mikrofonspeisekreis, Schlußzeichenhaltekreis und Hörkreis sind während des Gesprächs am Apparat immer gleichzeitig eingeschaltet. Daß ihnen der Teilnehmeranrufkreis noch parallel liegt, hat für den normalen Betriebszustand keine Bedeutung. Beim Anrufen des Amtes durch den Teilnehmer wird der Sprechverkehr im weiteren Sinne über den Mikrofonspeisekreis eröffnet. Der Teilnehmeranrufkreis tritt dann überhaupt nicht in Tätigkeit. Nach dem Amtsanruf folgt in der Verkehrsabwicklung als nächste Handlung die Nummernwahl und darauf erst das Sprechen. Der ganze Sprechverkehr des in Abb. 1 dargestellten Apparats wickelt sich daher über insgesamt fünf Stromwege ab, von denen der ankommende Verkehr vier und der abgehende Verkehr ebenfalls vier Stromwege umfaßt.

Zur einwandfreien Abwicklung des Sprechverkehrs müssen alle Stromwege in guter Ordnung sein, da alle Stromwege zur Abwicklung herangezogen werden. Schon bei Störung eines Weges kann der Verkehr in einer Richtung oder gar der gesamte Verkehr lahmgelegt sein.

wie z. B. in dem Falle, daß der Impulskontakt des Nummernschalters nicht mehr schließt.

Wenn der Teilnehmeranrufkreis nicht in Ordnung, ist der ankommende, und wenn der Sprechkreis irgendwo unterbrochen, ist der abgehende und ankommende Sprechverkehr lahmgelegt. Durch den Schaltungszusammenhang der Stromwege wird die Auswirkung eines Fehlers auf den Sprechkreis meist folgende Form annehmen:

Wie aus Abb. 1 ersichtlich, laufen alle Stromwege von La aus bis zur Feder 2 des Nummernschalters über ein und dieselben Drahtstücke $x1$ und $x2$. Tritt in diesen Drahtstücken eine Unterbrechung auf, dann ist der Sprechverkehr überhaupt nicht mehr möglich. Liegt eine Unterbrechung in dem von Feder 2 des Nummernschalters abgehenden Drahtstück s vor, dann sind der Teilnehmeranruf und die Sprechverständigung unmöglich, während z. B. die Nummernwahl noch möglich ist. Würden die Stromwege des in Abb. 1 dargestellten Fernsprechapparats alle an zwei Punkten parallel liegen, dann könnte sich ein Fehler in einem der Wege auf die anderen Stromwege nicht auswirken. Dadurch aber, daß die Stromwege nicht getrennt nebeneinander laufen, sondern einen Teil der durch die Schaltung gegebenen Strombahnen gemeinsam benutzen, kann ein Fehler den Sprechverkehr gleich auf mehreren Stromwegen brachlegen. Die Nachteile, welche die Schaltung bringt, werden zum Teil durch die leichtere Bestimmungsmöglichkeit der Fehlerstelle wiederaufgehoben. Bei nur an zwei Punkten parallel liegenden Stromwegen läßt sich der gestörte Stromweg zwar sofort bestimmen, doch hat man dann auch keine Anhaltspunkte für die Fehlerstelle mehr und muß diese mit Hilfe von Prüfgeräten besonders einkreisen. Bei untereinander stark verknüpften Stromwegen dagegen braucht man zur Ermittlung der Fehlerstelle sehr oft überhaupt nicht einzukreisen, weil sich die Fehlerstelle bei Kenntnis der Schaltung des Apparats unmittelbar aus der Zahl der gestörten und störungsfreien Stromwege ergibt.

II. Störung und Fehler

Bricht beispielsweise in Abb. 1 der vom Mikrophon an die Induktionsspule J herangeführte Draht am Spulenkörper ab, dann hört die Sprechverständigung am Apparat auf, und der Sprechverkehr ist demgemäß auf zwei Stromwegen (Sprechkreis und Hörkreis) gestört. Ist der Draht dagegen in die Spulenlötöse nur eingehängt oder lose angeklemt und nicht verlötet, dann ist die Sprechverständigung zunächst zwar noch möglich, kann aber in jedem Augenblick dadurch unterbunden werden, daß sich der eingehängte Draht infolge mechanischer Erschütterungen oder durch Temperaturänderungen lockert und damit einen großen Widerstand in den Stromkreis bringt.

Im 1. Fall spricht man von einer offenen Störung, im 2. Fall von einer verdeckten Störung. In beiden Fällen ist aber der Fehler als Drahtbruch oder lose angehängter Draht wirklich vorhanden und kann jederzeit festgestellt werden. Es kann also vorkommen, daß in einer Anlage ein Fehler besteht, ohne daß eine Störung auftritt. Was als Fehler anzusprechen ist, ergibt sich aus den betrieblichen Forderungen und aus der Erfahrung. Die bei vorschriftsmäßiger Bedienung eines Fernsprechapparates erfolgte Wahrnehmung als falsche Arbeitsweise oder schlechte Sprechverständigung bezeichnet man mit dem Ausdruck „Störungserscheinung“.

Der Entstörer hat weiter zu berücksichtigen, daß nicht alles, was ihm zunächst als Störungserscheinung entgegentritt, auch wirklich eine greifbare Störung darstellt, sondern unter Umständen auf falscher Bedienung des Apparats beruhen kann. Gewöhnlich werden von einer Störung gleich mehrere Störungserscheinungen auf einmal ausgelöst. Bei Bruch des Schaltdrahts an Klemme La des in Abb. 1 wiedergegebenen Tischfernsprechers treten z. B. folgende Störungserscheinungen auf: Es wird kein Teilnehmeranruf signalisiert, Nummernwahl und Gesprächsempfang sind nicht möglich. Außerdem läßt sich unter Anwendung eines Prüf-

hörers oder dergl. noch feststellen, daß auch keine Gesprächssendung und kein Schleifenschluß über den Schlußzeichenhaltekreis möglich ist.

Wird durch eine Störung der gesamte Sprechverkehr des Apparats brachgelegt, dann spricht man von einer vollkommnen oder Gesamtstörung. Das war im vorgenannten Beispiel der Fall. Beschränkt sich die Brachlegung des Sprechverkehrs nur auf einen oder einige Stromwege, dann spricht man von einer unvollkommenen oder Teilstörung.

Lösen mehrere Fehler ein und dieselbe Störungserscheinung aus, dann läßt sich der eine Fehler erst wahrnehmen, wenn der andere beseitigt ist. Diesen Fall hat man in der Fernsprechtechnik sehr oft. Bricht beispielsweise in dem Fernsprechapparat der Abb. 1 der an La herangeführte Draht x 1 ab und tritt gleichzeitig zwischen den Kontaktfedern 1 und 2 des Nummernschalters eine dauernde Unterbrechung auf, dann wird sich der Drahtbruch erst bemerkbar machen, wenn der Fehler am Nummernschalter beseitigt ist oder umgekehrt. Die Störungserscheinung bleibt also nach Beseitigung des einen Fehlers noch bestehen und gibt dadurch an, daß in der Schaltung noch ein anderer Fehler liegt.

Mit dem Ausdruck Fehler bezeichnet man die Ursache der Störung. Fehler oder Störungsursache sind also sich deckende Begriffe. Auch der Fehler hat eine Ursache, deren Kenntnis für die Pflege einer Fernsprechanlage ebenfalls wichtig ist. Darüber wird an späterer Stelle gesprochen. Der Fehler selbst kann offen, verdeckt, entwickelt, unentwickelt, gleichbleibend und veränderlich sein. Für die Behandlung von Störungsfällen in Fernsprechapparaten hat sich folgende Einteilung als zweckdienlich erwiesen:

1. Mechanische Fehler = M-Fehler,
2. Technologische Fehler = T-Fehler,
3. Bautechnische Fehler = Ba-Fehler,
4. Betriebstechnische Fehler = Be-Fehler,
5. Übertragungstechnische Fehler = Ü-Fehler.

M-Fehler sind solche Fehler, die sich auf äußere ungewollte Lagenänderungen mechanischer Teile oder auf die Verhinderung gewollter Lagenänderungen zurückführen lassen. Außerdem zählen hinzu alle elektrischen Durchschmelzungen und Durchschläge mit dem Charakter einer mechanischen Unterbrechung oder Behinderung. Als M-Fehler sind z. B. anzusprechen: der Bruch eines Schaltdrahtes; das Auftreten einer stromleitenden Verbindung zwischen zwei oder mehr sonst gegeneinander isolierten Punkten der Schaltung durch aufgefallene Drahtstücke oder Zinnspritzer; klemmende — klebende Relaisanker — Schalthebel — Schaltwellen; schlecht justierte Schaltwerke; abgenutzte, schlecht eingestellte Kontaktfedersätze; verbogene, festgefressene Apparateile; nicht und schlecht gelötete Anschlußstellen; Würgeverbindungen; schlechte Schraubverbindungen; verbogene sich berührende Drähte und Drahtenden; Windungsschluß von Spulen durch mechanische Beschädigung; Hubänderungen an Relais — Schaltwerken; ausgebrochene Zähne; abgebrochene, verbogene Nocken — Pimpel — Stifte — Halteteile; gebrochene Federn; Sitzverschiebungen.

M-Fehler führen zu folgenden Störungserscheinungen:

- a) (die vorwiegend vom Teilnehmer wahrgenommen und gemeldet werden)
- Nummernscheibe ruckt — läuft nicht ab; keine Verbindung herzustellen; öfters — dauernd falsche Verbindungen; Verbindung wird nicht ausgelöst (hängt); keine — schlechte Verständigung; Gesprächsschwund; Nebensprechen (Doppelverbindungen, Sternverbindungen); Ruf kommt nicht an — Dauerruf; Schalter klemmt — Kurbel dreht sich schwer; kein Amtszeichen — Freizeichen — Rufzeichen — Besetzzeichen oder Dauerzeichen; zu starke Erwärmung — Rauch — Flammenbildung.
- b) (die darüber hinaus vom Entstörer und Prüfer wahrgenommen werden)
- Wähler schwirrt — pumpt — schleudert — dreht

durch — prüft nicht auf — hängt — klettert auf falsche Dekade — führt falsche Höhenschritte aus — steigt, dreht ungleichförmig — dreht zwischen Schritte; Wählerweile kehrt nicht in Ruhelage zurück; Schaltwerk klappert — schnarrt — knirscht — quietscht — zieht nicht durch — klemmt — geht nicht in Ruhelage zurück; kein Gesprächsempfang, keine Gesprächsendung — Gesprächszählung; Verbindung fällt nach Aufbau zusammen; Störgeräusche bei mechan. Erschütterungen; Sicherungen gehen öfters durch; Wählkennzeichen setzen zu früh — zu spät e-n; Signale kommen nicht vorschriftsmäßig; Maschinen lauten unruhig.

T-Fehler sind solche Fehler, die sich auf molekulare und innermolekulare Änderungen an Apparateilen zurückführen lassen, z. B. Quellung — Schrumpfung — Auflösung von Isolierstoffen; Oxydation — Korrosion — Sulfatation — Kristallation — chemische Zersetzung an Kontakten, Anschlußstellen und Drähten; Ruß — Zunder — Metallstaubbildungen; Verharzungen — Verhartungen — Alterungen; Änderung des Restmagnetismus von Magneten durch Alterung, Temperatur, Erschütterungen; Verkohlung von Isolierstoffen.

T-Fehler führen zu folgenden Störungserscheinungen: (die vorwiegend vom Entstörer und Prüfer wahrgenommen werden)

zeitweise aussetzender Betrieb von Schaltwerken; Wähler steigt — dreht ungleichförmig — Schritte fallen aus; schlechter Gesprächsempfang; Doppelverbindungen; Induktorruf kommt schlecht an (durch Remanenzschwund); Knack — Kratzgeräusche; Apparateile — Wähler — Relais überziehen sich mit Ruß — Zunderschicht.

Ba-Fehler sind solche Fehler, die sich auf Mängel im Aufbau, in der Planung — Konstruktion zurückführen lassen, z. B. unvorschriftsmäßige Bauausführungen; ungenügender Schutz gegen Berührung — Wärme — Kälteinwirkung; umständliche Handhabung — Bedienung

von Schaltern, Hebeln, Tasten, Verbindungsschnüren; unsachgemäße Aufstellung — Anordnung von Apparaten; Verkehrsstauungen durch falsche — unzweckmäßige Bündelung — Staffelung — Verschränkung.

Ba-Fehler führen zu folgenden Störungserscheinungen: (die vorwiegend vom Entstörer und Prüfer wahrgenommen werden)

schlechte Sprechverständigung; zu lange Wartezeiten; starke Raumgeräuschbildung aus eigenem Betrieb — Nachbarbetriebe werden durch Maschinengeräusche gestört — starke Einwirkung fremder Raumgeräusche; kriechender Ablauf der Nummernscheibe — kriechender Rückgang der Wählerwelle — des Schalters durch Kälteeinwirkung — Vereisung; Waltung außergewöhnlicher Vorsicht, Umständlichkeit, übergroße Anstrengung in der Bedienung von Schaltern, Hebeln, Tasten, Verbindungsschnüren; Personen erhalten bei Berührung von Apparateilen elektrische Schläge; starke Rostbildung an Apparateilen; starke Staubablagerung; ungenügende — schlechte Kühlung — Lüftung; Niederschlags- — Kondenswasserbildung.

Be-Fehler sind solche Fehler, die sich auf falsche Bedienung — falsche Regelung der größenmäßigen und zeitlichen Strom- und Spannungsabhängigkeit von Apparateilen und schlechte Aussprache zurückführen lassen.

Be-Fehler führen zu folgenden Störungserscheinungen: (die vorwiegend vom Teilnehmer wahrgenommen und gemeldet werden)

Falschverbindungen (durch falsche Nummernwahl, Stöpselung); zu lange Wartezeiten (durch Überlastung der Bedienung mit Nebenarbeiten, Übermüdung); mangelhafte Verständigung (Aussprache); Ruf zu kurz; öftere Störung der Verbindung (durch falsche — vergessene Bedienung).

Ü-Fehler sind solche Fehler, die sich auf falsche Anpassung — Nachbildung — Abschirmung — Kopplung — Symmetrie — Übersteuerung und ungewollte Ände-

derungen in der Größenanordnung elektro-physikalischer Teile zurückführen lassen.

Ü-Fehler führen zu folgenden Störungserscheinungen: (die vorwiegend vom Teilnehmer wahrgenommen und gemeldet werden)

keine — schlechte Sprechverständigung; Nebensprechen; Leitungs- — Fremdgeräusche; Geräusche und Sprachempfang mit Schmerzempfinden; Gesprächsschwund; Schaltwerke arbeiten nicht (durch erschöpfte Batterie).

III. Ursachen

Für den Praktiker besitzt die Kenntnis der Fehlerursachen eine hohe Bedeutung. Je mehr Fehlerursachen ihm bekannt sind, um so leichter gestaltet sich die Störungssuche und um so sicherer die Störungsbeseitigung.

a) Die Ursachen mechanischer Fehler

Bei Drahtbrüchen kommen in Frage:

1. Zu häufiges Umbiegen bzw. Hin- und Herbiegen des Drahtes. Biegungen werden oft bei Prüfungen sowie Instandsetzungsarbeiten in der Schaltung von Fernsprechapparaten gemacht. Ein 0,6 mm starker blanker Kupferdraht hält etwa 15 Biegungen von 180 Grad über verrundete Kanten aus. Stärkere halten noch weniger aus. Dabei ist vollkommen unbeschädigtes Material vor ausgesetzt. Wird ein Draht aber beim Abziehen der Isolation mittels Messer oder Abstreifpinzette angekerbt, dann erfolgt sein Abbrechen schon viel früher. Man muß also bei der Schaltungsmontage größte Sorgfalt bewahren.

2. Abquetschungen bei Schraub- und Klemmverbindungen. Draht ist in richtigem Sinne um die Klemmschraube zu legen, damit diese ihn beim Anziehen nicht seitwärts herausdrückt und so abquetschen kann. Mehrere Drähte unter einer Schraube müssen durch Unter-

legscheiben gegenseitig abgeteilt oder an der Klemmstelle plattgeschlagen sein, damit sich die Drähte gegenseitig nicht einschneiden oder abscheren können. Zwischen Schraubenkopf und Drahtöse sollte immer eine Unterlegscheibe liegen, weil diese die Abquetschbestrebungen des Schraubenkopfes beim Anziehen wesentlich mildert.

3. Elektrische Metallabschmelzungen an Scheuerstellen.

4. Zu lange, im Wege stehende Drahtschlaufen an Abbunden.

5. Mechanische Schwingungen (Ultraschall), hervorgerufen durch benachbarte umlaufende, schwingende oder stoßartig arbeitende Maschinen.

6. Abschmelzungen infolge elektrischer Durchschläge.

Bei Nebenschlüssen kommen in Frage:

1. Zinnspritzer, welche von unsauberen Lötarbeiten herrühren, abgewickte und zwischen blanke Drahtführungen oder Lötösen gefallene Drahtenden sowie verbogene Kontaktfedern.

2. Zu dicke Lötstellen, besonders solche mit Nasen-Tropfenbildung, sowie eine zu weit abgestreifte Isolation an den Anschlußstellen der Drähte. Dicke Lötstellen und blanke Drahtenden bringen deshalb Gefahr, weil die Raumverhältnisse in Fernsprechapparaten sehr gedrängt sind. Bei Kontaktfedern hat man manchmal noch keinen Millimeter Abstand zwischen den Lötswängen, muß also, um Berührungen zu vermeiden, dünn löten.

3. Durchscheuerungen an Draht-Abbundefestigungsstellen. Drähte mit Lederschlaufen unter Zwischenlegung eines Fiberstreifens befestigen. Holzklötzchen dürfen keine scharfen Kanten und keine zu schmalen Aussparungen haben.

4. Beim Verlegen untergeschobene — eingequetschte Drähte; Scheuerstellen.

5. Lahme Kontaktfedern sowie solche mit zu großem Hub.

6. Gesprungene, gerissene Kontaktfedern und Wählerschaltarme.

Von den in Fernsprechleitungen auftretenden Nebenschlußursachen seien nur folgende erwähnt:

1. An Freileitungen: schadhafte Isolatoren, gerissene Bindungen oder Berührung der Leitung mit Stützen, Querträgern usw. Aufgefallene Drahtstücke und Baumzweige sowie in die Linie hineinragende — hineingeworfene leitende Gegenstände. Kriechwegbildung durch Feuchtigkeit (Störung verschwindet bei Sonnenschein).

2. An Kabeln. Bruchstellen im Bleimantel des Kabel und in den Muffen der Spleißstellen; undichte Lötplomben — Lötnähte; ungenügendes Trocknen beim Spleißen der Lötstellen in Pupinkabeln sowie Rattenfraß an Bleimänteln. Zerstörung der Bleimäntel von unterirdischen Kabeln durch Fremdströme aus Starkstromanlagen und dadurch hervorgerufene Nebenschlüsse können auftreten, wenn das Kabel in der Nähe elektrischer Straßenbahnen mit Gleichstromspeisung entlangführt. Haben dort die Schienenstoßverbindungen einen hohen Übergangswiderstand, so wird der Bahnmotorrückstrom häufig den besser leitenden Kabelmantel benutzen und an der Austrittsstelle elektrolytisch zerstören.

Quetschungen der Bleimäntel durch Eisbildung, wenn die Kabel in Kanälen untergebracht sind, die Wasser führen, sowie Beschädigungen durch Pickenhiebe sind gegebenenfalls weitere Nebenschlußursachen. Pickenhiebe können — seltener — auch zu Unterbrechungen führen. Bemerkenswert ist, daß Nebenschlüsse in Fernsprechleitungen manchmal einen ganz eigentümlichen Charakter haben, der sich aus der Wirkung einer Reihe geringfügiger Einzelfehler ergibt. Wenn z. B. an einer langen Freileitung jeder Isolator nur ganz wenig ableitet, was besonders bei feuchtem Wetter der Fall ist, dann summieren sich die Ableitungen zu einem größeren Nebenschluß gegen Erde. Dieser Ne-

benschluß hat keine punktförmige Lagerung mehr, sondern erstreckt sich auf die ganze Leitung. Seine Beseitigung ist bei Freileitungen oft nur durch Auswechslung einer größeren Zahl von Isolatoren und bei Kabeln der schlechtesten Kabelstücke zu erreichen.

Bei Windungsschluß in Elektromagnet- und Widerstandsspulen kommen in Frage:

1. Schlechte Drahtisolation.

2. Unvorsichtiges Wickeln der Spulen. Beim Wickeln sich bildende Knoten und Schleifen sind deshalb gefährlich, weil sich an der Knotenstelle die Umspinnung auseinanderzieht und dadurch den Wert der ganzen Isolation heruntersetzt. Bei Lackdrähten ist das Knicken des Drahtes gefährlich, weil an der Knickstelle der Lack leicht abspringt.

3. Beschädigungen bei der Montage durch Quetschungen der Spulen und durch Anstoßen der Spulen mit spitzen Werkzeugen.

Bei durchgeschlagenen Kondensatoren kommen in Frage:

1. Schlechte Isolation. Sie kann sowohl am Paraffinpapier als auch an der Vergußmasse wie Wachs, Paraffin liegen.

2. Beschädigungen beim Anlöten der Drähte. Werden die Anschlußstücke beim Anlöten von Drähten zu stark und zu lange erwärmt, dann schmilzt die Vergußmasse im Innern des Kondensators. Es können Luftblasen entstehen, die ein Durchschlagen begünstigen, und außerdem kann sich die Metallfolie im Innern von den Anschlußstücken lösen. Daher Anschlußstücke vor dem Löten gut säubern und Lötstellen gut warm machen, damit das Lötzinn leicht und schnell fließt.

3. Eingedrungene Feuchtigkeit.

4. Fabrikationsfehler beim Wickeln.

5. Falsche Absicherung gegen Überspannungen.

Bei Schalterkontakten kommen in Frage:

1. Unsachgemäße Reinigung der Kontakte durch Papier oder wollene Putzlappen. Dies ist deshalb unsachgemäß, weil Papier und Putzlappen leicht Stoffteilchen zwischen den Kontaktstücken zurücklassen und so den Kontaktschluß verhindern. Zum Reinigen von Kontakten dürfen nur Lederlappen oder Kontaktfeilen verwendet werden.

2. Falsch eingestellte Doppelkontakte, vibrierende Kontaktfedern, zerstörte oder fehlende Funkenlöschvorrichtungen parallel zum Kontakt oder im Stromkreis, ungenügender Kontaktdruck im geschlossenen Zustand, punktförmige Auflage der Federn von Schneidenkontakten.

3. Spitzen- und Nadelbildung durch Kontaktmaterialwanderung. Sie finden vorzugsweise an den Kontakten der Impulsrelais statt. Die Spitzen sind mitunter kaum sichtbar und besitzen Längen bis 1 mm. Sie verhindern z. T. die Kontaktöffnung durch Festhaken.

4. Verbogene — verschobene Schaltstifte und Pimpel.

Bei Relais und Schrittschaltwerken kommen in Frage:

1. Verbogene Relaisanker.

2. Zu kurze oder fehlende Klebstifte (Gegenklebstifte). Sind die Klebstifte zu kurz oder fehlen sie ganz, dann kommt das Ankereisen dem Kerneisen zu nahe, wodurch ein magnetischer Klebeffekt entsteht, der das Abfallen des Ankers vom Kern verzögert oder überhaupt verhindert. Bei starken Anzugskräften und bei Impulsrelais werden Klebstifte leicht plattgeschlagen. Gegebenenfalls sind die Stifte mit einem Nietzieher anzuheben.

3. Verschmutzte Klebstifte. An der Aufschlagstelle bildet sich eine Oxydschicht, die einen mechanischen Klebeffekt hervorruft. Prüfung auf Klebeffekt durch Andrücken des Ankers mit dem Finger. Der Anker darf

beim Loslassen nicht nachziehen oder überhaupt kleben bleiben. Beseitigung des Klebens mittels Papierstreifen, der bei angedrücktem Anker zwischen Klebstift und Kern gelegt und durchgezogen wird.

4. Mechanische Lockerung der Ankerhaltung, Verschraubung Verstiftung.

5. Falsche Luftspalteinstellung.

6. Falsche Einstellung. Ermüdung, Bruch der Rückstellfedern für Schaltwelle, Schaltzylinder. Anker.

7. Ausgeschlagene Rillenkörper von Heb-Dreh-Wälzern.

8. Sprünge, Risse, scharfe Knicke in Anschlägen, Pimpeln, Halte teilen.

9. Abreißfedern, Sperrfedern zu geringe Vorspannung, locker, gebrochen, zu weich.

10. Stoßklinken verbogen, gebrochen, zu wenig Spiel.

11. Anker des Hub-Drehmagneten schlägt auf Kern auf, prellt.

12. Befestigungsschrauben haben sich gelockert — sind abgebrochen. Bei Verdacht sämtliche Schrauben nachprüfen — nachziehen.

13. Schaltwelle klemmt im Lagerblech. Prüfen bei abgenommenem Federgehäuse und zurückgestellter Doppelsperrklinke. Halte- und Sperrklinken besitzen einen Grad.

14. Kopfkontakt — Wellenkontakt sind nicht richtig eingestellt.

15. Unvorschriftsmäßige, mangelhafte Justierung.

Bei Anschlußstellen kommen in Frage: a) Lötstellen:

1. Schlechtes — leicht brüchiges Lötzinn.

2. Mangelhafte Säuberung der Lötflächen vor dem Löten sowie ein ungenügend warmer LötKolben. Mangelhafte Flächensäuberung trifft man besonders häufig bei Lackdrähten an, weil das Abziehen der Lackschicht umständlicher ist als das Abziehen einer Baumwoll- oder Seidenumspinnung. Zum Abziehen der Lackschicht verwendet man am besten sogenannte Abstreifpinzetten,

die infolge ihrer Zahnung den Lack allseitig fortnehmen ohne den Draht mechanisch zu beschädigen. Braucht am Lötzinn nicht gespart zu werden, dann kann man bei Lackdrähten auch ohne vorherige Säuberung löten, weil sehr heißes Lötzinn den Lack von selbst löst. Sonst Reinigung mit dem Messer. Ungenügend warmer LötKolben läßt das Zinn nicht dünnflüssig, sondern breitartig auf die Lötstelle fließen, wodurch die innige Bindung mit dem Fremdmittel ausbleibt (kalte Lötstelle).

b) Schraubverbindungen:

1. Schlechtes Gewinde, gegen den Kopf der Schraube zu kurz geschnittenes Gewinde oder mit falschem Gewinde versehene Schrauben und Muttern. Diese lassen nur einen sehr mangelhaften Anzug der untergeklemmten Drähte und Kabelschuhe zu, so daß Übergangswiderstände und Unterbrechungen entstehen.

2. Beschädigte Schraubenschlitze.

3. Vergessenes Anziehen der Schrauben bzw. Schraubensicherung. Würgeverbindungen (ungelötet) sind Fehler, die teils aus Unkenntnis der Folgen, teils aus Bequemlichkeit begangen werden. Bei gewürgten Verbindungen kann sich infolge von Temperaturschwankungen oder durch mechanische Beanspruchung die Verbindung leicht lockern, so daß Übergangswiderstände und Unterbrechungen entstehen. Lockerungen durch Schwingungen sind sowohl bei Würge- als auch Schraubverbindungen möglich.

b) Die Ursachen technologischer Fehler

Bei Unterbrechungen und Nebenschlüssen kommen in Frage:

1. Elektrochemische Materialwanderungen, chemische Zerstörungen, Benetzen mit Säure oder Säuredämpfen.

2. Mit säurehaltigem Lötmaterial gelötete Drahtstücke sowie die Verwendung säurehaltiger Isolierstoffe. Die Säure zerfrißt nicht nur die Lötstelle, sondern greift auch die benachbarten Windungen bei Spu-

len usw. an und ruft dort Windungsschluß hervor. Reinigung mit Tetrachlorkohlenstoff.

3. Eingedrungene Feuchtigkeit — Schwitzwasserbildung.

4. Oxydationen durch Handschweiß beim Wickeln von Spulen und bei der Herstellung von Verdrahtungen.

5. Metallstaabablagerungen. Metallstaabbildung hat man z. B. bei Schrittschaltungen (Drehwählern, Steuerungsaltern) oft, wenn die Schleifkontakte längere Zeit trocken laufen und sich dadurch oder bei zu hohem Federauflagedruck an den Kontaktsegmenten einfrassen. Häufig ist die Anordnung der genannten Schaltwerke so, daß sie mit einigen Relais zusammen in einem Relaiskoffer untergebracht sind. Der von den aus Messing bestehenden Kontaktsegmenten abgeschliffene Metallstaub wird durch die Arme des Schrittschalters fortgetragen und auf die Kontaktfedern der Relais gewirbelt. Als gefahrvergrößernd wirkt, wenn das Schaltwerk über den Relais arbeitet.

6. Elektrolytische Zersetzungen an Spulenwindungen. Sie treten hauptsächlich da auf, wo der Spulenkern schlecht geerdet ist und der Sammler mit falschem Pol an Erde liegt (bei guter Erdung und richtiger Polung tritt keine Zersetzung auf), und bei Spulen mit mehreren getrennten Wicklungen, bei denen die Spannungsverhältnisse so ungünstig sind, daß ein Ableitungsstrom über die Isolation von Wicklung zu Wicklung fließt. Der Ableitungsstrom zersetzt das Kupfer in der Richtung des Stromflusses (Gleichstrom), zerstört oder imprägniert die Umspinnung und ruft Grünspanbildungen hervor.

7. Starke Staabablagerungen und Verrußung von Kontakten.

Staabablagerungen führen nur in wenig benutzten Schaltern zu Unterbrechungen. Bei Apparaten, die täglich betrieben werden, sind die Ruhezeiten so kurz, daß selbst starke (künstliche) Staabbildungen wenig ausmachen. Der Staub wird durch die Schaltbewegungen immer wieder von den Kontakten fortgewirbelt, voraus-

gesetzt, daß die Kontakte gut trocken gehalten sind. Bei feuchten und ölbenetzten Kontakten ist die Verschmutzung- und Störungsgefahr größer. Kontakte mit Staabkappen bedecken und die Kappen und benachbarten Aufbauteile mit einem staubbindenden Öl einreiben.

Geringe Rußbildung auf den Kontakten, besonders bei Silberkontakten, stört im allgemeinen nicht, da Silberoxyd noch gut leitet. Bei bestimmten Kontakten (Impulskontakten) führt jedoch die Oxydschicht zur Flammenbogenbildung. Die von solchen Kontakten gesteuerten Hubwerke arbeiten dann nicht mehr richtig (Wähler steigt — dreht ungleichförmig — Schritte fallen aus). Entfernen der Rußschicht durch Abbürsten.

8. Verwendung leicht brechender, blättrender Lacke und zu dicke Lackierung.

9. Unterlassene Einfettung von Metallteilen, die einer ständigen Korrosionsgefahr ausgesetzt sind (Sammlerklemmen).

10. Verkohlung der Isolation von Spulen durch Stromüberlastung.

Bei Schaltwerken kommen in Frage:

1. Verharzung beweglicher Achsen durch übermäßige Ölung, Verwendung von ungeeignetem Öl.

2. Vergessene oder zu geringe Schmierung reibender Teile. Es ist zu beachten, daß Öl von sich drehenden Wellen und Zylindern leicht abgeschleudert wird und dadurch ein Trockenlaufen eintreten kann. Sich drehende Teile sind möglichst zu fetten.

3. Ätzungen an Kontaktfedern von Relais und Steuerungsaltern durch Ausscheidung von Verbindungsstoffen (Amoniakverbindungen) aus dem Isolierstoff. Es bilden sich Flecken und Ätzstellen von rotbrauner, grüner Färbung. Sie sind solange keine Gefahr, als die Elastizität der Federn nicht darunter leidet.

4. Schrumpfungen und Quellungen von Isolierstoffen durch zu große Trockenheit und Feuchtigkeit. Bei Schrumpfungen lockern sich Kontaktsegmente und Federpackungen.

c) Die Ursachen bautechnischer Fehler

1. Verlegung von Fernsprechkabeln in Kanälen mit fließendem Wasser und kalkhaltigen Senkstoffen oder von Erdkabeln in kalkhaltigem Ton. Das Einsmieren der Kabel mit Vaseline — Talkum setzt die Zerstörungsgefahr herunter.

2. Mangelhafte Lackierung von Metallteilen.

3. Unaufmerksames Arbeiten bei Lötungen. Werden beim Löten mehrerer nebeneinander liegender Drähte diese nicht sorgfältig geschichtet und bezeichnet, dann können leicht Anschlußverwechslungen auftreten. Das gleiche gilt für nachträgliche Lötungen von Drähten, deren Farbe so verblichen ist, daß der Farbenunterschied zwischen den Drähten nicht mehr deutlich wahrgenommen werden kann.

4. Schaltungsmontage bei unzureichender Beleuchtung — Heizung.

5. Schaltungsmontage nach einer schlecht lesbaren Zeichnung.

6. Starke körperliche oder geistige Ermüdung des Monteurs.

7. Mangelhafte Überwachung nicht ganz zuverlässiger Hilfskräfte bei Aufbauarbeiten.

8. Zu starke elektrische Erwärmung. Bei Spulen kann die starke Erwärmung an falscher elektrischer oder zeitlicher Größenbestimmung liegen. Die sich entwickelnde Joulesche Wärme kann nur von den oberen Schichten schnell an die Luft abgegeben werden. Die inneren Schichten folgen langsam nach. Infolgedessen steigt im Innern die Temperatur, die Isolation wird müde und versengt — verkohlt allmählich.

9. Mangelhafter Vereisungsschutz von im Freien aufgestellten Fernsprechapparaten. Nummernscheiben, die im Winter schlecht ablaufen, mittels einer kleinen Drahtlocke von unten her heizen.

10. Falsch dimensionierte Spulen, Widerstände, Kontakte, Speiseleitungen.

11. Mangelhafte metallische Verbindung der Bleimäntel von nebeneinander verlegten Kabeln, die an elektrischen Bahnen mit Gleichstrombetrieb entlangführen. Bei diesen Bahnen entweicht, sobald die Schienenstoßverbindungen hohen Übergangswiderstand besitzen oder der Schienenweg nach dem geerdeten Pol des Kraftwerkes ziemlich lang ist, ein Teil des Bahnmotorrückstroms aus den Schienen in das benachbarte Erdreich und von da in die besser leitenden Bleimäntel der Fernsprechkabel. An den Stellen, wo der Rückstrom die Kabel wieder verläßt, werden die Bleimäntel oder die Eisenbewehrung elektrolytisch zersetzt. Gewöhnlich liegen die Austrittsstellen des Rückstromes in der Nähe der Starkstromzentrale, Unterwerke und Schienenspeisepunkte und die Zersetzungen finden nur dort statt. Da aber die Kabel größerer Netze nicht alle gleich gut leiten, finden besonders in den Kanälen und Kabelbrunnen, wo sich die Kabel mit ihren Mänteln berühren, Stromübergänge statt, die an diesen Stellen die Kabel zerstören. Sind die Bleimäntel und Bewehrungen gegenseitig gut leitend verbunden, dann verlaufen die Ströme in rein metallischen Bahnen und die Zerstörungen unterbleiben.

d) Die Ursachen betriebstechnischer Fehler

Bei falscher Bedienung kommen in Frage:

1. Ungenügende Aufklärung des Teilnehmers über die Bedienung seines Apparates.

2. Personalwechsel am Apparat.

3. Fahrlässigkeit, Belastung der den Apparat bedienenden Person mit zu viel Nebenarbeiten.

4. Unzweckmäßige Anordnung, Beschriftung und Bedienung von Schaltern und Verbindungsschnüren. Solche Ursachen liegen vor, wenn die Handhabungen am Apparat eine außergewöhnliche Vorsicht erfordern oder zur Ausführung einer Verbindung gleichzeitig mehrere

Schalter in bestimmter Stellung zu halten sind. Desgleichen, wenn die Schalter, Verbindungsschnüre und Klinken keine gute Farbenkennzeichnung haben, die Beschriftung zu klein ist und wenn Schalter und Schnüre in der Reihenfolge nicht nach Vorschrift benutzt werden.

Betriebliche Ursachen:

1. Wenn bei einer Fabrik- oder Geschäftszentrale durch vorübergehende Steigerung des Geschäftsverkehrs die Zahl der täglichen Verbindungen stark zunimmt und die Rufvorrichtungen (Polwechsler, Rufmaschinen) dauernd in Tätigkeit sind, so wird die für das Durchschnittsmaß berechnete Batterie vorzeitig erschöpft. Es tritt ein Abfall der Batterieklemmenspannung auf, der sich zunächst in den Relais und Schaltwerken bemerkbar macht. Diese arbeiten dann nicht mehr einwandfrei, führen zu Unsicherheiten in der Verkehrsabwicklung, zu Betriebsstockungen oder gänzlichen Unterbrechung des Betriebs.

2. Werden in kleinen Schrankzentralen fehlerhafte, stromverbrauchende Nachtverbindungsschnüre benutzt, dann kann sich die Batterie so weit erschöpfen, daß eine nur tagsüber stattfindende Aufladung nicht mehr genügt und die Relais und Schaltwerke den Dienst versagen. Messung der Klemmenspannung am Verbraucher.

3. Ein Versagen der Batterie durch Überlastung tritt oft bei Speisung von Fernsprechapparaten aus Trockenelementen ein. Trockenelemente können nicht so stark und lange belastet werden wie z. B. Sammlerbatterien. Vergessenes Anhängen des Hörers oder zu langes und oftmaliges Warten am Apparat führt unbedingt zu einer vorzeitigen Erschöpfung der Elemente und damit zu einer Störung des Betriebs.

4. Entsicherung von Schaltwerken, ohne diese in Ruhstellung zu bringen.

5. Vergessenes Einschieben von Relaiskoffern.

e) Die Ursachen übertragungstechnischer Fehler

Hier seien nur einige besondere Fälle, die sich auf Störgeräusche beziehen, angeführt.

1. Verlegung von Fernsprechleitungen in allzu großer Nähe von Starkstromleitungen, besonders des Fahrdrabtes von elektrischen Vollbahnen.

2. Einzelbetrieb bei Parallelführung zu Starkstromleitungen sowie der Betrieb von Einzellösungen mit Erde als Rückleitung (Speiseleitungsbetrieb).

3. Ungleichmäßige, falsche Adernverdrillung sowie Adernvertauschung.

4. Falschinnige Kreuzung von Freileitungen.

5. Falsche Anpassung, unterlassener Abschluß der Fernsprechleitungen durch Übertrager.

6. Mangelhafte Schutzmaßnahmen an den Starkstromanlagen selbst.

IV. Unterbrechung und Nebenschluß

Die vollkommene Unterbrechung wirkt sich praktisch so aus, daß von den im störungsbetroffenen Stromkreis liegenden Schaltelementen wie Schauzeichen, Wecker, Lampen und Relais kein Schalteffekt und, falls ein Hörer im Stromkreis liegt, an diesem kein Geräusch mehr wahrzunehmen ist. Bei der unvollkommenen Unterbrechung dagegen hängt die Wirkung nach außen sehr von der Stromempfindlichkeit der im Stromkreis liegenden Schaltelemente ab. Denken wir uns ein Relais mit einem Eigenwiderstand von 800 Ohm und einer Ansprechstromstärke von 0,008 Amp. an eine 24 Volt-Batterie gelegt, dann darf man bis zu 2200 Ohm Widerstand vorschalten, ohne daß die Schalttätigkeit des Relais (von der Verzögerungswirkung ist hier abgesehen) beeinflußt wird. Eine ungewollte Widerstandserhöhung auf 2200 Ohm würde hier also noch gar nichts ausmachen. Erst wenn die Widerstandserhöhung über 2200 Ohm hinausgeht, spricht das Relais nicht mehr richtig an und

signalisiert so gewissermaßen eine Unterbrechung, d. h. einen Zustand, der sich in bezug auf das Relais wie eine Unterbrechung auswirkt. Benutzen wir an Stelle des Relais einen niederohmigen (60 Ohm) Fernhörer, von dem wir annehmen, daß er noch Ströme von 0 00001 Amp. anzeigt (0 000002 Watt bei gutem Empfang) dann darf der Widerstand des Stromkreises über 2 400 000 Ohm hinaus steigen, ehe dieselbe Wirkung eintritt. In der Praxis können ungewollte, d. h. von selbst eintretende Widerstandserhöhungen durch Oxydation sowie Lockerung von Würgeverbindungen entstehen. Je unempfindlicher ein Organ gegen Stromänderungen ist, um so später wird es bei selbsttätig wachsendem Widerstand aussetzen und eine Unterbrechung des Kreises anzeigen. Das empfindlichste Organ im störungsbetroffenen Stromkreis kann gegebenenfalls eine Bestimmung der Art der Unterbrechung, inwieweit es sich um eine vollkommene oder unvollkommene Unterbrechung handelt, zulassen.

Außer in der vorgenannten Weise kann die unvollkommene Unterbrechung noch in etwas anderer Form auftreten. Denken wir uns einen Drahtbruch, bei welchem die Umspinnung des Drahts noch zusammenhängt und außerdem an der Bruchstelle noch etwas feucht ist, dann kann trotz der aufgehobenen Metallverbindung noch ein Strom fließen, nämlich über die feuchte Drahtumspinnung. Der Bruch ist in diesem Falle nicht vollkommen, sondern wird durch den feuchten Faden fast unmerklich gemacht. Er bleibt so lange verdeckt, bis die Feuchtigkeit aus der Umspinnung gewichen ist oder die Umspinnung ganz abreißt. Unterbrechungen dieser Art führen die Bezeichnung verdeckte Unterbrechungen. Als besonderer Fall einer verdeckten Unterbrechung dürfte der Bruch von Einzelfäden an beweglichen Kabeln, Litzen und Leitungsschnüren angesehen werden. Im Gegensatz zu Feuchtigkeitsniederschlägen bleibt hier die Entwicklung des Prozesses bis zum Brechen des letzten Fadens meist unbemerkt, weil der Widerstand des einzelnen Fadens schon verhältnismäßig klein

ist und über 3 m lange Schnüre selten Verwendung finden. Es entstehen aber Kratzgeräusche.

Unter einem Nebenschluß versteht man die ungewollte stromleitende Verbindung zwischen zwei spannungsführenden Punkten einer Schaltung. Wenn in Abb. 2 die Lötstifte 1 und 2 des Relais R. miteinander in ungewollte Verbindung kommen (über die Wicklung sind sie nämlich schon in gewollter Verbindung), dann ist dies ein Nebenschluß zum Relais R. Die Ursache des Nebenschlusses (Linie x) können Zinnspritzer, Oxydbildungen und Feuchtigkeitsniederschläge sein. Tritt zwischen Stromkreis und Erde eine ungewollte stromleitende Verbindung auf (Linie y), dann haben

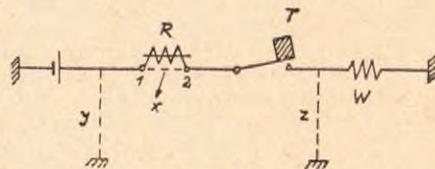


Abb. 2

wir ebenfalls einen Nebenschluß, weil die Erde in der Schaltung als Stromleiter Verwendung findet. Dieser Nebenschluß wird gewöhnlich als Erdschluß bezeichnet. Auch die ungewollte Verbindung nach Art der Linie z stellt einen der Verbindung y wesensgleichen Nebenschluß dar. Während jedoch die Verbindung y das Ansprechen des Relais auf jeden Fall verhindert, bleibt dieser Einfluß durch Verbindung z aus. Verbindung z kann höchstensfalls einen Einfluß auf die Verzögerungswirkung, Stromüberlastung des Relais haben. Wo die Verzögerungswirkung von untergeordneter Bedeutung ist, tritt daher die ungewollte Verbindung z als wirksamer Nebenschluß und die Verbindung y als unwirksamer Nebenschluß auf.

Streng genommen hat schon jeder unter Spannung und mit Erde als Leiter oder Schutz in Verbindung stehende Stromkreis einen gewissen Nebenschluß gegen Erde, welcher von der unvollkommen isolierenden Beschaffenheit der gebräuchlichen Isoliermittel herrührt. Die Größe dieses Nebenschlusses hängt bei gegebener Spannung vom Widerstand der Isolation ab, welcher jedoch nicht konstant ist, sondern je nach Güte und Beschaffenheit des Isoliermaterials mit der Temperatur und bei Freileitungen außerdem noch mit den Witterungsverhältnissen schwankt. Bei guter Isolation (hohem Widerstand) ist der über die Isolation dauernd zur Erde bzw. Batterie fließende Strom (Ableitungsstrom) allerdings so klein, daß man ihn praktisch gleich Null setzen kann. Man bezeichnet daher den Abfluß auch nicht als Nebenschluß, sondern als Ableitung bzw. bei Gleichstrom als natürliche Ableitung des Stromkreises. Bei Spulen ist für einen Nebenschluß, der in den Windungen zustande kommt und dadurch die Zahl der Windungen bzw. den ohmschen Widerstand der Spulenwicklung herabsetzt, der Ausdruck Windungsschluß gebräuchlich. Werden durch den Nebenschluß sämtliche Windungen überbrückt, dann bezeichnet man ihn als Wicklungsschluß. Linie x in Abb. 2 stellt unter Voraussetzung eines gewissen Widerstandsbetrages einen solchen Fall dar. Denken wir uns den durch Linie x dargestellten Nebenschluß praktisch ohne Widerstand, dann bekommt die Relaiswicklung überhaupt keinen Strom mehr. Der ganze Strom geht bei Tastendruck über den Nebenschluß allein. Diesen Zustand des Nebenschlusses bezeichnet man als Kurzschluß. Als Kurzschluß gilt jedoch praktisch nicht nur der vollkommene, widerstandslose Nebenschluß, sondern jeder Nebenschluß überhaupt, welcher einen gegen das überbrückte Schaltungsglied sehr kleinen Widerstandswert hat. Bei Relais z. B. kann man schon von einem Kurzschluß sprechen, wenn der Widerstand des Nebenschlusses kleiner als 1 % des Wicklungswiderstandes ist.

Führt bei einer ungewollten Verbindung zwischen

zwei Punkten einer Schaltung ursprünglich nur einer der beiden Punkte Spannung, dann spricht man nicht mehr von einem Nebenschluß, sondern von einer Berührung. Eine Berührung liegt z. B. vor, wenn einer der beiden Lötstifte des Relais R in Abb. 2 mit dem Relaiskern in ungewollte Verbindung kommt. In diesem Falle bleibt die Schalttätigkeit unbeeinflusst, weil der Kern mit der Batterie nicht in leitender Verbindung steht, also keine von ihr bestimmte Spannung führt und somit auch kein Nebenschlußstrom fließen kann. Hätte der Kern ein Potential, was bei vielen Relais infolge der Gestellerrdung möglich ist, dann käme selbstverständlich ein Stromfluß zustande. Wir hätten es dann aber auch nicht mehr mit einer Berührung, sondern mit einem normalen Nebenschluß zu tun. Die Berührung spielt in der Fernsprechstörungstechnik eine ziemlich wichtige Rolle, weil sie gewissermaßen die Vorstufe eines Nebenschlusses darstellt (unentwickelter Fehler).

Unterbrechungen kennzeichnen sich durch Stromlosigkeit in den in Betracht kommenden Stromwegen und auch dadurch, daß sie sich nur auf die in diesen Wegen liegenden Schaltelementen auswirken. Bei Nebenschlüssen werden darüber hinaus auch andere Schaltelemente betätigt, was natürlich streng genommen nur für kurze Gleich- oder Wechselstromwege gilt. Findet am Relais R 2 der Abb. 3 ein Drahtbruch statt, so bleibt der Stromkreis II nach Drücken der Taste T 2 stromlos. Das Relais zieht seinen Anker nicht an, und die Lampe L 2 leuchtet nicht auf. Die Störung hat keinen Einfluß auf den Stromkreis I, denn beim Drücken der Taste T 1 spricht das im Kreis liegende Relais R 1 ohne weiteres an. Hierdurch wird die Störung als Unterbrechung gekennzeichnet. Berühren sich die zwei Stromkreise im Punkte m (Nebenschluß m), dann werden beim Drücken der Taste T 1 nicht nur das konstruktiv vorgesehene Relais R 1, sondern auch R 2 betätigt. Beide Relais schließen ihre Kontakte und bringen die Lampen L 1 und L 2 zum Aufleuchten. Relais R 2 sowie Lampe L 2 sind hier fälschlich ansprechende, fremde

Schaltwerke, welche infolge ihrer Betätigung einwandfrei das Vorhandensein eines Nebenschlusses angeben.

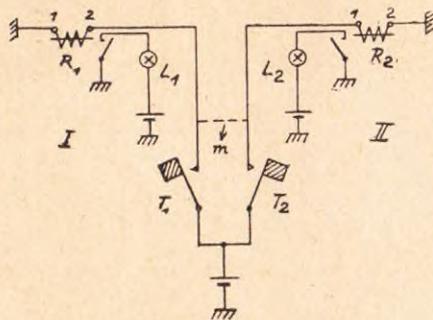


Abb. 3

Wenn weiter in der Schaltung nach Abb. 4 ein Erdschluß n auftritt, so werden Mikrophon M und Induktionsspule J überbrückt. Im Fernhörer F verschwindet das für gewöhnlich bei Stromfluß wahrnehmbare

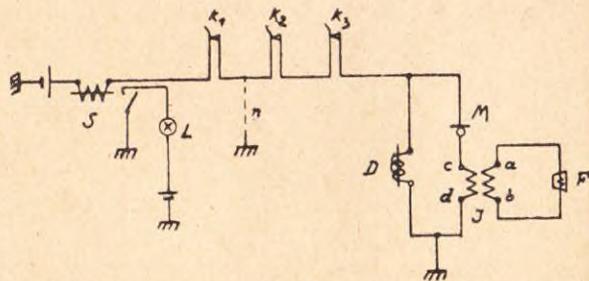


Abb. 4

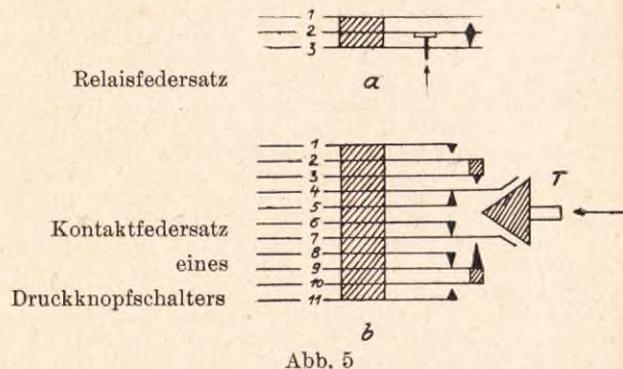
schwache Rauschen, und es wird die Störung am Fernhörer als Unterbrechung vorgetäuscht.

Windungsschlüsse in Widerständen und Drosselspulen, durch die verhältnismäßig große Widerstandsbeträge ausgeschaltet werden, führen unter Umständen infolge der durch sie bedingten Stromänderungen zu einem störenden Einfluß von Relais, Lampen, Klappen usw.

Drabtbrüche in biegsamen Kabeln kommen selbst bei großer mechanischer Beanspruchung verhältnismäßig selten vor. Sie bleiben meist auf die Abfrage- und Verbindungsschnüre von Fernsprechzentralen beschränkt. Beträchtlich sind die von Kontaktverbrennung, Verstaubung und mangelhaftem Kontaktschluß herrührenden Unterbrechungen. Die Bündelung von Drähten, die in sogenannten Abbunden an auswechselbare oder herausziehbare Teile wie Klinken, Klappen, Lampen, Tasten und Relaisstreifen heranführen, begünstigt bei zu starker Biegung der Bündel das Brechen der durch die Umwicklung eingeschlossenen und infolgedessen am Ausbauschen verhinderten Drähte.

Nebenschlüsse treten vorzugsweise in beweglichen Schaltungsteilen (Schnüren) und in Kontaktfedersätzen bzw. Packungen derselben auf. Bei allen Schaltern erfolgt die Kontaktgabe mit Hilfe auf der Feder eingelassener, schwer schmelzbarer Metalle wie Wolfram und Platin oder auch mit Silberkontakten, weil diese gut leiten. Im Satz selbst unterscheidet man zwischen Arbeitsfedern und Gegenfedern, da die Kontaktgabe bei Spitzenkontakten immer nur durch Druck einer Feder auf eine andere hergestellt wird. In Abb. 5 a ist Feder 2 die Arbeitsfeder, in Abb. 5 b sind es die Federn 2, 4, 7, 9 und 10. Findet z. B. in Abb. 5 b ein Nebenschluß zwischen den Federn 4 und 5 statt, dann bleibt in Ruhestellung des Schalters derselbe auf die zwei genannten Federn beschränkt. Kommt dagegen Feder 5 mit Feder 6 in Verbindung, dann erstreckt sich der Nebenschluß bei unbetätigtem Schalter insgesamt auf die Federn 4, 5, 6 und 7. Die Ursachen solcher Nebenschlüsse gehen

benachbarte Federn können sein: 1. Verbogene und sich dadurch gegenseitig berührende Federn. 2. Zu dicke Lötstellen oder verbogene Lötchwänze. 3. Kriechwege und Metallstaubbrücken. 4. Zu weit abisolierte Drahtenden, aufgefallenes Lötzinn und feuchtes Packungsmaterial (nur lokale Feuchtigkeit). Fallen längere Drahtenden oder Brücken bildende Zinnspritzer auf einen Federsatz, dann kommen ausnahmsweise auch



Nebenschlüsse gegen beliebige Federn vor. Sie sind, ebenso wie starke Oxydationen und Feuchtigkeitsniederschläge, welche mitunter die ganze Federreihe des Satzes angreifen, bei Betrachtung des Federsatzes immer gleich zu sehen, erfordern also keine besondere Eingrenzungsarbeit. Federverbiegungen im besonderen sind sofort ersichtlich, wenn man die Aufgaben der elementaren Kontakte wie Ruhe-, Arbeits- und Umschaltekontakte kennt. Ein Arbeitskontakt z. B. soll bei Betätigung des Federsatzes schließen, im Ruhezustand dagegen öffnen. Betrachtet man während des wechselseitigen Spieles die einzelnen Kontaktfedern eines Satzes und stellt fest, daß ein Kontakt in Ruhestellung

des Satzes schließt, in Arbeitsstellung aber auch noch geschlossen bleibt, dann liegt eine Federverbiegung vor. Der Kontakt muß entweder in Ruhestellung oder in Arbeitsstellung schließen, da er sonst überflüssig wäre.

Der gleichbleibende Fehler ist von äußeren Eingriffen vollkommen unabhängig. Der veränderliche Fehler dagegen wird durch äußere Eingriffe mehr oder weniger beeinflusst. Findet z. B. in der Abfrageschnur einer Schrankzentrale ein Drahtbruch statt, bei dem sich durch Bewegungen der Schnur die Bruchstelle vorübergehend wieder zu einem ganzen Stück herstellen läßt, dann spricht man von einem veränderlichen Fehler. Ähnliches läßt sich über verschmutzte, verbrannte und oxydierte Kontakte sagen. Im besonderen treten schlechte Lötstellen, Klemmstellen und Würgeverbindungen als veränderliche Fehler auf. Gerade bei schlechten Lötstellen, wenn sich der Draht in der Lötstelle noch bewegen läßt, kommen durch Erschütterungen oft kurz dauernde Störungen zustande. Solche auftretenden und wieder verschwindenden Störungen sind naturgemäß schwer zu ermitteln. Beim Auftreten veränderlicher Fehler verfährt man zu ihrer Feststellung am besten in der Weise, daß man zunächst die beweglichen Teile der Schaltung und darauf erst den starren Teil untersucht. Die Untersuchung besteht in einer Lageveränderung der beweglichen Teile wie z. B. im Bewegen einer Schnur oder dem Öffnen und Schließen von Federkontakten sowie im Beklopfen der die Schaltungselemente tragenden Schienen, Gerüste oder Apparaturwandungen. Dabei muß natürlich die Auswirkung auf die in Frage kommenden Stromwege (geschlossenen Stromkreise) beobachtet werden. Beispiel: Am Handapparat eines gewöhnlichen Tischfernsehers war zeitweise kein Empfang möglich. Man konnte je nach Haltung des Handapparats den Gesprächspartner hören oder nicht hören. Zunächst wurde bei abgenommenem Handapparat die vom Tischgehäuse nach dem Handapparat führende Schnur bewegt und auf Knackgeräusche ge-

achtet. Hierbei ließ sich jedoch nichts feststellen. Daraufhin erfolgte ein Beklopfen des Handapparats selbst, wobei Knackgeräusche, das gewöhnliche Anzeichen veränderlicher Fehler, entstanden. Die nähere Untersuchung ergab, daß eine Spulenzuführung des Fernhörers abgebrochen war, aber durch entsprechendes Schiefhalten der Apparatur immer wieder mit dem zugehörigen Lötstift in Berührung kam.

V. „Vorbeugen besser als Heilen“

Als Vorbeugung gegen Störungen an Relais und handbedienten Schaltern ist die Einstellung auf größte Arbeitssicherheit anzusehen. Bei Kellogg- und Kniehebelschaltern darf der Schalterhebel nicht zu schwer

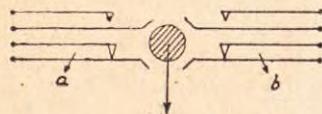


Abb. 6

gehen, sondern muß sich leicht hin- und herbewegen lassen, ohne dabei zu ecken oder zu klemmen. Außerdem darf er in Ruhestellung nicht fest an den Kontaktfedern aufliegen, sondern muß einen kleinen Abstand bewahren, um die Kontaktsicherheit dieser Federn zu erhalten. Liegt in Abb. 6 beispielsweise die Druckrolle in Richtung des Pfeiles fest an den Arbeitsfedern der beiden Federsätze a und b an, dann werden die Federn abgedrückt, damit wird die Kontaktsicherheit ihrer Schließstellen herabgesetzt. Unter Umständen können die Arbeitsfedern von a und b so weit abgedrückt werden, daß sie mit den Gegenfedern überhaupt keinen Kontakt mehr herstellen. Die Druckrolle des Hebels darf daher nicht an den genannten Federn aufliegen, sondern muß so eingestellt sein, daß zwischen ihr und

den Arbeitsfedern der Sätze a und b ein kleiner Spielraum verbleibt. Für die Arbeitsfedern der gegenüberliegenden Arbeitskontakte ist es nicht so schlimm, wenn die Druckrolle an ihnen aufliegt, weil bei Kelloggschaltern das Federmaterial im allgemeinen ziemlich stark und damit die Vorspannung der Federn ziemlich groß ist. In Federsätzen mit kleinem Kontakthub fällt das Anliegen der Druckrolle natürlich wieder ins Gewicht, weil in diesem Falle der Abstand zwischen Arbeits- und Gegenfeder in Ruhestellung des Satzes zu klein wird.

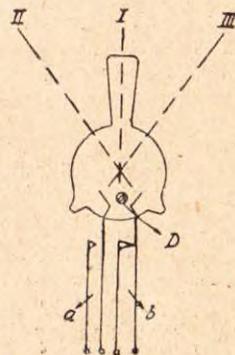


Abb. 7

Weiter darf bei Kelloggschaltern mit mehr als zwei Schalterstellungen die Gegenfeder von Ruhekontakten, welche unmittelbar von der Druckrolle des Hebels gesteuert werden, nicht sofort abheben, sondern muß möglichst lange mitgehen, um beim Zurückschnellen des Hebels eine Unterbrechung dieser Kontakte zu vermeiden. Läßt man z. B. den in Abb. 7 dargestellten Kelloggschalter aus Stellung III in die Ruhestellung I

zurückspringen, dann pendelt der Schalterhebel infolge seiner ausschließlich durch die Kontaktfedern erfolgten Steuerung noch etwas nach Stellung II hinüber, wobei er den Kontaktsatz b, auch wenn zwischen Druckrolle und Arbeitsfeder etwas Spielraum besteht, betätigt. Geht die kleine Feder des Kontaktsatzes b nur wenig mit, so wird der Ruhekontakt kurzzeitig unterbrochen, was zu Knackgeräuschen und unter Umständen auch zu Verbindungsunterbrechungen in Anlagen mit Wählerbetrieb führen kann. Beim Arbeitskontakt, also beim Zurückspringen des Hebels von Stellung II nach Stellung I, ist die Sache wegen der großen Federspannung nicht von so hoher Bedeutung. Nur wenn der Kontakthub sehr klein ist, muß auch der Arbeitskontakt gegen ungewolltes Schließen gesichert werden.

Bei Druckknopfschaltern, deren Knöpfe aus Holz bestehen, kommt es öfters vor, daß die Knöpfe infolge Quellung der hölzernen Fassungen steckenbleiben. Solchen Störungen beugt man am besten durch Anfertigung der Schalterknöpfe aus künstlicher, durch Feuchtigkeit und Wärme nicht verziehbare Isoliermasse (Kunstharz) vor.

Von vielen Schaltern wird unter anderem verlangt, daß ihre Kontakte in bestimmter Reihenfolge schließen sollen bzw. daß einzelne Kontakte früher schließen sollen als die andern. Der Kontaktsatz Abb. 8 a besteht aus lauter Elementarkontakten, zwei Arbeitskontakten und einem Ruhekontakt mit insgesamt sechs Kontaktfedern. Von dem Kontaktsatz wird gefordert, daß die Kontakte 1 und 3 eher schließen, als der Kontakt 2 öffnet. Abb. 8 b zeigt denselben Satz in einer Bauart, bei welcher sich der Kontakt 2 erst öffnen kann, wenn die Kontakte 1 und 3 geschlossen haben. Diese Bauart ist betriebssicherer, hat aber den Nachteil eines sehr großen Schalterhubs, da sich die Leergänge zwischen den einzelnen Schließstellen, also die Hublängen der drei Kontakte addieren. Einen geringeren Schalterhub bei fast gleicher Betriebssicherheit hat die Bauart nach Abb. 8 c. Hier sind die Kontakte 2 und 3 als Folgekon-

takte ausgebildet, so daß nur Kontakt 1 nach dem Schließungsmoment von 3 eingestellt zu werden braucht. Verhältnismäßig am betriebssichersten ist die Bauart nach Abb. 8 d. Bei dieser Bauart, welche gewissermaßen als ineinanderschachtelung zweier Folgekontakte angesehen werden kann, wird die Forderung, daß die

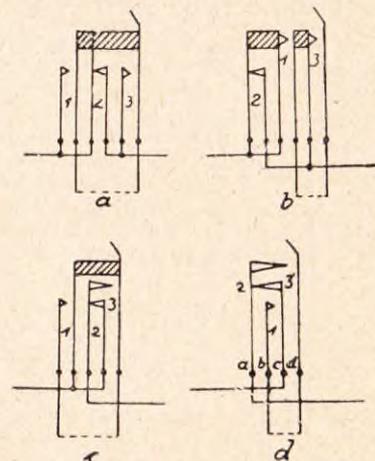


Abb. 8

Kontakte 1 und 3 eher schließen sollen, als 2 öffnet, vollkommen zwangsläufig erfüllt, wenn die Vorspannung der Feder c so groß ist, daß die Feder in Ruhestellung des Satzes fest an der Feder a und in Arbeitsstellung fest an der Feder b anliegt. Es bedarf also keiner langwierigen Einstellung. Die Ersparnis von zwei Kontaktfedern im Gegensatz zur Ausführung nach Abb. 8 a fällt nur wirtschaftlich ins Gewicht.

Abb. 9 zeigt die in der Fernsprechtechnik gebräuchlichsten Kontaktschutzschaltungen. Bei Kippankerrelais

und solchen Relais, deren Anker unmittelbar als Stromleiter benutzt werden, schaltet man dem Anker einen beweglichen Leiter parallel, der das Verbrennen der Lagerpunkte verhüten soll.

Kontaktverbrennungen in Mikrofonkapseln unterbindet man im allgemeinen durch Parallelschaltung eines Drosselwiderstandes zur Mikrofonkapsel. Nun treten

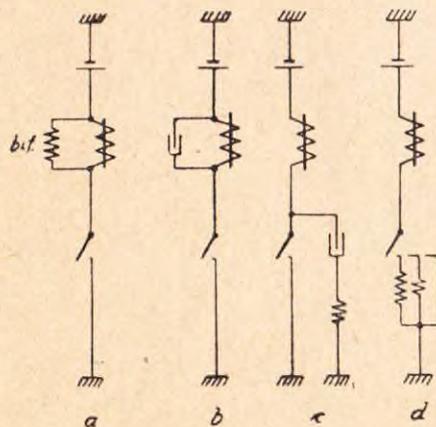


Abb. 9

aber Verbrennungen nicht nur durch den Mikrofonspeisestrom, sondern auch durch den Rufstrom auf, welche sich bei der hohen Spannung des Rufstroms (bis zu 90 Volt effektiv) mit Hilfe eines Drosselwiderstandes allein nicht unterdrücken lassen. Um Kontaktverbrennungen in Mikrofonkapseln durch Rufstrom zu vermeiden, darf nach Meldung des Fernsprechteilnehmers nicht mehr gerufen werden. In Wähleranlagen schützt man sich gegen Verbrennung auf die Weise,

daß man den Rufstrom nach Meldung des Teilnehmers automatisch abschaltet.

Besondere Beachtung ist der Raumfeuchtigkeit zu schenken. Diese soll 50 % im Mittel betragen. Beträgt in Fernsprechräumen die Luftfeuchtigkeit mehr als 50 %, dann wird die Rostgefahr für die Gestelle und Eisenkerne der Elektromagnete usw. gesteigert, und wenn sie einen kleineren Wert hat, die Gefahr des Schrumpfens der Isolierteile und die der statischen Aufladung von Personen und Apparaten des Raums erhöht. Versuche haben ergeben, daß bei einem Feuchtigkeitsgehalt von nur 10—20 % die Ladespannung von Personen des Raums bis zu 4000 Volt ansteigen kann und daß diese Personen, die auf Gummisohlen liefen, beim Berühren geerdeter Metallteile unter Umständen heftige Schläge erhalten. Auch können diese Personen Knackgeräusche in den Sprechleitungen hervorrufen. Bei 50 % Feuchtigkeitsgehalt ist das nicht mehr möglich.

Gegen Kontaktunterbrechungen in energieschwachen Wechselstromkreisen wie z. B. reinen Sprechstrom- und Summerkreisen schützt man sich in der Regel durch Unterlagerung der Wechselströme mit Gleichstrom. Die Schließstelle wirkt für den Wechselstrom wie ein Übergangswiderstand von sehr hohem Widerstandswerte. In Kreisen mit Gleichstromspeisung ist diese Beobachtung noch nicht gemacht worden. Im Durchschnitt beträgt die Stärke des Unterlagerungsstromes etwa 1,0 mA. Bekannt ist, daß die schlechte Kontaktgebung der Metallflächen einer Schließstelle oder, anders ausgedrückt, die schlechte Frittwirkung auch bei Schleifkontakten wie z. B. Wählerkontakten auftritt, wenn der Kontakt ausschließlich Wechselströme geringer Stärke ein- und ausschaltet, und zwar ist die Frittwirkung um so schlechter, je spiegelnder und um so besser, je rauher die Kontaktflächen sind. Man wird daher überall da, wo Frittstörungen an Wählerkontakten auftreten, die Kontakte der Wähler am besten aufrauhnen. Das Anfeuchten von Kontakten und die Verwendung von Graphitbürsten stellen zwar auch Mittel dar, welche die Kontaktgabe

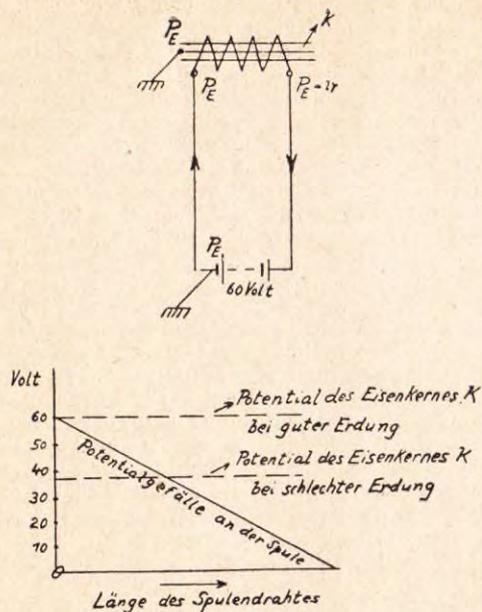


Abb. 10

verbessern, doch lassen sich diese Mittel nicht überall anwenden. Ein Auswechseln der Kontaktstücke hat nur dann Sinn, wenn sie mechanisch beschädigt sind. Bei Relais- und Widerstandsspulen mit zwei oder mehr Wicklungen kann es, besonders wenn die stromdurchflossenen Wicklungen starke Potentialunterschiede aufweisen, trotz Erdung des positiven Batteriepolos vorkommen, daß eine stellenweise Zersetzung der Wicklungen stattfindet. Solche Spulen lassen sich nur durch sorgfältige

Abwehr der Feuchtigkeit und große Kriechwege, d. h. durch besonders gewählte Abmessungen der Spulenkörper und durch gute Erdung der Spulenkerns schützen.

Wie die elektrolytische Zersetzung an Spulen mit einer Wicklung bei geerdetem Eisenkern (Gestellerte) durch Erdung des positiven Batteriepolos aufgehoben wird, zeigt Abb. 10. Läßt man die Verluste auf den Zuleitungen von der Batterie bis zur Spule unberücksichtigt, dann herrscht am Eingangspunkt des Stromes in die Spule das Erdpotential P_E , d. h. $+ 60$ Volt gegen den Minuspol. Am Spulenausgang herrscht das Potential $P_E - i \cdot r$ oder, da im Stromkreis nur die eine Spule liegt, das Potential $P_E - 60$ Volt. Gegen diesen Punkt hat der Eisenkern überall das Potential P_E , d. h. $+ 60$ Volt. Infolgedessen und weil der elektrische Strom immer nur vom hohen zum niedrigen Potential fließt, bleibt der Stromfluß des Ableitungsstromes (Isolationsstromes) längs des Eisenkerns ausschließlich auf die Richtung vom Eisenkern nach der Wicklung beschränkt. Die dabei am Kern stattfindende schwache elektrolytische Zersetzung schadet nicht viel. Würde man den negativen Batteriepol erden, dann bekäme der Eingangspunkt der Spule das Potential $P_E + i \cdot r$ oder $P_E + 60 = \text{Null Volt}$. Spulenausgang und Eisenkern hingegen bekämen das Potential $P_E = - 60$ Volt. Da nun das Potential Null höher ist als das Potential $- 60$, würde der Ableitungsstrom jetzt vom Kupfer nach dem Eisen fließen und dabei das Kupfer, also die Wicklung, zersetzen.

Bei Widerstandsspulen, deren Wicklung unmittelbar in einer Freileitung liegt wie z. B. bei der Widerstandswicklung der R-Relais der 100er W-Ämter der DRP, darf die Spule nicht bifilar gewickelt sein. Ist nämlich die Spule bifilar gewickelt, so liegen die in ihren Potentialen am stärksten abweichenden Drähte nebeneinander; die dadurch ermöglichte volle Einwirkung der besonders bei atmosphärischen Störungen hohen Span-

nungen führt leicht zum Durchschlagen der Isolation in den Eingangswindungen. Der Durchschlag unterbleibt, wenn man der Spule eine Chaperonwicklung gibt, bei der der Drehungssinn der Windungen lagenweise wechselt.

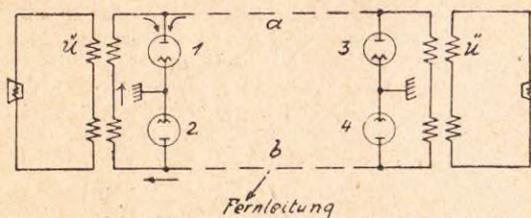


Abb. 11

Abb. 11 veranschaulicht das Entstehen von Knallgeräuschen.

Spricht beispielsweise nur Sicherung 1 an, so fließt ein von a und b kommender Ausgleichstrom in Rich-

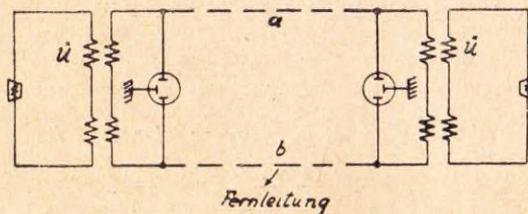


Abb. 12

tung der Pfeile über die ansprechende Sicherung nach Erde ab. Der vom b-Zweig kommende Strom durchfließt die primäre Seite der Übertragerwicklung, induziert in

der sekundären Seite einen Strom, der über den Fernhörer geht, und erzeugt so ein Knallgeräusch. Spricht neben der Sicherung 1 gleichzeitig auch noch Sicherung 2 an, dann fließt der von b kommende Ausgleichstrom nicht mehr durch die Übertragerwicklung, sondern unmittelbar über die Sicherung 2 nach Erde. Das Knallgeräusch unterbleibt. Gewöhnlich ist es jedoch so, daß Sicherung 1 und 2 nicht gleichzeitig ansprechen, so daß in den meisten Fällen Knallgeräusche entstehen. Läßt man die Sicherungen fort, dann können keine Spannungsausgleiche und damit auch keine Knallgeräusche auftreten. Abb. 12 zeigt im Grundsatz die Schaltung von Dreielektrodensicherungen. Bei Durchschlag der a-Elektrode nach Erde wird die b-Elektrode zwangs-

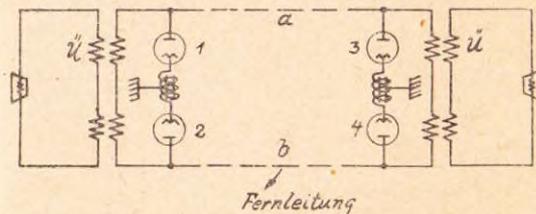


Abb. 13

läufig mitbetätigt. Abb. 13 zeigt eine Schaltung mit induktivem Zusatz. Spricht in dieser Schaltung Sicherung 1 an, dann wird durch den Ausgleichstrom in der Drossel eine Spannung induziert, welche sich zur Hälfte zu der am b-Zweig herrschenden Spannung addiert und diese dort so erhöht, daß auch Sicherung 2 anspricht. Der Vorgang spielt sich so schnell ab, daß Knallgeräusche in der Zwischenzeit nicht auftreten können.

Außer den vorgenannten Maßnahmen an den Leitungssicherungen kann man noch Frittersicherungen oder Edelgassicherungen parallel zum Fernhörer der

gefährdeten Apparate legen. Als Frittersicherungen kommen Kugelfritter mit Uhrwerk oder umlaufende Scheibenfritter mit Kontaktfedern unter Öl in Frage. Abb. 14 I zeigt die sog. V-Schaltung. Fritter liegt unmittelbar zwischen den Zuleitungen des Fernhörer.

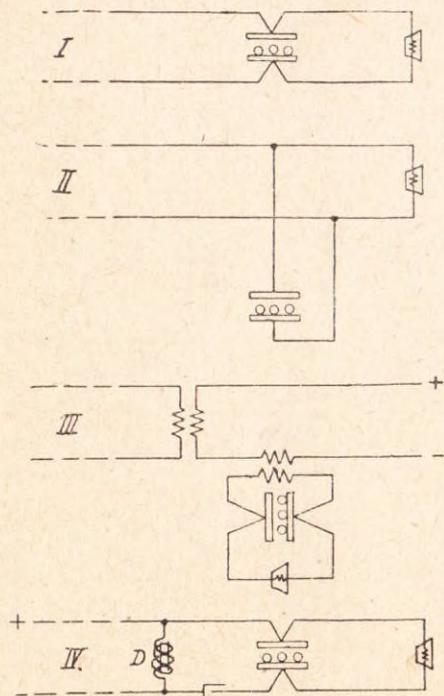


Abb. 14

II zeigt die sog. T-Schaltung. Fritter liegt über eigene Zuleitung parallel zum Fernhörer. III hält Gleichstrom vom Fritter fern. IV hält ebenfalls Gleichstrom vom Fritter fern durch einen Kondensator; der Gleichstromfluß wird über eine Drosselspule aufrechterhalten.

Abb. 15 a zeigt die Grundschaltung einer galvanischen Kopplung von Mikrophonspeisekreisen. Wird das

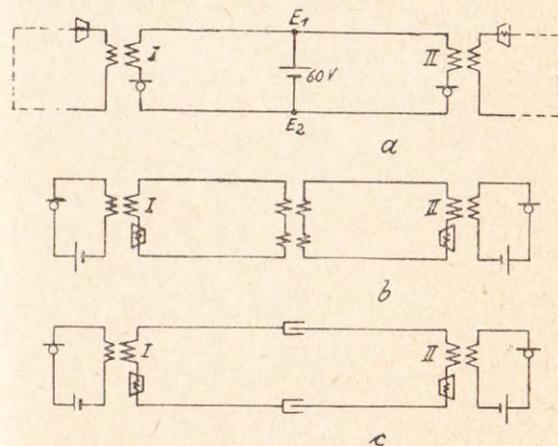


Abb. 15

im Speisekreis I liegende Mikrophon besprochen, dann werden die Stromschwankungen übertragen auf die Punkte E1 und E2, welche als Speisepunkte sowohl für den Stromkreis I als auch für den Stromkreis II dienen. Eine Beeinflussung des Kreises II findet jedoch nur in dem Falle statt, wo die Batterie einschließlich ihrer Zuführungen zu den Speisepunkten E1 und E2 irgendwelchen Widerstand besitzt. Sind die Zuführun-

gen einschl. der Batterie widerstandslos, dann findet keine Beeinflussung statt, weil keine Spannungsschwankungen in den Punkten E1 und E2 auftreten.

Gewöhnlich sind die Zuleitungen und ebenso die Speisebatterie nicht widerstandslos, so daß bei Stromentnahme eine entsprechende Änderung der Spannung in den Speisepunkten E1 und E2 stattfindet. Diese Änderung überträgt sich auf alle parallel zur Batterie liegenden Stromkreise und wirkt so als Mitsprechen. Um das Mitsprechen auf ein praktisch bedeutungsloses Maß herabzusetzen, schaltet man entweder in einen oder in beide Zweige der parallel liegenden Stromkreise Drosselspulen ein. Die Drosselspulen lassen den Mikro-

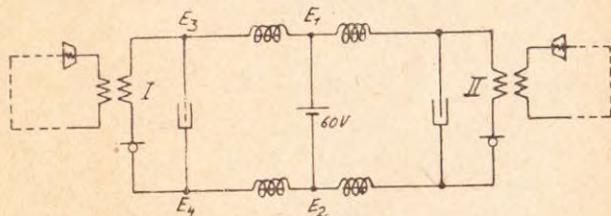


Abb. 16

phonstrom fast ungehindert hindurch, wirken aber auf die überlagerten Sprechströme stark dämpfend. Eine Spannungsschwankung in den Speisepunkten tritt danach praktisch kaum mehr auf. Naturgemäß wird durch das Einschalten der Drosselspulen auch die Stromstärkeänderung im Mikrophon und in der Induktionsspule heruntersetzt, was jedoch nicht erwünscht ist. Zur Erzielung einer möglichst großen Stromamplitude im Mikrophon und in der Induktionsspule schaltet man daher beiden noch einen Kondensator bestimmter Größe parallel. Abb. 16, die etwa den beiden parallel geschalteten Arbeitsplätzen eines Vermittlungsschranks ent-

spricht, läßt das Gesagte näher erkennen. Der Kondensator wirkt als zusätzliche Energiequelle, indem er vermöge seiner Ladung die Spannung zwischen den Punkten E3 und E4 konstant hält, also so wirkt, als ob eine zweite 60 Volt-Batterie unmittelbar zwischen den Punkten E3 und E4 läge. Da im weiteren sein Scheinwiderstand gegen Sprechströme sehr gering ist, fließen die vom Mikrophon kommenden Sprechströme fast alle über den Kondensator, und die oben erwähnte Schwächung der Sprechstromamplitude unterbleibt.

Sollen sich zwei über eine Batterie gekoppelte Teilnehmer, also beispielsweise Teilnehmer I mit Teilnehmer II in Abb. 15 a verständigen, dann braucht nur

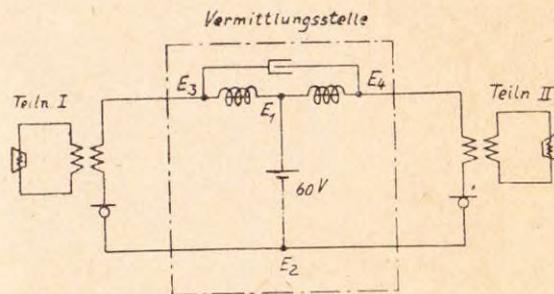


Abb. 17

ein Widerstand in die Zuführung zu den Speisepunkten E1 und E2 gelegt zu werden. Der Widerstand verursacht bei Stromentnahme, also beim Sprechen der Teilnehmer, eine Spannungsschwankung in den Punkten E1 und E2, welche sich den beiden Stromkreisen mitteilt und so eine Verständigung möglich macht. Bei mehr als zwei Stromkreisen wäre in diesen das Gesprochene dann ebenfalls zu hören. Sollten sich Teil-

nehmer gegenseitig hören, dann verfährt man am besten nach Abb. 17, indem man in jeden Kreis eine Drosselspule einschaltet und diese durch einen Kondensator überbrückt. Der Kondensator liegt dann an zwei Span-

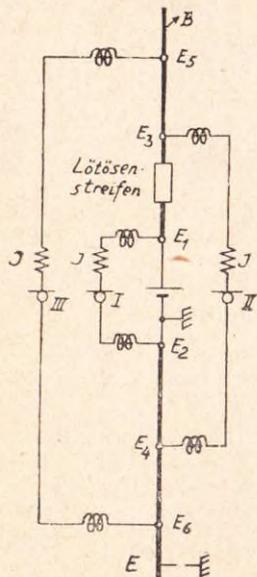


Abb. 18

nungspunkten E3 und E4, welche den überlagerten Wechselströmen entsprechend hin und her schwanken und dadurch einen Stromfluß über den Kondensator bzw. eine Verständigung möglich machen. Ein in den

Punkten E1 und E2 angeschalteter dritter Teilnehmer hört von dem Gespräch nichts.

Für die Speisung von Fernsprechanlagen mit zweigleisigen Speisepunkten wie z. B. Reihenanlagen ergibt sich ein Bild wie in der Abb. 18. Hier liegt entgegen der Abb. 15 a kein gemeinsamer Spannungsabgriff für die Mikrofonkreise mehr vor, sondern die Speisepunkte sind längs der Speiseleitung beliebig verteilt. Ihr gegenseitiger Abstand, gemessen an der Leitungslänge, kann unter Umständen 30 m und noch mehr be-

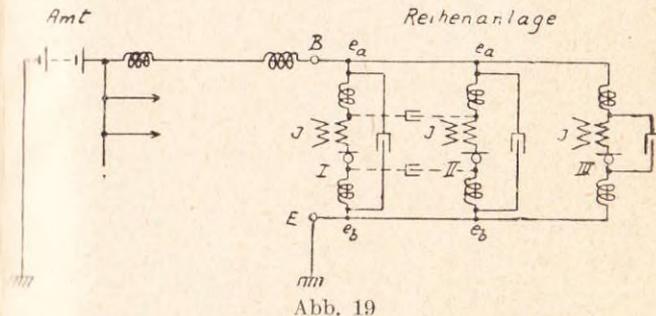


Abb. 19

tragen. Um bei einer solchen Anordnung ein Mitsprechen zu verhüten, dürfen die Speiseleitungen B und E im Querschnitt nicht zu klein bemessen sein. Außerdem dürfen die verschiedenen Klemm- und Lötstellen der Speiseleitungen, besonders die zwischen den Stamm- und Abzweigkabeln in der Nähe der Speisebatterie, keine allzu großen Übergangswiderstände besitzen. Den Leitungsquerschnitt der Speiseleitungen kann man gegebenenfalls durch eine Ringschaltung oder, wenn die Batterie geerdet ist, durch nochmaliges Erden der positiven Speiseleitung an ihrem Ende künstlich vergrößern (siehe gestrichelte Erdung in Abb. 18). Abb. 19 zeigt eine Schaltung, bei welcher die gekoppelten Mi-

krophonkreise vom Amt aus gespeist werden. Jedes Mikrophon ist durch Drosselspulen und außerdem noch durch Parallelschaltung eines Kondensators besonders geschützt, was infolge der langen Speiseleitung und der Einschaltung von Drosselspulen im B- und E-Zweig unbedingt erforderlich ist. Der in Abb. 19 unter III dargestellte Schutz entspricht der schon bei Abb. 16 erklärten Schaltung. Die unter I und II dargestellten Schaltungen haben dieselbe Wirkung, weil der zwischen den Punkten e_a und e_b eingeschaltete Kondensator vermöge seiner Ladung die Spannung zwischen den genannten Punkten nahezu konstant hält. Die Teilnehmer an den Apparaten I und II verständigen sich über die gestrichelten Leitungen.

Die Maßnahmen gegen das Nebensprechen in elektrisch gekoppelten Kreisen von Fernsprechapparaten, deren Grundschaltung Abb. 15 b und 15 c angibt, erstrecken sich hauptsächlich auf die räumliche und elektrische Gleichgewichtslage oder Symmetrie der untereinander verbundenen oder sich im Bereich gegenseitiger Beeinflussung befindenden Fernsprechleitungen und Apparatschaltungen. Bei vollkommener räumlicher und elektrischer Symmetrie hebt sich jeder Einfluß von Abzweig- und vagabundierenden Strömen sowie die Wirkung magnetischer und elektrischer Felder in den Zweigen einer Sprechverbindung gegenseitig auf. Mit- oder Übersprechen kann in diesem Falle nicht stattfinden. Vollkommene Symmetrie läßt sich jedoch in der Praxis nur selten erreichen, so daß man meist zu besonderen Schutzmaßnahmen gezwungen ist.

Apparatteile, bei denen die Möglichkeit einer statischen Aufladung oder sonstwie die Gefahr einer elektrischen Kopplung besteht, werden geerdet. Ferner ist zu beachten, daß offene Spulen wie Kondensatoren wirken, und daß daher Spulen mit geerdetem Eisenkörper nie einseitig abgelegt werden dürfen. Drahtbrüche an solchen Spulen können daher auch zu Nebensprecherscheinungen führen.