

# Entstörer-Hilfe

von

**Carl J. H. Westphal**

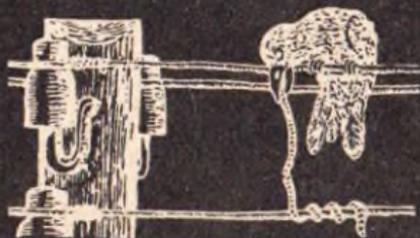
Teil 2

## Vom Suchen

der

Fernsprech-Innenstörung

Bearbeitet: Bruno Piesker



Franz Westphal Verlag, Wolfshagen-Scharbeutz (Lübecker Bucht)

Sonderdruck aus »Schwachstrom« 12/1942 ff.

# Vom Suchen

## der

### Fernsprech-Innenstörung

#### I. Grundsätzliche Verfahren

Unter Störungssuche versteht man die planmäßige Ermittlung eines Fehlers in der Schaltung eines Fernsprechapparates und, soweit es die Art des Fehlers zuläßt, auch noch die Feststellung der Fehlerursache. Die Verfahren der Fehlerermittlung kann man unter Benutzung elektrischer Prüfgeräte vereinfachen, indem man die vermutlich gestörten Teile der Schaltung mit den eigens dazu angefertigten Prüfgeräten verbindet und feststellt, ob in diesen Teilen ein Fehler vorliegt oder nicht. Die Prüfgeräte weisen aber nur, unter Erfassung der Störungserscheinung als Unterbrechung oder Nebenschluß, auf das Vorhandensein eines Fehlers hin. Die Fehlerlage selbst wird von ihnen nicht unmittelbar angegeben, sondern muß durch besondere Eingrenzungsverfahren erst noch gesucht werden. Wenn man weiter bedenkt, daß die Prüfgeräte je nach Art des zu prüfenden Fernsprechapparates ihre Form und Schaltung ändern, wird man es wohl nicht als Nachteil bezeichnen können, wenn in diesem Abschnitt keine Beschreibung von Prüfgeräten und der mit ihnen verbundenen Verfahren erfolgt. Was in diesem Abschnitt besprochen werden soll, sind die verfeinerten Verfahren der Störungssuche, bei welcher die Schaltelemente zum größten Teil selbst zur Bestimmung der Fehlerstelle herangezogen werden.

Betrachten wir zunächst einmal einige grundsätzliche Verfahren zur Ermittlung von Fehlern in einfachen Stromkreisen, bei denen als Prüfmittel nur ein Kopfhörer oder Taschenvoltmeter zur Anwendung kommt. Abb. 1 zeigt z. B. die Ermittlung einer voll-

kommenen Unterbrechung. An den Anfang des Stromkreises der Abb. 1 I wird unter Zwischenschaltung der Speisebatterie des Kreises oder, wenn eine solche nicht vorhanden ist, unter Zwischenschaltung eines Trockenelements der Pol P 1 des Taschenvoltmeters (Gleichstromvoltmeter mit 3–30 und 60 Volt Meßbereich) fest angelegt. Der andere Pol P 2 wird nacheinander kurz an die Punkte a, b, c und d des Stromkreises herangeführt. Gelangt der Pol P 2 an den Punkt a, dann schlägt das Taschenvoltmeter auf einen bestimmten Betrag aus.

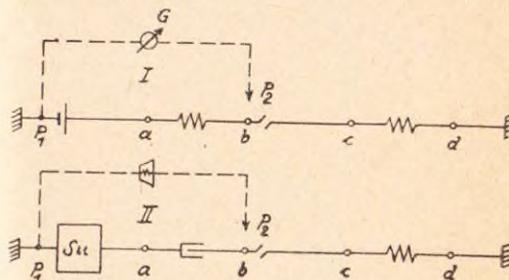


Abb. 1

Das gleiche geschieht bei Berührung des Punktes b. Bei Berührung von P 2 mit c findet kein Ausschlag statt, weil nach Zeichnung zwischen den Punkten b und c eine Unterbrechungsstelle liegt. Die Unbeweglichkeit des Taschenvoltmeterzeigers beim Voranschreiten von b nach c besagt dann, daß zwischen den beiden Punkten eine Unterbrechung besteht. Aus der Erfahrung geht nun hervor, daß Unterbrechungen längs eines starren Drahtstückes sehr selten vorkommen. Lediglich die Enden des Drahtstückes werden öfters von Unterbrechungen heimgesucht. Man braucht also nur die Punkte b und c genau nachzusehen, um die Unterbrechung zu finden. Benutzt man zur Ermittlung der Unterbrechung die

Zentralbatterie des Amts, dann muß man unter Umständen von zwei Seiten aus prüfen. Abb. 2 veranschaulicht das Gesagte näher. Liegt dort beispielsweise die Unterbrechung in der Wicklung des R-Relais, also ganz am Anfang des zugänglichen Stromweges, dann bleibt beim Abtasten der Lötunkte an den einzelnen Schaltelementen in der Richtung von Punkt B nach Erde der Ausschlag des Taschenvoltmeters ziemlich unverändert. Der Ausschlag ist insgesamt zwar größer als bei störungsfreiem Stromweg, läßt aber natürlich ohne Kenntnis des normalen Betriebszustandes keine Be-

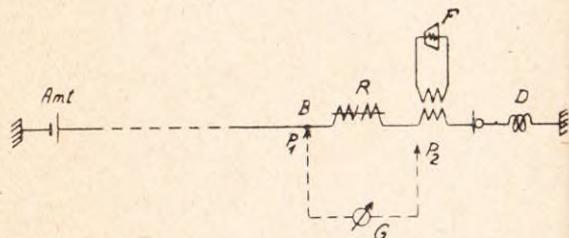


Abb. 2

stimmung der Fehlerlage zu. Tastet man dagegen die Lötunkte in umgekehrter Richtung, also von der Erde nach dem Klemmpunkt B ab, wobei der vorher an B befestigte Pol des Taschenvoltmeters an Erde anzulegen ist, dann findet bis zum R-Relais kein, darüber hinaus aber ein merklicher Zeigerausschlag statt. Dieser Aus Schlag gibt sofort die Unterbrechung als im R-Relais liegend an. Trennt man die Speiseleitung im Punkte B auf und schaltet dort das Taschenvoltmeter dazwischen, dann läßt sich natürlich die Unterbrechung auch durch Abtasten in Richtung von B nach Erde zu einwandfrei feststellen. Das Auftrennen einer Schaltung ist jedoch immer mit Mehrarbeit und der Gefahr des Verschwin-

dens des Fehlers verknüpft, so daß das Auftrennen besser unterbleibt.

In Stromwegen, die Kondensatoren enthalten, benutzt man zur Störungssuche am vorteilhaftesten einen Summter. Abb. 1 II zeigt, wie dieser grundsätzlich zu schalten ist. Die Ermittlung der Unterbrechung geschieht dann in derselben Weise wie nach Abb. 1 I. Der an Stelle des Taschenvoltmeters angeschaltete Prüfhörer wird nacheinander an die Punkte a bis d herangeführt. Nehmen wir den gleichen Fehlerort wie in Abb. 1 I an, so wird nach Überschreitung des Punktes b im Prüfhörer kein Summerton mehr hörbar sein. Dies besagt, daß zwischen b und c eine Unterbrechung besteht. Unter Berücksichtigung des früher Gesagten braucht dann nur an den Punkten b und c nachgesehen zu werden, um die Unterbrechung zu finden.

Abb. 3 zeigt die Ermittlung einer Unterbrechung in untereinander parallel geschalteten Stromkreisen wie z. B. in Reihenanlagen. Zuerst wird der allen Kreisen gemeinsame Schaltungsteil, das sind die mit a und b bezeichneten Leitungen, abgesucht. Das Absuchen geschieht in der Weise, daß man nacheinander die Punkte 1 und 2, 3 und 4 sowie 5 und 6 mit einem Kupferdraht oder einer Prüfsehnur kurzzeitig untereinander verbindet. Bei Verbindung von 3 mit 4 und 5 mit 6 wird

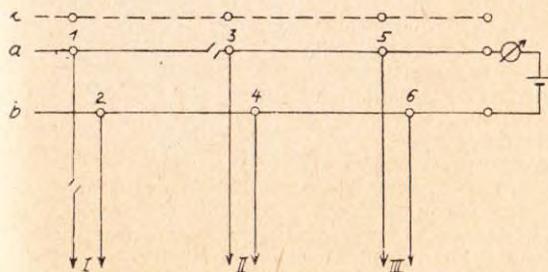


Abb. 3

das am Ende der gemeinschaftlichen Leitungen angeschaltete Taschenvoltmeter ausschlagen und dadurch die Störungsfreiheit der bis zu diesen Punkten hinreichenden Schaltungsstücke anzeigen. Bei Verbindung der Punkte 1 mit 2 dagegen bleibt das Taschenvoltmeter, weil wir hinter Punkt 3 eine Unterbrechung angenommen haben, in Ruhe. Das Fehlen des Taschenvoltmeterausschlages besagt dann, daß entweder zwischen den Punkten 1 und 3 oder den Punkten 2 und 4 eine Unterbrechung besteht. Um zu beweisen, welches Punktpaar nun eigentlich in Frage kommt, müßte man noch die Punkte 2 mit 3 und 1 mit 4 verbinden. Das läßt sich aber nur bei geringer räumlicher Trennung der Punkte, also da, wo sich z. B. die als Nebenstellen gedachten Abzweigungen in einem Zimmer befinden, so machen. In Anlagen mit räumlich weit getrennten Nebenstellen verfährt man zur Ermittlung des wirklich gestörten Punktpaares so, daß man im Kabel eine weitere Ader c freischaltet und diese an Stelle der a-Leitung mit dem Taschenvoltmeter verbindet. Beim Verbinden des Punktes 2 mit c wird dann das Taschenvoltmeter ausschlagen und damit die Störungsfreiheit der Punkte 2 und 4 anzeigen. Die restlichen Punkte 1 und 3 werden in der üblichen Weise durch Bewegen der einmündenden Drähte auf die Unterbrechung hin nachgesehen. Ist außer der Unterbrechung an 3 noch eine weitere Unterbrechung im a-Zweig der Nebenstelle I vorhanden, dann wird diese durch Überbrücken an den Endpunkten von I festgestellt. Die Unterbrechung an 3 muß bis dahin natürlich schon beseitigt sein.

In Reihenanlagen mit durch die Apparate durchgeführter a- und b-Leitung ermittelt man eine Unterbrechung auf die Weise, daß man sich einmal in dem dem gestörten Apparat vorliegenden und das andere Mal in dem dem gestörten Apparat nachliegenden Reihenapparat in die a/b-Leitung einschaltet. Ist am vorliegenden Apparat Verständigung vorhanden, am nachliegenden Apparat dagegen nicht, so besteht eine Unterbrechung in dem Schaltungsstück vom Ausgang

des vorliegenden bis zum Eingang des gestörten Apparats. Läßt sich am nachliegenden Apparat ebenfalls gut hören und sprechen, so besteht überhaupt keine Unterbrechung im gemeinsamen, also in dem die a- und b-Zweige darstellenden Schaltungsstück. Die Unterbrechung liegt dann ausschließlich im Mikrophon- oder Fernhörer-Kreis des gestörten Reihenapparats.

Nebenschlüsse lassen sich am leichtesten durch Auftrennen der Schaltung feststellen. Das ist jedoch nicht das vorteilhafteste Verfahren. Ein vorteilhafteres Verfahren werden wir später kennenlernen. Abb. 4 I zeigt,

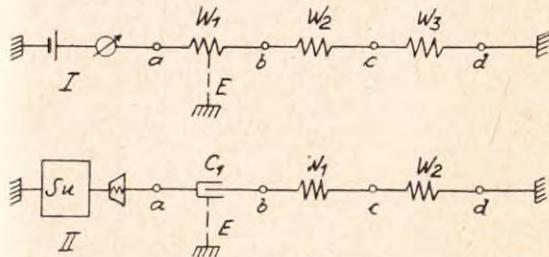


Abb. 4

wie sich das Auftrennverfahren im Anwendungsfalle abspielt. Der gestörte Kreis wird unter Zwischenschaltung einer Batterie zunächst über ein Taschenamperemeter geschlossen und darauf nacheinander in den Punkten d bis a getrennt. Beim Auftrennen in d bleibt unter Annahme eines niederohmigen Erdschlusses (E) in  $W_1$  der Taschenamperemeterausschlag ziemlich unverändert, was besagt, daß der Erdschluß in dem nach a zugewandten Schaltungsstück liegt. Dasselbe gilt auch für die Trennung in c und b. Beim Auftrennen in a dagegen geht der Taschenamperemeterausschlag auf Null zurück. Dies besagt, daß sich der Erdschluß zwischen den Punkten a und b befindet; a und b stellen aber

nichts anderes als die Begrenzungspunkte des Widerstandes  $W_1$  dar. Also muß der Erdschluß in der Wicklung des Widerstandes  $W_1$  liegen. Das stimmt auch mit der Erfahrung überein, wenn nämlich der Widerstand auf einer Erde führenden Metallschiene usw. montiert ist. Im allgemeinen werden zwar nur die beweglichen Teile einer Schaltung wie z. B. Schnüre, bewegliche Abzweigungen, Relais-, Schalter- und Wählerkontakte von Nebenschlüssen befallen, es können aber auch starre Teile von Nebenschlüssen heimgesucht werden. Das sind in der Regel Stellen, wo entweder eine Verdichtung (Konzentration) der elektrischen Energie stattfindet wie z. B. in Relais- und Widerstandsspulen, Kondensatoren, Übertragern, Drosselspulen usw., oder wo eine hohe Induktionsspannung wirksam ist. Erdschlüsse treten nur bei körperlicher Berührung mit Erde auf.

In Stromkreisen, welche Kondensatoren enthalten, ermittelt man Nebenschlüsse wieder am besten mit Hilfe eines Summers. Abb. 4 II zeigt, wie dieser grundsätzlich zu schalten ist. Der an Stelle des Taschenamperemeters in den Kreis eingeschleifte Fernhörer läßt die Fehlerstelle unmittelbar durch das Verschwinden des Summertons erkennen. Wenn also an a und b aufgetrennt wird und der Summertone beim Auftrennen in a verschwindet, liegt der Nebenschluß bzw. Erdschluß zweifelsfrei im Kondensator C1. Der eine Beleg hat entweder unmittelbar oder mittelbar mit Erde Berührung.

Abb. 5 I zeigt ein Verfahren, das sich in Schleifengebilden wie z. B. Vielfachfeldern gut anwenden läßt. An den Anfang der Vielfachleitungen a und b wird ein kräftiger Summer gelegt, der über den Nebenschluß einen Strom hervorbringt. Durch den Strom entsteht dann längs der Leitung ein Spannungsabfall, der sich mit einem Hörer leicht nachweisen läßt. Ist beispielsweise bei Abgriff zwischen a1 und a2 im Prüfhörer ein Summertone zu vernehmen, bei Abgriff zwischen a2 und a3 dagegen nicht, dann liegt der Nebenschluß zweifelsfrei zwischen a2 und b2. Vorsichtshalber kann man auch an den b-Punkten nachprüfen, an denen ja überall

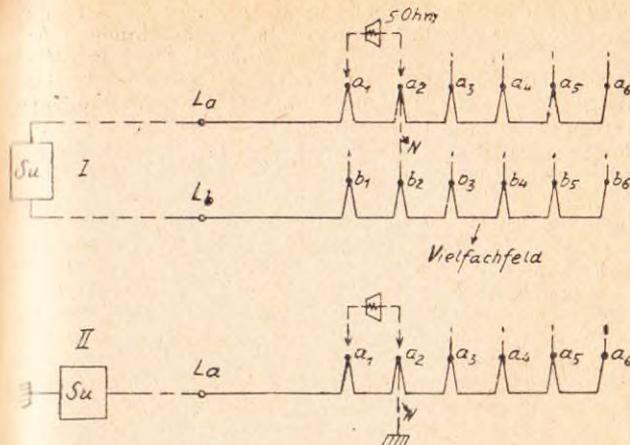


Abb. 5

dieselben Verhältnisse auftreten müssen. Erdschlüsse ermittelt man in ähnlicher Weise, wobei jedoch der Summer einpolig zu erden ist. Abb. 5 II zeigt die Schaltung hierzu. Sobald man mit dem Hörer über die Fehlerstelle hinauskommt, verschwindet der Summertone, dies läßt sogleich die Fehlerstelle erkennen.

## II. Ausscheidungsverfahren ohne Benutzung einer Stromlaufzeichnung

Viele Fehler in Fernsprechapparaten und -anlagen lassen sich ohne Hilfe von Meß- und Prüfgeräten mit den bloßen Sinnen wahrnehmen. Das gilt besonders für die Mechanischen- und Technologischen-Fehler (abgek. M- und T-Fehler). Aber auch die anderen, Bau-, Betriebs- und Übertragungstechnischen-Fehler (abgek. Ba-, Be- und Ü-Fehler), lassen sich oft an räumlichen

oder zeitlichen Änderungen leicht erkennen. Ein M-Fehler kann gesehen, gefühlt und am falschen maschinellen Arbeiten gehört werden. T-Fehler sind sichtbar (bei Verfärbungen und Stoffänderungen), fühlbar (bei Schrumpfung und Quellung) und riechbar (bei chemischer Zersetzung, Verbrennung). Ba-Fehler sind z. T. sichtbar, (wenn z. B. das Aufleuchten von Anruflampen durch ungünstige Lichtverhältnisse schlecht zu bemerken ist), hörbar (bei starker Raumgeräuscheinwirkung) und fühlbar (wenn z. B. das Personal in Wählersälen mit trockener Luft eine zu hohe elektrostatische Aufladung erhält). Be-Fehler sind z. T. sichtbar (bei falscher Schaltung) und hörbar (bei schlechter Aussprache); z. T. müssen sie abstrakt festgestellt werden. Ist z. B. durch falsche Bedienung eine Störung entstanden, so ergibt u. U. erst ein eingehendes Verhör der Bedienungsperson Aufschluß über den Fehler. Ü-Fehler sind nur vereinzelt sichtbar (bei schlechter Abschirmung, falscher Polung von Magneten usw.). Meistens müssen sie ausgemessen werden wie z. B. bei zu hoher Leitungsdämpfung (größer als 3,3 Neper auf gewöhnlichen Fernsprechleitungen), zu geringer Nebensprechdämpfung (kleiner als 7,5 Neper), starker Echobildung, Sprach- und Musikverzerrung (Messung des Klirrfaktors), starker Geräuschbildung (Messung der Geräusch-EMK und Geräuschklemmenspannung).

Aus der Tatsache, daß bestimmte Fehler sichtbar, fühlbar, hörbar und riechbar sind, ergibt sich, daß diese Fehler auch ohne Hilfe von Meßgeräten und eines Schaltungsschemas gefunden werden können. Ein erfolgreiches Arbeiten ist hier jedoch an eine Reihe von Bedingungen gebunden, die später erörtert werden. Zunächst seien noch einige theoretische Grundlagen der Störungstechnik angeführt. Ein Fehler kann unmittelbar — mittelbar, offen — verdeckt, entwickelt — unentwickelt, wirksam — unwirksam, gleichbleibend und veränderlich sein. Er kann weiterhin als selbständiger Fehler und als Kombinationsfehler auftreten. Angenommen, der Draht 11 des in Abb. 6 dargestellten Tisch-

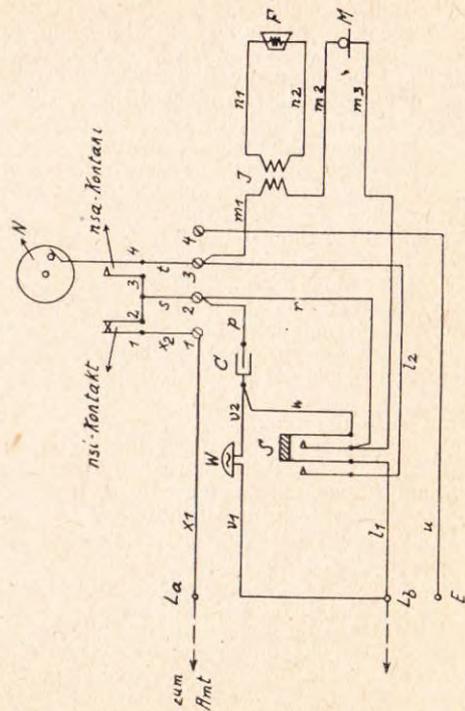


Abb. 6

Fernsprechers sei an der Feder der Ein- und Ausschaltvorrichtung S abgebrochen, dann haben wir einen sich unmittelbar auf den Stromweg auswirkenden mechanischen Fehler vor uns. Als Störungserscheinung ergibt sich, daß nach Abnahme des Handapparates von der Gabel kein Amtszeichen und kein Rauschen zu hören ist. Dieser Zustand bleibt auch nach Ablauf der Nummernscheibe N bestehen, so daß also am Apparat die Grundbedingung des Hörens nicht mehr erfüllt ist. Genau die gleiche Wirkung tritt ein, wenn an Stelle des Drahtbruches beim Abnehmen des Handapparates die Gabel der Ein- und Ausschaltvorrichtung infolge mechanischer Klemmung nicht ganz hoch geht. In diesem Falle bleibt der von der Gabel gesteuerte Doppelarbeitskontakt S 1, 2 dauernd offen. Es kann kein Strom über die Federn und die hier angelegten Drähte fließen. Wir haben jetzt einen sich mittelbar über die Kontaktsteuerung auswirkenden mechanischen Fehler vor uns. Bricht am Auslösemagnet eines Heb-Dreh-Wählers ein Draht ab, so ist dies ein unmittelbarer M-Fehler; arbeitet der Auslösemagnet nicht, weil das Lager des Ankers gebrochen ist, dann stellt der Lagerbruch einen mittelbaren M-Fehler dar.

Als offener Fehler wird immer die vollständige organische Trennung von Drahtstücken, Kontakten und mechanischen Apparateilen gewertet. Wird die Bruchstelle bei Drähten durch die Umspinnung oder bei Kontaktfedern durch das Packungsmaterial noch zusammengehalten, so spricht man von verdeckten Fehlern. Unentwickelte Fehler stellen z. B. Oxydationen und Korrosionen an Leiterstücken, Ankerbungen an Drähten und der teilweise Adernbruch in Litzenkabeln dar. Solange die Leiterstücke durch die Oxydation — Korrosion nicht vollständig organisch getrennt sind oder ein Übergangswiderstand entsteht, der das ordnungsmäßige Arbeiten des empfindlichsten Schaltelements im betroffenen Stromkreis verhindert oder durch den unvollkommenen Bruch störende Kratzgeräusche auftreten, befindet sich der Fehler in der Entwicklung. Als angehender

Fehler ist er aber für den Fachmann schon zu sehen oder wie bei der Ankerbung zu fühlen.

Wirksam wird jeder Fehler in dem Augenblick, in dem er den Fernsprechtbetrieb oder -verkehr wahrnehmbar stört. Solange er dies nicht tut, bleibt er unwirksam. Unwirksame Fehler treten häufig bei der Berührung eines spannungsführenden Teils mit einem spannungslosen Teil auf. Zunächst nimmt der spannungslose Teil durch die Berührung nun ein Potential an. Kommt aber später aus irgendeinem Grunde durch Berührung noch ein erdeführender Teil hinzu, dann entsteht ein Nebenschluß, der sich als Störung bemerkbar machen kann. Aus dem Gesagten geht hervor, daß es zumeist zwei selbständige Fehler (Berührungen) sein müssen, die außerdem noch zusammenwirken müssen, um die Störung hervorzubringen. Solche Fehler werden als Kombinationsfehler bezeichnet.

In einer fernsprechtechnischen Schaltung sind nicht alle Stellen in gleichem Maße der Gefahr einer Störung ausgesetzt, sondern die Störungsanfälligkeit beschränkt sich unter normalen Betriebsverhältnissen auf bestimmte Schaltungsstellen. Als solche kommen in Frage: Löt-, Klemm- und Schraubenverbindungsstellen, Kontaktstellen, Kontaktfederpackungen, bewegliche Glieder an elektrischen und mechanischen Schaltwerken, bewegliche Abbunde und Schnüre, Schwingungen ausgesetzte Teile sowie wärmegefährdete Teile (Wicklungen, Sicherungen, Lampen). Die von hier ausgehenden Störungen tragen meist den Charakter einer Unterbrechung oder eines Nebenschlusses. Vorwiegend sind es M- und T-Fehler, die die Störungen auslösen. M- und T-Fehler sind aber fast immer mit bloßen Sinnen wahrzunehmen, so daß also beim Vorliegen von M- und T-Fehlern das Absuchen der Schaltung nach diesen Fehlern stets den gewünschten Erfolg bringen müßte. Das stimmt nun in der Praxis nicht ganz, weil Empfindungen und Wahrnehmungen praktisch-technischer Art nicht von jedem Menschen in gleichem Maße ins Bewußtsein aufgenommen werden. Besondere Anlagen und Fähigkeiten

spielen mit hinein. Der Störungssucher, der ohne Hilfe von Meßgeräten und einer Stromlaufzeichnung nur auf die Äußerungen der Fehler, ihre störungstechnischen Wertungen und die Kenntnisse der physikalischen Gesetze gestützt einen Fehler finden will, muß ein sehr gutes Urteilsvermögen besitzen. Das Urteilsvermögen beruht aber bekanntlich auf einer komplizierten geistigen Unterscheidungsfähigkeit, die sich aus Erfahrung, Erinnerung, Interesse und seelisch-geistiger Verarbeitung von Sinnesempfindungen zusammensetzt. Nur die Erfahrung kann zum Teil durch Schulung ersetzt werden. Erinnerung, Interesse und seelisch-geistige Verarbeitung müssen in den Anlagen und Fähigkeiten des Störungssuchers vorhanden sein.

Solange es sich um einfache Schaltungen handelt, überwiegt die Erfahrung, so daß bei entsprechender Schulung die Störungssuche, selbst bei mittelmäßigem Urteilsvermögen, keine großen Schwierigkeiten bereitet. Je komplizierter jedoch die Schaltungen werden und je mehr die Störungsursachen nach Ba-, Be- und Ü-Fehlern hinüberspielen, um so mehr kommt für den Erfolg das Urteilsvermögen zur Geltung. In diesem Abschnitt wird nur besprochen, was unbedingt und aus didaktischen Gründen für die Störungssuche an Apparaten bei unbekannter Drahtführung erforderlich ist. Man kann die Störungssuche neben der fachlichen Schulung, die über die allgemeinen Grundlagen der theoretischen Störungstechnik, die Arbeitsweise der in Fernsprechapparaten zur Anwendung kommenden wichtigsten Schaltelemente und Schaltwerke und die physikalischen Grundgesetze nicht hinauszugehen braucht, durch Anwendung geeigneter Hilfsmittel noch erleichtern. Als geeignete Hilfsmittel kommen z. B. in Betracht:

1. Die Bedienungsanweisung des Apparates oder der Anlage.
2. Auskünfte über betriebstechnische Angelegenheiten, die man von der ständig den Apparat bedienenden Person einholt,

3. Vornahme von Betriebsproben an ordnungsmäßig arbeitenden Teilen zur Feststellung der richtigen Arbeitsweise, des richtigen Verhaltens elektroakustischer Schallumformer und zur Fixierung von Signalakten,

4. die Benutzung von Prüffernhörer und Spannungsmesser zur Prüfung der Spannung an den verschiedenen Speisepunkten.

Der Rückgriff auf das Schaltungsschema (Drahtführung) ist nur dann unerlässlich, wenn sich die Schaltung durch räumlich weite Ausdehnung schlecht überblicken und durch gegebene Trennstellen nicht genügend unterteilen läßt und wenn die Schaltung viele Relais und Schrittschaltwerke enthält.

Ausscheidungsverfahren heißt: Nachprüfen der störungsfälligsten Stellen einer Schaltung auf M- und T-Fehler und Ausscheidung der wirklich oder vermutlich gestörten Teile des Apparates. Wirklich gestörte Teile werden instandgesetzt und vermutlich gestörte Teile nachgearbeitet — überholt. Darauf werden die Sprechverkehrsmöglichkeiten am Apparat erneut geprüft. Ist die Störung verschwunden, so lag die Ursache an der als fehlerhaft erkannten Stelle.

Wir wollen das Gesagte an einigen Beispielen erläutern. Angenommen, der Tischfernsprecher Abb. 6 sei gestört. Dieser Tischfernsprecher hat bei Anschluß an ein automatisches Amt außer den Grundbedingungen des Hörens und Sprechens noch folgende Bedingungen des Sprechverkehrs zu erfüllen: 1. Akustische Signalisierung des Amtsanrufs, 2. Möglichkeit der Nummernwahl, 3. Selbsttätige Schlußzeichengabe nach dem Amt beim Auflegen des Handapparats, 4. Unterdrückung des Schlußzeichens in verkehrter Lage des Mikrophons, 5. Knack- und Kratzgeräuschfreiheit bei Erschütterung des Apparates, Bewegung der Schnüre und beim Wählen.

Es ist zunächst zu prüfen, welche Bedingungen des Sprechverkehrs der Apparat noch und welche er nicht mehr erfüllt. Je nach dem Ergebnis hat man dann ent-

weder die ganze Schaltung oder nur einen Teil derselben auf den Fehler hin nachzuprüfen. Bleibt z. B. nur der Amtsanruf aus, so kann der Fehler nur in dem vom Rufstrom durchflossenen Schaltungsteil liegen, und man braucht den Handapparat nicht nachzusehen. Sind sowohl die Sprechverständigung als auch die Nummernwahl gestört, der Amtsanruf jedoch möglich, dann braucht man den Wecker nicht nachzusehen und so fort. Es fällt also überall da, wo die Arbeitsfähigkeit eines Teils sicht- oder hörbar hervortritt, der Teil aus der Untersuchungsnotwendigkeit heraus. Für den Tischfernsprecher sei die Sachlage einmal so, daß Hören und Sprechen unmöglich sind, jedoch der Amtsanruf ankommt und das Schlußzeichen bei verkehrter Lage des Mikrophons nicht gegeben wird. Wir hätten also die Schaltung mit Ausnahme des Weckers, der infolge des ankommenden Amtsanrufes die Fehlerstelle nicht enthalten kann, nach M- und T-Fehler hin abzusuchen. Zunächst prüfen wir die beweglichen Glieder der mechanischen Teile des Apparates. Wir lassen die Gabel der Ein- und Ausschaltvorrichtung mehrmals hoch- und niedergehen und die Scheibe des Nummernschalters ablaufen, wobei sich weder die Gabel noch die Nummernscheibe fehlerhaft bewegen dürfen. Zeitliche Unstimmigkeiten wie z. B. zu lange Impulse am Nummernschalter sind dabei nicht zu ersehen. Solche Unstimmigkeiten können nur mit Hilfe von Meßgeräten oder durch Auswechslung nachgewiesen werden, kommen hier aber auch nicht in Betracht, da am Apparat ja keine Sprechverständigung möglich ist. Gleichzeitig sind die von der Gabel und Nummernscheibe betätigten Kontakte nachzusehen. Dabei ist es ratsam, die Kontaktflächen zu säubern, da als Störungsursache auch ein verschmutzter Kontakt vorliegen kann. Spitzen- und Kuppenkontakte sind nämlich gegen Verunreinigungen sehr empfindlich. Ein gewöhnliches Stück Zeitungspapier, einmal durch einen geschlossenen Spitzenkontakt gezogen, genügt, um denselben dauernd arbeitsunfähig zu machen. Man darf daher auch bei der Eingrenzung von Fehlern zur

Trennung von Kontakten kein gewöhnliches Papier zwischen die Kontaktstücke schieben. Zu solchen Maßnahmen sind nur Streifen oder Formstücke aus Hartpapier oder Kunstpreßstoff zu verwenden. Neben der Reinigung der Kontaktstücke ist noch auf die Möglichkeit eines Nebenschlusses (Überbrückung) durch verbogene Kontaktfedern, Vorspann- und Anschlußstücke sowie sich berührende Lötperlen zu achten. Darauf folgt eine Untersuchung der Lötstellen und Klemmpunkte des Apparats. Man zieht an den dort einmündenden Drähten mehrmals, wobei sich weder das Drahtstück in der Lötperle noch unter der Klemmschraube mitbewegen darf. Das ganze Aussehen der Anschlußstellen spielt eine nicht unwesentliche Rolle. Findet man z. B. das Zinn einer Lötstelle schlecht verlaufen oder mit Rückständen organischer Stoffe behaftet (Lack-, Lötmitel-, Umspinnungsreste), so ist die Wahrscheinlichkeit einer Unterbrechung an dieser Stelle größer, als wenn das Zinn ein hellglänzendes, gut verlaufenes Aussehen hat. Man muß in diesem Falle sorgfältiger prüfen. Ähnliches gilt für Klemmpunkte. Eine im Schraubenschlitz beschädigte oder im Schlitz nicht tief genug eingefräste Schraube ist fehlerverdächtiger als eine unbeschädigte, gut eingeschnittene Schraube. Ebenso sind alle Schraubenverbindungen von dünnen Drähten ohne Unterlegscheibe zwischen Schraubenkopf und Drahtöse als Fehlerstelle mehr verdächtig als mit Unterlegscheibe, weil dort die Abscher- und Abquetschgefahr für den Draht größer ist. Verdächtig sind weiter alle mit Wachs oder Schellack gegen Lockerung überzogenen Schraubenverbindungen. Hier kann das Wachs oder der Schellack während des Aufbringens z. T. zwischen Kopf, Unterlegscheibe und Drahtöse geflossen sein und dadurch isolierend wirken. Um an solchen Verbindungsstellen eine Unterbrechung nachzuweisen, vergleicht man die Potentiale an den ankommenden und abgehenden Verbindungsstücken. Bei widerstandsloser Verbindung darf zwischen den Stücken kein Knacken zu hören sein.

Nach der Untersuchung der Anschlußstellen folgt eine Prüfung der beweglichen Schnüre. Die Anschlußdosen- und Handapparatschnüre werden mehrmals hin- und herbewegt und dabei gleichzeitig auf Kratzgeräusche und wieder einsetzende Verständigung am Handapparat geachtet. In unserem Falle seien einmal beim Bewegen der Anschlußdosenschnur Kratzgeräusche zu hören. Wir hätten es demnach mit einer Unterbrechung in dieser Schnur zu tun. Es fragt sich nur, wo die Unterbrechungsstelle liegt. Um dies zu erfahren, halten wir zunächst das aus dem Apparatgehäuse kommende Schnurende fest und bewegen nur das in die Dose einmündende Ende. Tritt hierbei kein Kratzgeräusch auf, dann halten wir die Schnur an der Dosen-seite fest und bewegen das aus dem Apparatgehäuse kommende Ende. Auf diese Weise läßt sich die Lage der Unterbrechung in der Schnur bequem ermitteln. Der Prüfgang kann auch auf die einzelnen Schnuradern ausgedehnt werden, wobei die ganze Schnur festzuhalten ist. Läßt sich schon äußerlich ein Knick in die Schnur sehen, dann erübrigt sich unter Umständen die ganze Prüfung, weil ein scharfer Knick meist mit einer Aderverletzung verbunden ist.

Wäre am Apparat gar keine Bedingung des Sprechverkehrs mehr erfüllt gewesen, dann hätte zuerst die Außenleitung von der Innenleitung getrennt und erstere für sich durchgeprüft werden müssen. Bei fehlerhafter Außenleitung wäre dann eine Untersuchung des Apparates zunächst überflüssig gewesen. In unserem Falle brauchte die Trennung nicht gemacht zu werden, weil die Außenleitung durch den ankommenden Ruf gut sein mußte. In dieser Weise ist bei vollkommener Sprechstellenstörung immer vorzugehen.

Bei größeren Apparaten stellt man zuerst fest, ob ein einzelner gleichartiger Teil oder der gemeinsame Teil der Schaltung gestört ist. Zu diesem Zweck läßt man die einzelnen gleichartigen Teile der Reihe nach mit dem gemeinsamen Teil zusammenarbeiten und prüft auf Verschwinden der Störungerscheinung. Die Teile,

bei denen die Störungerscheinung verschwindet, sind gut und werden ausgetauscht. Die gestörten Teile werden gegen gute versuchsweise ausgetauscht. Angenommen, an einem mittleren Rückstellklappenschrank sei kein Gesprächsempfang möglich. Durch Probieren mit sämtlichen am Schrank vorhandenen Verbindungsorganen (Schnursätzen) wird festgestellt, ob der Störungsherd im gemeinsamen Schaltungsteil (dem Abfragesatz) oder in einem Schnursatz liegt. Befindet sich der Störungsherd im gemeinsamen Schaltungsteil, was daraus hervorgeht, daß die Störungerscheinung unabhängig von der Wahl der Schnursätze und der Klinken bleibt, dann braucht man nur den Abfragesatz näher zu untersuchen. Ist lediglich ein Schnursatz gestört, was daraus hervorgeht, daß bei Benutzung der übrigen Schnursätze die Störungerscheinung verschwindet, dann braucht man nur den einen Schnursatz zu untersuchen. Der Satz wird in seinen aus Schnurpaarwinkel, Relaisplatte und zwei Schnüren bestehenden Stücken gegen gute Stücke aus Nachbarsätzen nacheinander ausgetauscht und auf das Verschwinden der Störungerscheinung geachtet. Verschwindet die Störungerscheinung beispielsweise beim Austauschen der Relaisplatte, dann liegt der Störungsherd in der ausgetauschten Platte und man braucht nur die störungsanfälligen Stellen dieser Platte abzusuchen. Verschwindet die Störungerscheinung beim Austauschen des Schnurpaarwinkels, dann braucht man nur den Winkel abzusuchen usw. Durch Austauschen der Abfrage- und Verbindungsschnur läßt sich hier die Fehlerstelle meist noch näher eingrenzen.

Wird ein Nebenschluß (Überbrückung) in einer Kontaktfederpackung vermutet, so muß man sich die Aufgabe des Kontaktsatzes vor Augen halten. Ein Arbeitskontakt z. B. soll in Arbeitsstellung eine stromleitende Verbindung herstellen, darf also in Ruhstellung keine gleichen Potentiale an den Federn haben, weil die Verbindung zwischen zwei Punkten gleichen Potentials keine Änderung bringt und der Kontakt somit über-

flüssig wäre. Beim Ruhekontakt liegen die Verhältnisse umgekehrt. Hier dürfen die Federn in Arbeitsstellung des Satzes keine gleichen Potentiale haben, weil sie sonst in Ruhestellung keine Wirkung ausüben. Das gilt sinngemäß für die verwickeltesten Federsätze. Bei einem kombinierten Satz braucht man nur die Potentiale an den einzelnen Ruhe-, Umschalte- und Arbeitskontakten zu prüfen, um sogleich zu wissen, wo der Nebenschluß liegt. Die ermittelte Stelle wird entweder kräftig mit trockner Luft ausgeblasen oder wenn das nicht hilft, nach Lockerung der Packungsschrauben durch Anschlagen mit dem Schraubenzieherheft kräftig erschüttert, wobei der Fehler in den meisten Fällen verschwindet. In ganz hartnäckigen Fällen muß der Satz auseinander genommen werden. Es hat sich dann irgendwo ein Kriechweg gebildet oder ein feines Metallspänchen ist in die Packung hineingeraten, die sich beide nur durch lokale Behandlung und Abwaschen mit entsprechenden Chemikalien (Tetrachlorkohlenstoff) entfernen lassen. Die Prüfung der Potentiale kann sowohl mit dem Kopfhörer als auch mit dem Spannungsmesser erfolgen.

Bei Reihenapparaten, die mehrere gleichartige Schaltelemente in Schleifenanordnung enthalten, kann man unter Umständen eine Fehlerermittlung in der Weise versuchen, daß man die dem gestörten Element vor- und nachgeordneten Elemente betätigt und auf das Verschwinden der Störungserscheinung achtet. Geht z. B. beim Drücken einer Nebentastentaste kein Ruf ab, so wird zunächst die vorliegende und darauf die nachliegende Taste auf abgehenden Ruf geprüft. Sind beide Tasten in Ordnung, so kann nur ein Fehler an der rufgestörten Taste in Frage kommen. Man braucht nur diese Taste einschließlich der Schleifenführung nachzusehen. Geht auch an der vorliegenden und nachliegenden Taste kein Ruf ab, so muß die Prüfung auf alle vorhandenen Tasten ausgedehnt werden, bis sich eine Taste findet, an der Ruf abgeht. Zwischen dieser und der nächstgestörten Taste muß dann der Fehler liegen.

Sind sämtliche Tasten gestört, so kommt als Störungsherd entweder der Rufstromerzeuger selbst oder die Leitungszuführung bis zum ersten Tastenschleifenpunkt in Frage, da im anderen Falle schon an der ersten Taste Rufstrom abgehen müßte.

Knackgeräusche, die beim Drücken einer Amts- oder Nebentastentaste auftreten, werden in ähnlicher Weise erledigt. Man beobachtet das Federspiel und die Funkenbildung der benachbarten fehlerfreien Amts- und Nebentastentasten und stellt danach die gestörte Taste so ein, daß sie im Federspiel und der Funkenbildung mit den benachbarten Tasten übereinstimmt. Einzelne, besonders geschaltete Tasten lassen sich auf diese Weise nicht in Ordnung bringen. Hier muß man entweder die Schaltung kennen oder auf die Aufgaben des Federsatzes gestützt versuchen, die Federn so einzustellen, daß beim langsamen Eindrücken und Herausgehen der Taste nur ein einziger Knack zu hören ist. Die Schärfe der bei normaler Tastenbetätigung auftretenden Knackgeräusche entsteht meist durch Summierung einer Reihe von Einzelgeräuschen, die von der ungleichzeitigen Kontaktgebung des Satzes herrühren und sich erst bei langsamer Tastenbetätigung als mehrere Einzelgeräusche bemerkbar machen. Biegt man gegebenenfalls die im Satz später betätigten Federn so weit nach, daß die Einzelgeräusche zu einem Geräusch zusammenfallen, dann wird die Tonschärfe auf ein Mindestmaß herabgesetzt und es tritt in vielen Fällen höchstens noch ein schwaches Knacken auf.

Anschlußverwechslungen von Handapparat-, Beikasten-, Wähler- und Nummernschalterschneidern, die vereinzelt vorkommen, lassen sich oft dadurch leicht finden, daß man die Anschlußstellen der Schnüre mit den Farben der Adern und den Bezifferungen des Hauptapparates vergleicht. Machen wir uns das an einem Beispiel klar. Angenommen, die Handapparatsehnur eines Tischfernsprechers sei vertauscht, so wird zunächst ein Schnürende als normal angeschlossen betrachtet und zum Ausgangspunkt der Untersuchung ge-

wählt. Welches Schnurende das ist, bleibt sich gleich, da als Fehler ja nur eine relative, d. h. eine auf das andere Schnurende bezogene Vertauschung vorliegen kann. Nehmen wir einmal das Schnurende auf der Tischgehäusesseite als richtig angeschlossen an. Auf dieser Seite befinden sich 4 Klemmen, von denen 2 die Bezeichnung F (Fernhörer) und 2 die Bezeichnung M (Mikrophon) tragen. Die an F angeschlossenen Schnuradern sollen einmal mit rotem und grünem Garn und die an M angeschlossenen Adern mit blauem Garn abgebunden sein. Von dieser Feststellung ausgehend müssen jetzt im Handapparat an den Klemmen F 2 Adern mit rotem und grünem und an den Klemmen M 2 Adern mit blauem Abbund liegen. Ist das nicht der Fall, so liegt eine Anschlußverwechslung vor. Das Gesagte gilt grundsätzlich für alle durch besondere Markierung und durch verschiedenfarbige Adern gekennzeichneten Schnüre, Kabel und Abbunde.

Anschlußverwechslungen an Relais und Drosselspulen mit mehreren getrennten Wicklungen sind auf die vorgenannte Weise im allgemeinen nicht feststellbar. Bei Relais kann sich die Anschlußverwechslung durch Nichtbetätigung des Relaisankers und durch einen zu schwachen Ankeranzug bemerkbar machen. Bei Drosselspulen wird zwecks Prüfung auf Falschanschluß entweder eine Wicklung mit der Prüfschnur überbrückt und die Wirkung der Überbrückung beobachtet oder eine nach Abb. 7 verlaufende magnetische Feldprüfung vorgenommen. Abb. 7 I stellt die Verhältnisse einer richtig geschalteten Drosselspule mit zwei Wicklungen dar.  $d$  ist ein etwa 2 mm starkes Eisenstäbchen, das dem Kern auf drei Seiten  $s_1$ ,  $s_2$ ,  $s_3$  genähert wird. Nähert man das Stäbchen den Seiten  $s_1$  und  $s_2$ , so erfolgt ein schwacher Anzug, während es auf der Seite  $s_3$  nicht angezogen wird. Dies besagt, daß die Wicklungen richtig geschaltet sind. Abb. 7 II zeigt die magnetischen Verhältnisse bei gegeneinander geschalteten Wicklungen (falschem Drahtanschluß). Hier wird das Stäbchen auf den Seiten  $s_1$ ,  $s_2$  nicht mehr angezogen. Dagegen

findet auf Seite  $s_3$  eine Anziehung statt. Dies besagt, daß die beiden Wicklungen gegeneinander arbeiten, die Drosselwirkung also unterbleibt. Um die volle Drosselwirkung zu bekommen, müssen die Zuführungsdrähte an einer der beiden Wicklungen umgelötet werden. Eine Herabsetzung der Drosselwirkung durch Windungs-

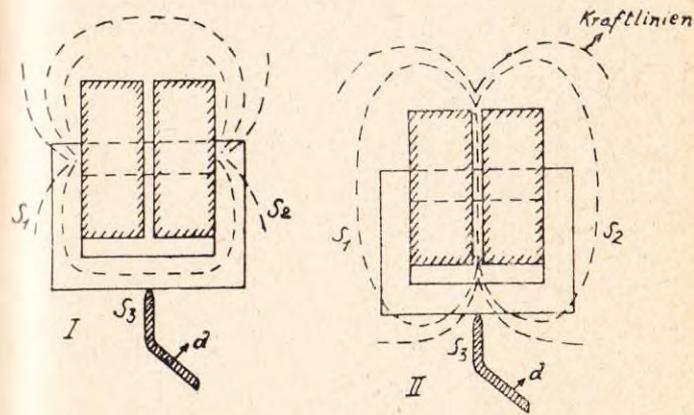


Abb. 7

schluß läßt sich so nicht feststellen. Bei Windungsschluß werden die einzelnen Wicklungen nacheinander überbrückt und die Wirkung der Überbrückung mit dem Stäbchen geprüft. Besitzt eine Spule stärkeren Windungsschluß, dann unterbleibt bei Überbrückung der guten Spule der Anzug des Stäbchens.

### III. Verfahren der logischen Fehlerermittlung

Alle Verfahren der Störungssuche, bei denen zur Fehlerermittlung ein probeweiser Eingriff in die Schaltung erfolgt, bei denen also z. B. mit einem Hörer oder

Meßinstrument an den verschiedenen Punkten der Schaltung herumgeprüft und durch Befühlen der Lötstellen und Drähte an diesen herumgebogen wird, sind nicht ganz einwandfrei, weil selbst bei Wahrung größter Vorsicht und bei streng planmäßigem Vorgehen ein plötzliches Verschwinden des Fehlers nicht ganz ausgeschlossen ist. Als wirklich einwandfrei kann nur ein Verfahren bezeichnet werden, bei dem der Fehler ohne probeweisen Eingriff in die Schaltung, also lediglich auf die gestörten und störungsfreien Stromwege und auf den Stromlauf bzw. die Drahtführung gestützt, gefunden wird. Ein solches Verfahren wollen wir nachstehend besprechen.

Wie schon ausgeführt (Abb. 6), besitzt jeder Fernsprechapparat eine Anzahl teils zur Durchführung, teils zur Sicherstellung der Fernsprechverbindung dienender Stromwege. Diese Stromwege laufen nicht getrennt nebeneinander her, sondern benutzen die Strombahnen der Schaltung auf längeren oder kürzeren Strecken mehr oder weniger gemeinschaftlich. Tritt längs einer solchen ein Aderbruch auf, so werden sämtliche über die Strecke geführten Verbindungen in Mitleidenschaft gezogen, und man kann an Hand der noch störungsfreien Stromwege leicht nachweisen, wo sich die Fehlerstelle befindet. Bedingung ist nur, daß man die Schaltung des gestörten Fernsprechapparats genau kennt. In welcher Weise die gestörten und störungsfreien Stromwege zur Fehlerermittlung herangezogen werden, sei an einem Beispiel dargelegt.

Angenommen, ein Tischfernsprecher mit den Stromwegen des Wecker-, Mikrophonspeise-, Schlußzeichenhalte-, Nummernwahl- und Hörerkreises sei so gestört, daß am Apparat nur noch die Nummernwahl möglich ist, dann kann unter Voraussetzung eines einzigen Fehlers als Fehlerort nur eine Stelle in Frage kommen, über welche die gestörten Stromwege des Wecker-, Mikrophonspeise- und Schlußzeichenhaltekreises (der Hörerkreis kommt als lokaler Stromkreis hier nicht in Betracht) gemeinschaftlich geführt sind. Als solche

Stelle ergibt sich aus Abb. 6, welche den Stromlauf des Tischfernsprechers darstellt, das Drahtstück *s* am Nummernschalter, denn die Drahtstücke *x1* und *x2* einschließlich des *nsi*-Kontakts, die als gemeinschaftliche Stücke noch in Frage kämen, sind gut, weil der störungsfreie Nummernwahlkreis darüber führt. Weitere gemeinschaftliche Stücke gibt es in der Schaltung nicht. Der Fehler muß daher an den Endpunkten des Drahtstücks *s* liegen.

Ist, um ein anderes Beispiel zu nennen, von den fünf Stromwegen nur der Weckkreis gestört, dann ergibt sich aus der Überlegung, daß die Fehlerstelle nur in einem Schaltungsteil liegen kann, über welchen der Rufstrom allein geht. Als ein solcher Teil kommt nach Abb. 6 das Drahtstück *p* und der Kondensator *C* in Frage. Nimmt man eine Unterbrechung im Kondensator selbst wegen ihrer Seltenheit nicht an, so bleibt als Fehlerstelle nur das Ende des Drahtstückes *p* an Klemme 2 des Nummernschalters und die rechte Seite des Kondensatoranschlusses übrig, weil die linke Seite aus zwei Drähten besteht, über welche der fehlerfreie Schlußzeichenhaltekreis führt.

Aus den beiden Beispielen geht das Grundsätzliche des Verfahrens klar hervor. Man ermittelt zuerst durch normale Bedienung des Fernsprechapparats und Beobachtung der Störungerscheinungen die gestörten und störungsfreien Stromwege des Apparats und sucht dann die gemeinschaftlichen Stücke der Schaltung im Stromlauf auf. Der Fehler liegt dann in dem Rest der gemeinschaftlichen Stücke, der nach Abzug der störungsfreien Wege von den gestörten Wegen übrigbleibt. Erst nach dieser Feststellung wird das Apparatgehäuse geöffnet und die vorbestimmte Löt- oder Klemmstelle im Apparat nachgesehen. Der Eingriff in die Schaltung bleibt dadurch auf ein Mindestmaß beschränkt. In Apparaten mit verwickelterer Schaltung stellt die Störungssuche nach dem Verfahren der logischen Fehlerermittlung etwas größere Anforderungen an die Intelligenz des Störungssuchers. Das Verfahren bleibt

jedoch selbst unter den schwierigsten technischen Verhältnissen stets dasjenige, welches den Fehler am sichersten und schnellsten auffinden läßt. Um das Verfahren in seiner höchsten Vollkommenheit zu zeigen und damit die bei genauer Kenntnis der Schaltung außergewöhnlich große Zeit- und Arbeitersparnis desselben zu beweisen, wollen wir im folgenden ein paar Beispiele aus einer verwickelteren Schaltung anführen. Wir benutzen dazu den Klappenschrank, dessen Schaltung Abb. 8 zeigt. Da nicht jeder Leser im Herausziehen der Stromwege geübt ist und die Verständlichkeit der Beispiele von der Verfolgungsmöglichkeit dieser Wege abhängt, sei zunächst eine Aufstellung der Wege bei Anschluß des Schrankes an ein W-Amt nach dem Schleifensystem und eine Beschreibung der ersten 15 Stromwege des Schrankes, die in den Beispielen gebraucht werden, gegeben. Bei Anschluß des Schrankes an ein W-Amt hat der Schrank 30 Stromwege: 1. Hauptstellenanrufkreis. 2. Mikrophonspeisekreis der Hauptstelle bei Verbindung mit dem Amt. 3. Hörkreis. 4. Sprechkreis. 5. Schlußzeichenhaltekreis. 6. Rückfragekreis Amt—Hauptstelle. 7. Nummernwahlkreis. 8. Mikrophonspeisekreis der Hauptstelle bei Verbindung mit Nebenstelle I. 9. Mikrophonspeisekreis der Nebenstelle I bei Verbindung mit dem Amt. 10. Mikrophonspeisekreis der Nebenstelle II bei Verbindung mit dem Amt. 11. Mikrophonspeisekreis der Nebenstelle I bei Verbindung Nebenstelle I mit Nebenstelle II. 12. Mikrophonspeisekreis der Nebenstelle II bei Verbindung Nebenstelle II mit Nebenstelle I. 13. Mikrophonspeisekreis der Nebenstelle I bei Verbindung mit der Hauptstelle. 14. Mikrophonspeisekreis der Nebenstelle II bei Verbindung mit der Hauptstelle. 15. Anrufkreis der Nebenstelle I von der Hauptstelle. 16. Anrufkreis der Nebenstelle II von der Hauptstelle. 17. Mithörkreis der Hauptstelle bei Verbindung Nebenstelle I und Amt—Nebenstelle II. 18. Mithörkreis der Hauptstelle bei Verbindung Nebenstelle I mit Nebenstelle II. 19. Mithörverhinderungs-

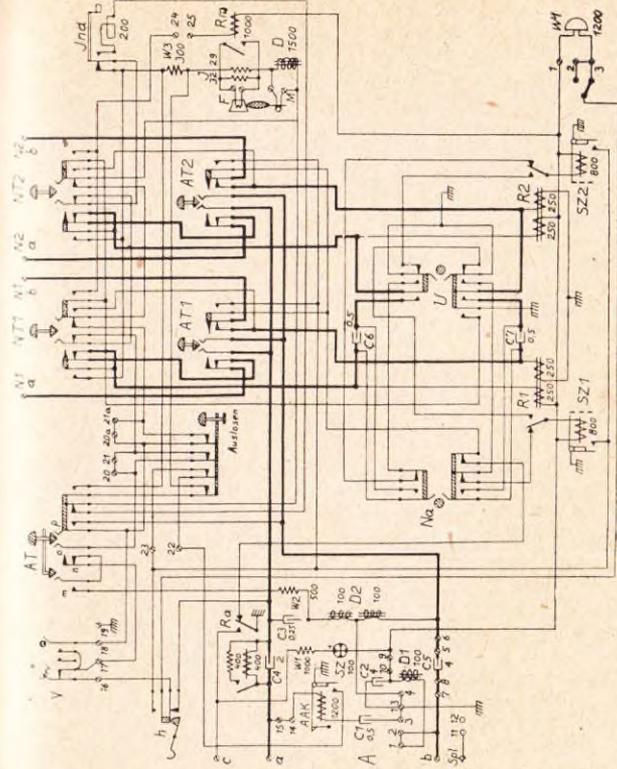


Abb. 8

20. Sprechkreis der Verbindung Nebenstelle I mit Nebenstelle II in Tagschaltung. 21. Sprechkreis der Verbindung Nebenstelle I mit Nebenstelle II in Nachtschal-

tung. 22. Weckerspeisekreis bei Anruf des Amts. 23. Weckerspeisekreis bei Anruf der Nebenstelle I. 24. Weckerspeisekreis bei Anruf der Nebenstelle II. 25. Speisekreis für das Schauzeichen SZ 1 bei Anruf der Nebenstelle I. 26. Speisekreis für das Schauzeichen SZ 2 bei Anruf der Nebenstelle II. 27. Speisekreis für das Schauzeichen SZ 1 als Schlußzeichen in Verbindung Nebenstelle I mit Nebenstelle II der Tagschaltung. 28. Speisekreis für das Schauzeichen SZ 2 als Schlußzeichen in Verbindung Nebenstelle I mit Nebenstelle II der Tagschaltung. 29. Speisekreis für das Sternschauzeichen SZ zu 100 Ohm. 30. Speisekreis für den Wecker als Schlußzeichen in Verbindung Amt—Nebenstelle I.

Der Verlauf der ersten 15 Stromwege in der Stromlaufsprache ausgedrückt ergibt sich aus Abb. 8 wie folgt.

**Stromweg 1:** a-Leitung, Klemme 15 und 14, AAK, C1, Klemme 3 und 13, Erde.

**Stromweg 2:** a-Leitung, Ra-Relais, Feder 1 und 2 des Schalters h (die Federn sind hier von unten nach oben gezählt), Klemme 16, Impulskontakt des Nummernschalters, Klemme 17, Feder 3 und 5 der gedrückten Taste AT (die Federn sind hier von links nach rechts gezählt), Klemme 20, Feder 5 und 6 des gemeinsamen Schalters neben der Auslösetaste, Klemme 21, Feder 6 und 5 der Taste NT 1, Feder 6 und 5 der Taste NT 2, Feder 2 und 1 des Kurbelinduktors, Feder 11 und 10 der gedrückten Taste AT (der Widerstand W 3 ist überbrückt), Feder 1 und 2 des gemeinsamen Schalters neben der Auslösetaste, Induktionsspule, Mikrophon, Feder 8 und 7 der Taste NT 2, Feder 8 und 7 der Taste NT 1, Klemme 21a, Feder 8 und 7 des gemeinsamen Schalters neben der Auslösetaste, Klemme 20a, Feder 6 und 7 der gedrückten Taste AT, Drosselspule D 2, Klemme 4, Erde.

**Stromweg 3:** Sekundäre Seite der Induktionsspule und Hörer.

**Stromweg 4:** Dieser Weg hat denselben Verlauf wie der Stromweg 2, nur daß er anstatt über das Ra-

Relais über den Kondensator C 4 und von Feder 7 der Taste AT ab über Klemme 6 und 5, C 5, Klemme 8 und 7 nach der b-Leitung führt.

**Stromweg 5:** Dieser Weg verläuft ebenfalls wie der Stromweg 2, nur daß er anstatt über das Mikrophon über die parallel geschaltete Drosselspule D führt.

**Stromweg 6:** a-Leitung, Ra-Relais, Feder 1 und 2 des Schalters h, Klemme 16, Impulskontakt des Nummernschalters, Klemme 17, Feder 3, 4, 2 und 1 der in Rückfragestellung befindlichen Taste AT, Widerstand W 2, Drosselspule D 2, Klemme 4, Erde.

**Stromweg 7:** a-Leitung, Ra-Relais, Feder 1 und 2 des Schalters h, Klemme 16, Impulskontakt des Nummernschalters, Überbrückungskontakt des Nummernschalters, Klemme 18, Feder 6 und 7 der gedrückten Taste AT, Drosselspule D 2, Klemme 4, Erde.

**Stromweg 8:** b-Leitung, Klemme 2 und 1, Drosselspule D 1, Klemme 10 und 9, Drosselrelais R 1, Feder 2 und 1 der gedrückten Taste NT 1, Feder 1 des Kurbelinduktors, Widerstand W 3, Induktionsspule, Mikrophon, Feder 8 und 7 der Taste NT 2, Feder 8 und 9 der gedrückten Taste NT 1, Feder 5 der Taste AT 1, Drosselrelais R 1, Erde. (Bei Verbindung mit Nebenstelle II ist der Verlauf des Weges derselbe, nur daß er anstatt über das Relais R 1 über das Relais R 2 und die entsprechenden Federn der Taste NT 2 führt.)

**Stromweg 9:** a-Leitung, Ra-Relais, Feder 3 und 1 der gedrückten Taste AT 1, Nebenstelle I, Feder 6 und 4 der gedrückten Taste AT 1, Drosselspule D 2, Klemme 4, Erde.

**Stromweg 10:** a-Leitung, Ra-Relais, Feder 3 und 1 der gedrückten Taste AT 2, Nebenstelle II, Feder 6 und 4 der gedrückten Taste AT 2, Drosselspule D 2, Klemme 4, Erde.

**Stromweg 11:** b-Leitung, Klemme 2 und 1, Drosselspule D 1, Klemme 10 und 9, Drosselrelais R 1, Feder 4 und 3 der Taste NT 1, Feder 2 und 1 der Taste AT 1, Nebenstelle I, Feder 6 und 5 der Taste AT 1, Drosselrelais R 1, Erde.

Stromweg 12: b-Leitung, Klemme 2 und 1, Drosselspule D1, Klemme 10 und 9, Drosselrelais R2, Feder 4 und 3 der Taste NT2, Feder 2 und 1 der Taste AT2, Nebenstelle II, Feder 6 und 5 der Taste AT2, Drosselrelais R2, Erde.

Stromweg 13: b-Leitung, Klemme 2 und 1, Drosselspule D1, Klemme 10 und 9, Drosselrelais R1, Feder 2 und 1 der gedrückten Taste NT1, Feder 1 und 2 des Kurbelinduktors, Feder 5 und 6 der Taste NT2, Feder 5 und 3 der gedrückten Taste NT1, Feder 2 und 1 der Taste AT1, Nebenstelle I, Feder 6 und 5 der Taste AT1, Drosselrelais R1, Erde.

Stromweg 14: b-Leitung, Klemme 2 und 1, Drosselspule D1, Klemme 10 und 9, Drosselrelais R2, Feder 2 und 1 der gedrückten Taste NT2, Feder 1 und 2 des Kurbelinduktors, Feder 5 und 3 der gedrückten Taste NT2, Feder 2 und 1 der Taste AT2, Nebenstelle II, Feder 6 und 5 der Taste AT2, Drosselrelais R2, Erde.

Stromweg 15: Kurbelinduktor Feder 2 und 3, Induktorwicklung, Feder 8 und 9 der Taste AT, am Mikrofon vorbei nach Feder 8 und 7 der Taste NT2, Feder 8 und 9 der gedrückten Taste NT1, Feder 5 und 6 der Taste AT1, Nebenstelle I, Feder 1 und 2 der Taste AT1, Feder 3 und 5 der gedrückten Taste NT1, Feder 6 und 5 der Taste NT2, zurück zur Feder 2 des Kurbelinduktors.

Wir wollen nun zu den Beispielen übergehen, und zwar soll zunächst eine Reihe von Beispielen angeführt werden, bei denen es sich ausschließlich um die Ermittlung einer Unterbrechung handelt.

#### Beispiel 1:

Bei Abnahme des Handapparats der Hauptstelle und Drücken der Taste AT läßt sich im Hörer kein Amtszeichen wahrnehmen. Außerdem spricht das Ra-Relais nicht an, und es kann nicht gewählt werden. Es sind also die Stromwege 2 und 7 des Schranke gestört. Wo liegt der Fehler?

Nach früherer Erklärung muß der Fehler in einem Schaltungsteil liegen, den die Stromwege 2 und 7 gemeinsam durchlaufen, da ein Fehler im Stromweg 2 allein sich nicht auf den Stromweg 7 auswirken kann. Als solch gemeinsamer Schaltungsteil kommt nach Abb. 8 das Stück

a-Leitung, Ra-Relais, Feder 1 und 2 des Schalters h, Klemme 16 und Impulskontakt des Nummernschalters

sowie das Stück

Feder 6 und 7 der Taste AT, Drosselspule D2, Klemme 4 und Erd

in Betracht. Die anderen Stücke sind nicht gemeinsam und kommen daher auch für die Fehlerermittlung nicht in Frage. Von den gemeinsamen Stücken läßt sich nun ein Teil der Stücke durch Vergleich mit anderen, störungsfreien Wegen als fehlerfrei ausscheiden. Betrachten wir einmal den durch Ansprechen des Ra-Relais als gut gekennzeichneten Stromweg 6. Mit diesem Stromweg haben die Wege 2 und 7 das Stück

a-Leitung, Ra-Relais, Feder 1 und 2 des Schalters h, Klemme 16 und Impulskontakt des Nummernschalters gemeinsam. In diesem Schaltungsteil kann also der Fehler nicht liegen, da der störungsfreie Weg 6 darüber führt. Blicke noch das Stück

Feder 6 und 7 der Taste AT, Drosselspule D2, Klemme 4 und Erde übrig. Von diesem Stück läßt sich durch Vergleich mit dem störungsfreien Stromweg 9 der Teil

Erde, Klemme 4 und Drosselspule D2 als fehlerfrei ausscheiden, denn über diesen Teil verläuft der Speisestrom für die Nebenstelle I, und er muß daher in Ordnung sein. Blicke nur noch der Kontakt an der Taste AT und das Drahtstück von Feder 7 nach dem Lötunkt an der b-Leitung übrig. Da das Drahtstück von Feder 7 entsprechend der hier nicht näher angegebenen Drahtführung an Feder 4 der Taste AT1 in die b-Leitung einmündet und an diesem Punkt infolge des letzten Vergleichs eine Unterbrechung schlecht be-

sehen kann (die Wahrscheinlichkeit eines Drahtbruchs an geschützten Lötunkten mit mehreren fehlerfreien Drahteinmündungen ist nämlich sehr gering), hat man den Fehler ausschließlich am Kontakt der Federn 6 und 7 der Taste AT zu suchen. Der Fehler läßt sich also hier unmittelbar als Unterbrechung in der Amtstaste und zwar an Feder 6 und 7 dieser Taste angeben.

### Beispiel 2:

Bei Abnahme des Handapparats der Hauptstelle und Drücken der Taste AT läßt sich im Hörer kein Amtszeichen wahrnehmen, und außerdem spricht das Ra-Relais nicht an. Es ist also der Stromweg 2 des Schrankes gestört. Wo liegt der Fehler?

Da zunächst kein anderer gestörter Stromweg gegeben ist, müssen wir den Stromweg 2 in Form einer Vergleichsprüfung mit solchen Wegen des Schrankes abgehen, welche den Weg 2 zum Teil mitbenutzen. Als solche Wege kämen z. B. die Stromwege 6, 7, 8 und 13 in Frage. Prüfen wir zuerst einmal mit dem Stromweg 6. Dieser Stromweg ist störungsfrei, da in Rückfragestellung der Amtstaste das Ra-Relais anspricht. Der Weg 6 benutzt von dem Stromweg 2 das Schaltungsstück

a-Leitung, Ra-Relais, Feder 1 und 2 des Schalters h, Klemme 16, Impulskontakt des Nummernschalters, Klemme 17 und das Drahtstück nach Feder 3 der Taste AT.

In diesem Schaltungsteil kann also die Unterbrechung nicht liegen. Wir haben sie in einem Schaltungsteil zu suchen, der durch den Vergleich noch nicht berührt worden ist. Um in diesen Schaltungsteil hineinzukommen, müssen wir einen neuen Vergleichsweg aussuchen, und zwar wählen wir zum Vergleich einmal den Stromweg 8. Dieser Stromweg ist ebenfalls in Ordnung, weil bei eingehängter Nebenstelle das Drosselrelais R1 anspricht (Schauzeichen SZ 1 springt vor) und im Hörer des Handapparats der Hauptstelle ein Rauschen wahr-

zunehmen ist. Der Stromweg 8 benutzt von dem übriggebliebenen Teil des Stromwegs 2 das Stück

Feder 1 des Kurbelinduktors, Widerstand W3, Induktionsspule, Mikrophon, Feder 8 und 7 der Taste NT2 und das Drahtstück nach Feder 8 der Taste NT1.

In diesem Schaltungsteil kann also die Unterbrechung ebenfalls nicht liegen. Bei der Prüfung des Weges 8 machen wir jedoch eine Feststellung, die uns einen weiteren fehlerhaften Weg an die Hand gibt. Es stellt sich nämlich heraus, daß der Stromweg 13 gestört ist, da nach Abnahme des Nebenstellenhandapparats die Nebenstelle keinen Speisestrom erhält und die Verständigung mit der Hauptstelle unterbrochen bleibt. Der Stromweg 13 hat mit dem Stromweg 2 das Schaltungsstück

Feder 5 der Taste NT1, Feder 6 und 5 der Taste NT2 und Feder 2 und 1 des Kurbelinduktors gemeinsam. Bei Voraussetzung eines einzelnen Fehlers muß die Fehlerstelle dann unbedingt in dem vorgenannten Stück liegen. Wir können jedoch die Stelle durch einen Vergleich mit dem Stromweg 15 noch näher bestimmen. Dieser Weg ist nämlich störungsfrei und benutzt von dem gemeinsamen Schaltungsteil der Wege 13 und 2 das Stück

Feder 5 der Taste NT1, Feder 6 und 5 der Taste NT2 sowie die Feder 2 des Kurbelinduktors. Blicke als ungeprüfte Stelle nur der Kontakt zwischen den Federn 1 und 2 des Kurbelinduktors übrig, da die Drähte an Feder 1 durch den Vergleich mit dem Stromweg 8 als gut gekennzeichnet sind. Der Fehler muß aus diesem Grunde zwischen den Federn 1 und 2 des Kurbelinduktors liegen. Es läßt sich also die Fehlerstelle in dem Beispiel bis auf einen Schaltungspunkt, nämlich den Kontakt am Kurbelinduktor, genau bestimmen.

### Beispiel 3:

Bei Abnahme des Handapparats der Hauptstelle und Drücken der Taste AT erhält die Hauptstelle keinen Speisestrom. Außerdem kann nicht gewählt werden, und

bei Rückfrage Amt—Hauptstelle spricht das Ra-Relais nicht an. Desgleichen spricht das Ra-Relais nicht an, wenn eine Nebenstelle mit dem Amt verbunden ist, und die Nebenstelle erhält keinen Speisestrom. Es sind also die Stromwege 2, 6, 7, 9 und 10 des Schrankes gestört. Wo liegt der Fehler?

Nach unserer bisherigen Betrachtung liegt der Fehler in einem Schaltungsteil, den die Wege 2, 6, 7, 9 und 10 gemeinsam durchlaufen. Dieser Schaltungsteil besteht nach Abb. 8 aus dem Stück a-Leitung und Ra-Relais sowie dem Stück Klemme 4 und Erde.

Nun kommt jedoch der Wechselstromanruf vom Amt bei der Hauptstelle an (die Klappe AAK fällt), und weiterhin läßt sich auch die Nebenstelle in Verbindung Amt—Nebenstelle vom Amt aus anrufen (der Nebenstellenwecker läutet und das Sternschauzeichen liegt vor, Relais Ra also erregt). Es kann daher der Fehler weder in der a-Leitung noch im Ra-Relais liegen. Blicke noch das Stück Klemme 4 und Erde übrig. Wenn wir die Unterbrechung hierin annehmen, und sie muß schließlich hierin liegen, drängt sich zunächst die Frage auf „Wie kommt es, daß der Rufstrom über die Nebenstelle fließt, während der Speisestrom in einem der gemeinsamen Stücke unterbrochen wird?“ Betrachten wir einmal den normalen Verlauf des Rufstroms. Der Rufstrom benutzt bei diesem Verlauf den Stromweg 9, fließt also über die Drosselspule D2 und die Klemme 4 nach Erde. Wenn an Klemme 4 ein Drahtbruch besteht, geht der Weg an dieser Stelle nicht weiter, und der Rufstrom muß, wenn er trotz des Drahtbruches noch fließt, auf irgendeine andere Weise nach Erde gelangen. Wie ist das möglich? Aus Abb. 8 und der Tatsache, daß der in Ortsnetzen gebräuchliche Rufstrom fast ungehindert über Kondensatoren in der Größenordnung von 2 Mikrofarad an aufwärts und Drosselspulen für Sprechfrequenzsperrung geht, ergibt sich, daß der Rufstrom auch über den Schaltungsteil

Klemme 6 und 5, Kondensator C5, Klemme 8, 7, 2

und 1, Drosselspule D1, Klemme 10, Kondensator C2 und Klemme 13 nach Erde

fließen kann. Der Sprechstrom kann diesen Weg nicht nehmen, da er durch die Drosselspule D1 abgedrosselt wird. Wir kommen also zu dem Schluß, daß der Fehler in Gestalt einer Unterbrechung an Klemme 4 oder dem allgemeinen Erdverteilungspunkt des Schrankes besteht, und zwar ist dort entweder die Schraube locker oder die den Wegen 2, 6, 7, 9 und 10 gemeinsame Erdverbindung abgebrochen.

Bestehen in einer Schaltung mehrere Unterbrechungen gleichzeitig, so gibt es zwei Möglichkeiten, um den Fehler zu finden.

1. Die gestörten Stromwege besitzen keinen gemeinsamen Schaltungsteil, wodurch sich sofort die Fehlerzahl ergibt. Die Störungssuche geschieht nach einem der grundsätzlichen Verfahren.

2. Die gestörten Stromwege besitzen einen gemeinsamen Schaltungsteil, wodurch sich die Fehlerzahl nicht ergibt (die Fehler können nämlich sowohl im gemeinsamen als auch in den nicht gemeinsamen Teilen der Stromwege liegen), so daß wir zu einer Änderung unserer bisherigen Betrachtung gezwungen sind. Wir können nämlich nicht mehr sagen, der Fehler liegt im gemeinsamen Teil der gestörten Stromwege, sondern müssen jeden gestörten Stromweg durch stückweisen Vergleich mit anderen Wegen auf die Fehlerstelle hin absuchen. Wie das geschieht, zeigt Beispiel 4.

#### Beispiel 4:

Angenommen, in der Schaltung des Schrankes der Abb. 8 beständen gleichzeitig mehrere Unterbrechungen, wodurch die Stromwege 1, 2, 4 und 6 gestört wären, so ergibt sich zwangsläufig folgender Untersuchungsgang:

Eine Unterbrechung muß unbedingt im Stromweg 1 liegen, weil dieser Stromweg nach Abb. 8 als erster Weg von der gemeinsamen Strombahn abzweigt, und zwar hat man die Unterbrechung in dem nur vom Rufstrom durchflossenen Teil des Weges zu suchen, da der

Stromweg 7, welcher über die a-Leitung führt, in Ordnung ist. Die zweite Unterbrechung muß unbedingt im Stromweg 6 liegen, weil dieser Stromweg als zweiter Weg von der gemeinsamen Strombahn abzweigt (die Klemme Aa gilt als Bezugspunkt für alle Wege), und zwar hat man die Unterbrechung in dem Schaltungsteil zu suchen, welcher nach Abzug der durch den störungsfreien Stromweg 7 als gut gekennzeichneten Stücke übrigbleibt.

Vom Stromweg 2 sind die folgenden Stücke gut:

a-Leitung, Ra-Relais, Feder 1 und 2 des Schalters h, Klemme 16 und der Impulskontakt des Nummernschalters, — — Erde, Klemme 4, Drosselspule D2, Feder 7 und 6 der Taste AT (weil Stromweg 7 gut ist), Feder 5 der Taste NT 1, Feder 6 und 5 der Taste NT 2, Feder 2 und 1 des Kurbelinduktors (weil Stromweg 13 gut ist), Widerstand W 3, Induktionsspule, Mikrophon, Feder 8 und 7 der Taste NT 2 und Feder 8 der Taste NT 1 (weil Stromweg 8 gut ist).

Bleibe noch die Möglichkeit einer dritten Unterbrechung in dem Stück

Klemme 17, Feder 3 und 5 der Taste AT und Feder 6 der Taste NT 1

übrig. Um diese dritte Unterbrechung zu beweisen, müssen wir zuerst den Fehler 2 beseitigen. Fehler 2 liegt im Stromweg 6 und zwar vermutlich in dem Stück

Feder 2 des Nummernschalters, Klemme 17 und Feder 3 der Taste AT.

weil merkwürdigerweise gleichzeitig auch vom Weg 2 das Stück

Klemme 17, Feder 3 und 5 der Taste AT und Feder 6 der Taste NT 1

gestört ist. An den Federn 5 und 6 des im gestörten Teil des Stromwegs 2 liegenden gemeinsamen Schalters neben der Auslösetaste braucht mit keiner Unterbrechung gerechnet zu werden, weil in unserem Falle die den Federn parallel geschalteten Klemmen 20 und 21 miteinander verbunden sind und dadurch eine mögliche

Unterbrechung in dem einen oder anderen Zweig der Parallelschaltung unwirksam machen. Beim Absuchen der vorgenannten Stücke soll sich einmal herausstellen, daß die Klemmverbindung 17 locker ist. Wir haben dann ein Beweismittel für die dritte Unterbrechung geschaffen. Wenn nämlich nach Beseitigung des Fehlers an Klemme 17 der Rückfragekreis Amt—Hauptstelle richtig arbeitet und das Mikrophon der Hauptstelle trotzdem keinen Speisestrom erhält, muß noch ein dritter Fehler an der Feder 5 der Taste AT oder der Feder 6 der Taste NT 1 vorliegen. Im anderen Falle waren eben nur zwei Fehler vorhanden, der im Stromweg 1 und der an Klemme 17. Wir wollen einmal annehmen, daß nach Beseitigung des Fehlers an Klemme 17 der Mikrophonspeisekreis, der Sprechkreis und der Rückfragekreis, also die Stromwege 2, 4 und 6 wieder betriebsfähig sind. In diesem Falle kommen eben nur die zwei vorgenannten Fehler in Betracht. Damit ist der Ermittlungsgang beendet.

Ganz allgemein läßt sich über die Ermittlung mehrerer gleichzeitig bestehender Unterbrechungen folgendes sagen.

Man prüft zunächst sämtliche Stromwege des gestörten Apparats auf Fehlerfreiheit bzw. Fehlerhaftigkeit und untersucht dann die gestörten Stromwege in der durch die Schaltung und einen angenommenen Bezugspunkt z. B. die Anschlußklemme der Fernspreitleitung gegebenen Reihenfolge ihrer Abzweigung von der gemeinsamen Strombahn wie in den Beispielen 1 bis 3. Dabei stößt man ganz von selbst auf die einzelnen Fehler, so daß eigentlich keine Schwierigkeiten entstehen. Man muß nur sämtliche Stromwege des Fernsprechapparats genau kennen und imstande sein, die einzelnen Stromwege auf Fehlerfreiheit bzw. Fehlerhaftigkeit sowohl unter regelrechten als auch regelwidrigen Abwicklungsverhältnissen zu prüfen, weil dies zur Abgrenzung der sich gegenseitig überdeckenden Fehler notwendig ist. Nur die Beherrschung der Schaltungsgrundlage verspricht hier einen Erfolg. Wir wol-

len nun einige Beispiele anführen, bei denen die Ermittlung eines Nebenschlusses gezeigt wird.

Ein Nebenschluß kennzeichnet sich dadurch, daß neben ordnungsmäßigen Schaltwerken noch andere mit ansprechen. Diese fälschlich ansprechenden Schaltwerke können zur Aufstellung des Wegeplans des Nebenschlusses dienen. Wegeplan bedeutet: Angabe der auf dem Nebenschlußweg liegenden Punkte, an welchen sich der sonst unbekannt Weg durch eine Stromwirkung in der Schaltung bemerkbar macht. Um den Wegeplan zu erhalten, muß jede Stelle des störungsbetroffenen Fernsprechapparats zugänglich sein, der Apparat also unter Umständen durch Hochheben des Gehäusedeckels, Abnahme der Relaishauben usw. geöffnet werden. Ein probeweiser Eingriff in die Schaltung erfolgt jedoch nicht. Es werden lediglich die einzelnen Schaltwerke und Kontaktstellen betrachtet und die bei Prüfung der einzelnen Stromwege fälschlich ansprechenden Schaltwerke bzw. fälschlich funkenden Kontakte notiert. An Hand der Notizen und des Stromlaufs erfolgt dann die Ermittlung der Fehlerstelle. Wie sich die Ermittlung im einzelnen abspielt, zeigen nachfolgende Beispiele.

#### Beispiel 5:

Wird am Schrank der Abb. 8 die Taste NT 1 gedrückt, so spricht neben dem vorgesehenen Drosselrelais R 1 und dem Schauzeichen SZ 1 noch das Ra-Relais und das Schauzeichen SZ zu 100 Ohm an. Desgleichen spricht das Ra-Relais und das Schauzeichen SZ zu 100 Ohm an, wenn die Nebenstelle I bei ungedrückter Taste aushängt. Es sind also die Stromwege 8 und 11 des Schrankes gestört, da bei den genannten Handgriffen am Schrank weder das Ra-Relais noch das Schauzeichen SZ zu 100 Ohm in Tätigkeit kommen darf. Wo liegt der Fehler?

Zunächst ist an Hand der Abb. 8 der Nebenschlußweg zu bestimmen. Dieser verläuft für den Stromweg 8 über den a-Zweig der Amtsleitung, das Ra-Relais (dieses Relais spricht fälschlich an, muß also Strom, und

zwar den Nebenschlußstrom führen), die Taste NT 1 (denn der Nebenschluß wird erst beim Drücken dieser Taste ausgelöst), nach Erde, und zwar deshalb nach Erde, weil sowohl am a-Zweig als auch am b-Zweig der Amtsleitung Batterie liegt und der Nebenschlußstrom nur fließen kann, wenn er Erde findet. Für den Stromweg 11 verläuft der Nebenschlußweg ebenfalls über den a-Zweig der Amtsleitung und das Ra-Relais, jedoch nicht mehr über die Taste NT 1, denn diese Taste wird bei Verbindung Nebenstelle I mit Nebenstelle II nicht gedrückt, sondern die ausgehängte Nebenstelle I nach Erde; a-Zweig der Amtsleitung, Ra-Relais, Taste NT 1 und Erde stellen also den Wegeplan des Nebenschlusses für den Stromweg 8, die Schaltungspunkte a-Zweig der Amtsleitung, Ra-Relais, ausgehängte Nebenstelle I und Erde den Wegeplan für den Stromweg 11 dar. Unter der Voraussetzung, daß als Störungssache nur ein Nebenschluß vorliegt, muß dann der Fehler an einer Schaltungsstelle liegen, an welcher sich der Nebenschlußweg einmal über die Taste NT 1 und das andere Mal über die ausgehängte Nebenstelle I verzweigt. Wo ist diese Stelle zu suchen? Gehen wir einmal den Nebenschlußweg vom a-Zweig der Amtsleitung aus langsam ab. Auf der Strecke bis zum Ra-Relais kann der Nebenschluß nicht liegen, weil das Ra-Relais anspricht. Hinter dem Ra-Relais befindet sich zunächst ein Abzweig nach dem geöffneten Hakenumschalter h. Diesen Abzweig brauchen wir jedoch nicht zu berücksichtigen, weil der Stromweg 2 in Ordnung ist. Der nächste Abzweig über den Kondensator C 3 und die Drosselspule D 2 kommt als Nebenschlußweg (Durchschlag des Kondensators) ebenfalls nicht in Frage, da der Stromweg 7 fehlerfrei, d. h. die Nummernwahl möglich ist und der Weg über C 3 nach Erde sowieso nicht über die Taste NT 1 oder die Nebenstelle I führt. Der dritte Abzweig von der a-Leitung endet an einer Feder der Taste AT 1. Wir können nun einen Nebenschluß gegen die rechts oder links benachbarte Feder dieser Taste annehmen und versuchen, über den angenommenen Nebenschluß auf

den Nebenschlußweg zu kommen. Gelingt uns dies, so ist mit dem gedachten Nebenschluß die Nebenschlußstelle gefunden. Angenommen, die Feder 3 der Taste AT 1 hätte mit Feder 4 leitende Verbindung, so müßte die Amtsleitung dauernd belegt sein, denn an Feder 4 liegt über die untere Hälfte der Drosselspule D 2 Erde. Dies ist aber nicht der Fall. Es kann daher zwischen Feder 3 und 4 kein Nebenschluß bestehen. Nehmen wir eine leitende Verbindung mit der Feder 2 an, so macht sich in Ruhestellung sämtlicher Schalter und Tasten keine Störung bemerkbar, da sowohl am a-Zweig der Amtsleitung als auch an der linken Hälfte des Drosselrelais R 1 Batterie von gleicher Spannungshöhe liegt. Hängt die Nebenstelle 1 aus, so kann über die angenommene Fehlerstelle ein Strom fließen, der von Feder 2 ab denselben Weg wie der normale Nebenstellensprechstrom nimmt. Wir kommen also über die ausgehängte Nebenstelle 1 nach Erde. Das würde mit unserem Wegeplan für den Stromweg 11 übereinstimmen. Soll der angenommene Nebenschluß wirklich die Fehlerstelle sein, dann muß auch nach dem Wegeplan der Stromweg 8 darüber führen. Das ist hier tatsächlich der Fall, denn wenn die Taste NT 1 gedrückt wird, bekommt das Hauptstellenmikrofon sowohl vom b-Zweig als auch vom a-Zweig der Amtsleitung Speisestrom, wobei der normale Speiseweg von Feder 2 der Taste AT 1 ab als Teil der Nebenschlußbahn benutzt wird. Der angenommene Nebenschluß zwischen den Federn 3 und 2 bzw. 3 und 1 der Taste AT 1, denn diese Federn können sich mit genau der gleichen Wirkung berühren, muß also die gesuchte Nebenschlußstelle sein.

#### Beispiel 6:

Wird die Taste NT 1 gedrückt, so spricht das Mithörrelais Rm und das Drosselrelais R 1 an. Außerdem springt das Schauzeichen SZ 1 vor. Wird die Taste NT 2 gedrückt, so sprechen das Drosselrelais R 2 und das Schauzeichen SZ 2 an, während das Mithörrelais in Ruhe bleibt. Es ist also der Stromweg 8 gestört, da beim

Drücken der Taste NT 1 und bei geöffnetem Schalter U das Mithörrelais nicht ansprechen darf. Wo liegt der Fehler?

Zunächst ist wieder der Nebenschlußweg zu bestimmen. Dieser verläuft, da das Mithörrelais auf der einen Seite am batterieführenden b-Zweig der Amtsleitung anliegt, vom b-Zweig über das Mithörrelais, die gedrückte Taste NT 1 (denn die Störung wird erst beim Drücken dieser Taste ausgelöst) nach Erde. Das Ansprechen des Drosselrelais R 1 und des Schauzeichens SZ 1 ist normal, so daß wir diese beiden Elemente im Wegeplan nicht aufführen können. Die vorgenannten Schaltungsstellen genügen jedoch vollständig, um den Fehlerort einwandfrei zu bestimmen. Verfolgen wir einmal den Nebenschlußweg von Klemme 24 ab über die Taste NT 1 nach Erde. Der von Klemme 24 abgehende Draht endigt an der letzten Feder der Taste NT 1. Wird diese Taste gedrückt, so stellt sich ein Drahtweg bis zum Schalter U her, an welchem über das geöffnete Federpaar 1 und 2 Erde liegt. Berühren sich die Federn 1 und 2 gegenseitig, so kann das Mithörrelais über die Berührungsstelle hin ansprechen. Als wirkliche Fehlerstelle können wir die Stelle jedoch nur ansehen, wenn das Mithörrelais auch beim Drücken der Taste NT 2 anspricht. Das ist nicht der Fall. Die Federn 1 und 2 des Schalters U kommen daher als Fehlerstelle nicht in Betracht. Kehren wir zur Taste NT 1 zurück. An dieser Taste kann die äußerste Feder nur mit der links benachbarten Feder Schluß bekommen, da nach rechts zu keine Feder mehr liegt. Ein Schluß mit der linken Feder wird jedoch dadurch widerlegt, daß das Mithörrelais bei umgelegtem Schalter U und ungedrückter Taste NT nicht anspricht und sich bei genauer Beobachtung der Taste während der Betätigung zwischen den Federn 11 und 10 ein Funken wahrnehmen läßt. Der Nebenschlußweg muß also über die Kontaktstücke der Federn 11 und 10 gehen. Wir können nun eine leitende Verbindung zwischen den Federn 10 und 9 annehmen und versuchen, über diese Verbin-

dung auf den Nebenschlußweg zu kommen. Hat die Feder 10 mit der Feder 9 leitende Verbindung, so macht sich in Ruhestellung der Taste NT 1 keine Störung bemerkbar. Wird die Taste gedrückt, dann kommt über die Verbindung und die rechte Hälfte des Drosselrelais R 1 ein Drahtweg nach Erde zustande, über den das Mithörrelais ansprechen kann. Wir geraten also bei Annahme einer Verbindung zwischen den Federn 10 und 9 der Taste NT 1 in die durch den Wegeplan vorgezeichnete Nebenschlußbahn hinein und haben damit die Fehlerstelle gefunden. Eine andere Möglichkeit besteht nicht.

So wie in den genannten Beispielen läßt sich auch in automatischen Fernsprechanlagen vorgehen, da dieselben mit Ausnahme von Impulsverzerrungen bzw. Änderungen der Anzug- und Abfallzeit von Relais nur technische, aber in bezug auf die Störungsmöglichkeiten keine grundsätzlichen Unterschiede aufweisen. Wie im Falle einer Impulsverzerrung vorzugehen ist, zeigt nachfolgender Abschnitt.

Impulsverzerrungen treten vorzugsweise durch Erdschluß oder Nebenschluß zwischen den Leitungen des Stromstoßgebers und Stromstoßempfängers auf. Die Erde bzw. der Nebenschluß beeinflussen das die Stromstöße empfangende Relais so, daß die Abfallzeiten desselben geändert werden und die in den Stromstoßpausen stattfindenden Schaltvorgänge nicht mehr zur richtigen Durchführung kommen. Gewöhnlich sind es keine niederohmigen, sondern hochohmige Nebenschlüsse, welche die vorgenannte Wirkung auslösen, da niederohmige Nebenschlüsse die Stromimpulse ganz verschlucken. Das ist auch der Grund, weshalb sich Impulsverzerrungsfehler weniger gut feststellen lassen. Um Impulsverzerrungsfehler festzustellen, trennt man die Verbindungsleitung zwischen dem Stromstoßgeber und dem Stromstoßempfänger in irgendeiner Weise auf und prüft, ob die getrennte Leitung an einem Zweig Außenstrom (Batterie) oder Erde hat und ob sich die Leitungszweige nicht untereinander berühren. Je nach dem

Ergebnis ist dann nach einer der angegebenen Methoden weiter einzugrenzen.

Läßt sich kein Nebenschluß feststellen, so ist nachzusehen, ob die Leitung keinen allzu hohen Schleifenwiderstand besitzt oder ob in Anlagen mit Nummernwahl über Erde die Erdverbindung keinen allzu hohen Übergangswiderstand aufweist. Ein allzu hoher Erdungswiderstand kann nämlich auch zu Fehlimpulsen führen, wie Abb. 9 zeigt. In dieser Abbildung stellt I die Ersatzschaltung einer fehlerfreien Nebenstellenanlage und II die Ersatzschaltung einer fehlerhaften Nebenstellenanlage im Anschluß an ein W-Amt nach dem Schleifensystem dar. In Abb. 9 I liegen die beiden Leitungszweige a und b parallel an der Batterie des Amtes, wodurch sich die beiden Zweige gegenseitig nicht beeinflussen können. Bei der Schaltung nach II tritt

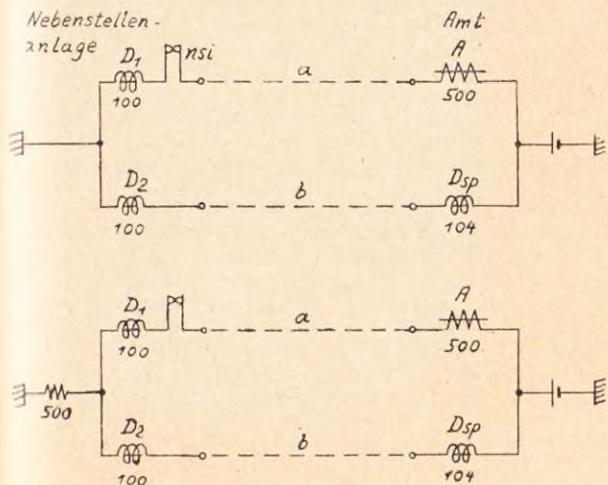


Abb. 9

durch den Übergangswiderstand von 500 Ohm in der Erdleitung eine galvanische Kopplung auf, die sich so auswirkt, daß die Anzugszeit des A-Relais durch die Speisedrossel Dsp von 104 Ohm und die Drossel D2 in der Nebenstellenanlage erhöht wird. Der b-Zweig stellt nämlich in dieser Schaltung einen Parallelzweig zum A-Relais dar, wodurch das Relais beim Schließen des nsi-Kontakts später anspricht und so die vorgeschriebenen Impulszeiten überschreitet. Das Beispiel zeigt deutlich, wie schwierig es mitunter ist, einen Impulsverzerrungsfehler festzustellen. Ein Wegeplan läßt sich bei Impulsverzerrungen kaum aufstellen.

Zu bemerken wäre noch, daß in automatischen Fernsprechanlagen Nebenschlüsse und Unterbrechungen oft durch Federverbiegungen entstehen. Man wird daher vor der Störungssuche nach dem Verfahren der logischen Fehlerermittlung die Schaltung zweckmäßig zuerst nach Federverbiegungen absuchen, zumal da es sehr leicht ist, solche Verbiegungen aus der Aufgabe der Federn der einzelnen Kontaktsätze zu ersehen.

Über die Fehlerermittlung in Reihenanlagen läßt sich allgemein folgendes sagen.

In Reihenanlagen muß vor Anwendung des Verfahrens zunächst der gestörte bzw. erstgestörte Reihenapparat ausfindig gemacht werden. Dies geschieht, je nach der Schaltung der Sprechleitungen, auf zweierlei Art. Ist z. B. in einer Anlage mit hintereinandergeschalteten Apparaten beim Drücken der Amtstaste kein Amtszeichen zu hören, so wird zunächst die Taste des in der Sprechleitung vorliegenden Apparats gedrückt, und wenn an diesem ebenfalls kein Amtszeichen zu hören ist, die Taste des vorvorliegenden Apparats usw., bis sich ein Apparat findet, der diesen Fehler nicht besitzt. Der erste hinter dem störungsfreien Apparat liegende gestörte Apparat wird dann als erstgestörter Reihenapparat untersucht. Die Untersuchung besteht in dem Abhören der Eingangs- und Ausgangsklemmen des Apparats. Ist z. B. an den Eingangsklemmen des Apparats das Amtszeichen zu hören, an den

Ausgangsklemmen dagegen nicht, so liegt der Fehler im Apparat, und man kann zu dem in diesem Abschnitt angegebenen Ermittlungsverfahren übergehen. Dasselbe kann man auch in dem Falle tun, wenn sowohl an den Eingangs- als auch an den Ausgangsklemmen Summen zu hören ist, der Hörer des Reihenapparats aber trotzdem stromlos bleibt. Läßt sich schon an den Eingangsklemmen kein Amtszeichen wahrnehmen, dann wird lediglich das den Klemmen vorgelagerte Kabelstück abgesehen. Kommt auf der inneren Sprechleitung zwischen zwei Reihenapparaten 1 und 2 keine Verbindung zustande, so ruft man zunächst von einer dritten Stelle aus die Reihenapparate 1 und 2 an. Läutet der Wecker des Apparats 1, der des Apparats 2 dagegen nicht, so ist der Apparat 2 gestört. Läuten beide Wecker, dann ist derjenige Apparat gestört, welcher in der gestörten Verbindung die Taste in Arbeitsstellung hat. Das läßt sich an jeder Schaltung mit besonderer Ruf- und Rückrufleitung leicht nachweisen.

#### IV. Kombinationsfehler und Einsetzungsmethode

In den vorangegangenen Abschnitten haben wir nur Störungsfälle behandelt, bei denen die Störungsursache ein selbständiger Fehler war. Wir wollen nun einen Fall besprechen, bei dem die Störungsursache nicht aus einem selbständigen, sondern aus zwei zusammenwirkenden Fehlern besteht, die in der Abhandlung als Kombinationsfehler bezeichnet werden.

Angenommen, in einem W-Gestell wird ein Relaiskoffer als gestört ermittelt und zwecks stockungsfreier Verkehrsabwicklung gegen einen Reservekoffer ausgewechselt. Beim Einsetzen des Reservekoffers verschwindet die Störung, so daß der Sachlage nach zu urteilen der Fehler in dem ausgewechselten Relaiskoffer liegen muß. Nun ergibt jedoch die Prüfung des Koffers am Prüfwählgerüst, daß derselbe vollkommen fehlerfrei arbeitet, und zwar auch dann noch, wenn man die Span-

nungsverhältnisse am Prüfgestell sehr ungünstig gestaltet. Nur wenn man ihn in das obengenannte W-Gestell zurückversetzt, tritt die Störung wieder auf. Betrachten wir uns die Sachlage einmal etwas genauer. Wenn die Störung lediglich beim Einsetzen des Koffers in das erwähnte Gestell auftritt, kann es nur möglich sein, daß zwei an und für sich unwirksame Fehler, welche getrennt im Koffer und der Gestellschaltung vorliegen, beim Einsetzen des Koffers in das Gestell wirksam werden. Die Fehlerermittlung ist dann auch nur in dieser Zusammenstellung möglich. Man muß also den Fehler bei eingesetztem Koffer nach irgendeinem der früher genannten Verfahren feststellen. Unser Fall soll einmal folgendes Ergebnis bringen.

Von den Einsatzkontakten war ein Kontaktmesser am Koffer und die zugehörige Doppelfeder am Gestell nach rechts hin verschoben, so daß sich die Stücke in gestecktem Zustande an die Nachbarstücke anlehnten. Dadurch kam ein Erdschluß zustande. Hätte nur das Messer allein zu weit rechts gesessen, dann wäre kein Erdschluß entstanden, weil sich das Messer und die Doppelfeder dann überhaupt nicht mehr ineinander geschoben hätten. Der Fehler wäre in diesem Falle bei Einsatz des Reservekoffers sofort sichtbar gewesen.

So wie in dem Beispiel treten besonders bei Anordnung von elektrischen Teilen und Schaltern auf gemeinsamer Metallschiene leicht Kombinationsfehler auf, wenn z. B. ein spannungsführender Teil und ein erdelführender Teil mit der Schiene in Berührung kommen und so einen Nebenschluß über die Schiene herstellen. Die Schiene besitzt dann natürlich ein bestimmtes Potential, das sich als bequemes Mittel zur Fehlereingrenzung verwenden läßt. Man schraubt einfach die einzelnen Teile bzw. Schalter nacheinander von der Schiene ab und beobachtet dabei die Änderung des Schienenpotentials mit Hilfe eines Kopfhörers. Das abgenommene Teil oder der Schalter, bei welchem das Potential größer oder kleiner wird, besitzt den ersten, das Teil oder der Schalter, bei welchem das Potential verschwin-

det, den zweiten Fehler. Auf andere Weise läßt sich der Kombination hier nicht beikommen. Allgemein läßt sich über den Unterschied zwischen selbständigen und Kombinationsfehlern folgendes sagen.

Wird an einem Fernsprechapparat ein Schaltungsteil zwecks Fehlerermittlung herausgenommen, so darf man sich mit der Auswechslung allein nicht begnügen, sondern muß den herausgenommenen Teil versuchsweise an einem zweiten Apparat und einen Reserveteil im gestörten Apparat einsetzen. Arbeitet der herausgenommene Teil im zweiten Apparat und der Reserveteil im gestörten Apparat einwandfrei, dann liegt ein Kombinationsfehler vor. Arbeiten die Teile nicht einwandfrei, dann liegt ein selbständiger Fehler vor, und zwar im ersten Falle ein Fehler im herausgenommenen Teil und im zweiten Falle ein Fehler in der restlichen Schaltung des gestörten Fernsprechapparats. Damit ist zugleich die Einsetzungsmethode erklärt. Einsetzungsmethode heißt: Einsetzen eines geprüften störungsfreien Teils an Stelle des vermutlich gestörten Teils. Verschwindet die Störung beim Einsetzen des geprüften Teils, so wird der Fehler einwandfrei als im herausgenommenen Teil liegend bewiesen.

Über die Anwendung der Einsetzungsmethode läßt sich allgemein folgendes sagen. Die Anwendung der Methode beschränkt sich im wesentlichen auf solche Fälle, wo aus irgendeinem Grunde eine Nachmessung der elektrischen Werte des vermutlich gestörten Teils nicht vorgenommen werden kann und wo man sich über die Tragweite eines Eingriffs in die Schaltung voll bewußt ist. Für andere Fälle ist die Methode weniger geeignet, weil sie leicht zu einem Verschwinden des Fehlers Anlaß gibt. Nur eine sorgfältige und auf Kombinationsfehler achtende Auswechslung bürgt für einen praktischen Erfolg.

## V. Ermittlung veränderlicher Fehler

Über die grundsätzlichen Ermittlungsmethoden der veränderlichen Fehler haben wir schon früher berichtet, so daß wir hier nicht mehr darauf einzugehen brauchen. Der nachfolgende Abschnitt soll lediglich einige

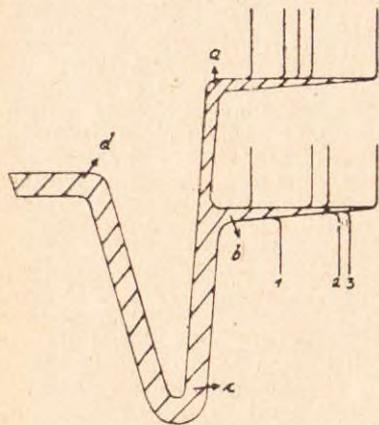


Abb. 10

Beispiele über die Ermittlung von veränderlichen Fehlern bringen.

Angenommen, beim Bewegen eines Drahtabbundes nach Art der Abb. 10 trete in einem der über den Abbund geführten Stromwege eine vorübergehende Unterbrechung auf, so daß wir es also mit einem veränderlichen Fehler zu tun haben. Dieser veränderliche Fehler wird wie folgt ermittelt.

Zunächst werden die dünnen Teile des Abbundes an den Stellen a und b, darauf die dicken Teile an den Stellen c und d mehrmals hin und her bewegt, wobei

man die während der Bewegung noch nicht untersuchten Teile festhält. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß sich die Bewegung nicht über die untersuchte Stelle hinaus erstreckt und so eine Bestimmung des Fehlers unmöglich macht. Würde man umgekehrt zuerst die dicken und darauf die dünnen Teile des Abbundes bewegen, so könnte man die Fehlerbestimmung zwar auch durchführen, hätte es aber in der Bestimmung viel schwieriger, weil die Bewegung der dicken Teile erfahrungsgemäß eine stärkere Mitbewegung der dünnen Teile zur Folge hat. Nur wenn man beim Bewegen des Abbundes langsam von den dünnen Teilen auf die dicken zu vorgeht, läßt sich die Fehlerstelle genau bestimmen. Der Teil, welcher die Fehlerstelle enthält, macht sich dann durch fortgesetztes Verschwinden und Wiederauftreten des Fehlers bemerkbar. Die anderen Teile üben beim Bewegen keinen Einfluß auf den Fehlerzustand aus.

Angenommen, die Störung würde sich beim Bewegen des Abbundes in b dauernd ändern, so wäre b derjenige Zweig, welcher den Fehler enthalten müßte. Um nun zu erfahren, ob der Fehler unmittelbar im Knick b oder an den Drahtausläufen des b-Zweiges zu suchen ist, werden zunächst die einzelnen Drahtausläufe des b-Zweiges bewegt. Hierbei soll sich einmal herausstellen, daß die Störung beim Bewegen des Drahtauslaufes 1 verschwindet und wiederkommt, so daß also dieser Auslauf den Fehler enthalten muß. Der Auslauf wird nun genauer untersucht und g. F. ein Stück aus dem Abbund herausgenommen, wodurch sich die Fehlerstelle in der Regel gleich zu erkennen gibt. Ein anderes Ermittlungsverfahren ist hier mit gleichem Erfolg nicht anwendbar.

Als zweites Beispiel möge folgender Fall dienen.

An einem Fernsprechvermittlungsschrank leuchtete zeitweise die Kontrollampe des Schrankes nicht auf, so daß also ein veränderlicher Fehler vorlag. Dieser Fehler wurde wie folgt ermittelt. Zuerst wurde versucht, die Störung durch künstlichen Anruf des Schrankes her-

vorzubringen, um den Fehler in seinem Wirkzustande zu erfassen. Hierbei trat jedoch die Störung nicht auf, so daß nichts anderes übrigblieb, als den Fehler durch Absuchen der Schaltung festzustellen. Dies wurde in folgender Weise bewerkstelligt. Zuerst wurden die fraglichen Stromkreise nach schlechten Lötstellen und darauf nach verbrannten Kontakten abgesucht. Dabei stellte sich heraus, daß der Plättchenkontakt des Lampenrelais infolge übermäßiger Beanspruchung durchlocht war, so daß der Kontaktkegel keinen genügenden Gegendruck mehr fand. Trotzdem war der Kontakt noch arbeitsfähig. Als Fehlerstelle kam er natürlich schon wegen seiner Durchlöcherung in Frage. Die spätere Beobachtung ergab dann auch, daß der Kontakt tatsächlich die Ursache der Lampenstörung war, weil nach seiner Auswechslung die Unregelmäßigkeit der Lampenbetätigung verschwand.

Als letztes Beispiel möge folgender Fall dienen.

Der Teilnehmer einer gewöhnlichen Sprechstelle beklagte sich über öftere Falschverbindungen. Hierbei wurde er nicht mit bestimmten, sondern mit ganz verschiedenen Anschlüssen verbunden. Es lag daher die Vermutung eines veränderlichen Fehlers in seinem Apparat vor. Zunächst wurde der Nummernschalter des gestörten Apparats untersucht. Dabei stellte sich heraus, daß durch schwaches Beklopfen des Schalters ziemlich starke Knackgeräusche hervorgebracht werden konnten. Diese Knackgeräusche rührten von den Stromstoßkontaktfedern her, welche in dem Apparat nur ganz lose aufeinanderlagen und bei Erschütterung jedesmal ins Schwingen kamen. Nach Erhöhung des Kontaktdruckes blieben die Falschverbindungen aus, so daß also die Störung an der zu geringen Vorspannung der Stromstoßkontaktfedern lag. Eine Messung der Impulszeiten des Nummernschalters war dadurch nicht erforderlich.

## VI. Die Ermittlung von Geräuschen und Übertragungs- technischen Fehlern

Über die Ermittlung von Geräuschen und Ü-Fehlern können wir hier nur in beschränktem Maße sprechen, da das physikalische und technische Niveau des Buches nicht überschritten werden soll. Wir können uns also nur auf reine Sprechstellenstörungen beziehen. Betrachten wir zunächst einmal die Verfahren zur Ermittlung von Geräuschen.

Geräusche können durch Induktion oder Influenz von Starkstrom und Hochspannungsanlagen sowie durch Federprellungen, Starkstromberührungen, atmosphärische Entladungen und durch induktive-kapazitive Übertragungen aus fremden Schwachstromanlagen in die Fernsprechanlage hineingebracht werden. Erdgeräusche gehören ebenfalls hierzu.

Ist an einem Fernsprechapparat ein Störgeräusch zu hören, so wird zunächst die Art des Störgeräusches festgestellt. Ist z. B. das Geräusch in Form eines zeitweisen, langsamen Anschwellens und Abschwellens zu vernehmen, so stammt das Geräusch von einem elektrischen Bahnmotor her. Geräusche von Hochspannungsanlagen wie z. B. durch Wanderwellen, Belastungs- oder Entlastungsstöße sind meist nur als einmalige, scharf abgegrenzte Lautstöße zu vernehmen. Bei Geräuschen aus Starkstromanlagen wie z. B. Gleichrichteranlagen, Starkstromspeiseleitungen, Batterielademaschinen usw. ist im Hörer ein ständiges, hin- und herschwankendes Summen zu hören. Das Summen dauert selbstverständlich nur so lange, wie die Starkstromanlage in Betrieb ist, und hört mit der Außerbetriebsetzung der Starkstromanlage auf. Knallgeräusche sind kurzzeitige, schlagartige Geräusche, welche sich schon von einem Laien eindeutig bestimmen lassen, und Erdgeräusche endlich sind solche Geräusche, welche in Form unbestimmter Wechseltöne niemals zum Verschwinden kommen (prüfen mit Geräuschspannungsschreiber).

Aus der Art der Geräusche und der örtlichen Verhältnisse läßt sich schon auf die Lage des Fehlers schließen. Ist z. B. ausgesprochenes Maschinengeräusch zu hören, ohne daß in der Nähe der Fernsprechanlage ein Motor, Wechselstromumformer oder sonstiges hochbelastetes Wechselstromgerät steht, und führen die Fernspreleitungen an keiner Starkstromspeiseleitung vorüber, dann liegt der Fehler außerhalb der Fernsprechanlage. Im anderen Falle liegt er entweder außerhalb oder innerhalb der Anlage. Über Erde speisende oder gespeiste Fernsprechanlagen sind natürlich hier nicht mit einbezogen.

Ist in einer inneren Sprechverbindung Maschinengeräusch zu hören, so wird zunächst untersucht, ob Wechselstrommaschinen in unmittelbarer Nähe der Fernsprechanlage stehen oder die F-Leitungen mit Starkstromleitungen größerer Belastung parallel laufen; diese Maschinen bzw. Starkstromleitungen werden, wenn möglich, außer Betrieb gesetzt. Verschwindet das Geräusch hierbei, dann ist die Störung als aus der Starkstromanlage kommend festgelegt. Der Fehlerort selbst ergibt sich aus den örtlichen Verhältnissen. Lassen sich die Maschinen bzw. Starkstromleitungen tagsüber nicht außer Betrieb setzen, dann ist nachts zu prüfen. Nachts sind die meisten Starkstromhausanlagen weniger belastet, und man kann da möglicherweise ohne Betriebsabschaltung auskommen. Stellt sich heraus, daß eine Starkstromsteigleitung das Störgeräusch bringt, so muß entweder die Steigleitung oder die Fernsprechleitung verlegt werden, oder man muß die Fernsprechleitung mit einem Eisenmantel umgeben. Die Steigleitung selbst darf nicht in Eisenrohr verlegt sein, weil das Eisenrohr den magnetischen Kraftfluß um die Steigleitung erhöht und dadurch das Störgeräusch verstärkt. Die Steigleitung darf nur in nicht magnetisierbarem Rohr verlegt sein. Bei all diesen Untersuchungen ist jedoch stets der Einfluß der Erde mit in Betracht zu ziehen. In Fernsprechanlagen, welche die Erde zu Sprechzwecken mitbenutzen, entsteht nämlich aus schal-

lungstechnischen Gründen eine Widerstandsunsymmetrie der Leitungszweige gegen Erde, die in einzelnen Anlagen mehr als 40 % betragen kann. Diese Unsymmetrie begünstigt naturgemäß die Bildung von Störgeräuschen. Ragt z. B. die geerdete Sprechverbindung leitungsseitig in das Induktionsfeld eines hochbelasteten Wechselstromgeräts hinein, so kommt durch die Erdung bzw. Unsymmetrie der Sprechverbindung in derselben ein Störstrom zum Fließen. Dieser Störstrom verschwindet in dem Augenblick, wo man die Erde aus der Sprechverbindung entfernt. Man muß daher bei Anlagen, welche zu Sprechzwecken die Erde mitbenutzen, zunächst die Erde ablegen und prüfen, ob in der reinen Schleifenverbindung ein Störgeräusch zu hören ist. Läßt sich nach Fortnahme der Erde kein Geräusch mehr wahrnehmen, so kommt als Störungsursache die Erdunsymmetrie der Sprechverbindung in Frage. In solchen Fällen wird man zunächst versuchen, das Geräusch durch Symmetrieverbesserung der Empfangsapparatur und durch Einbau besonderer Drosselspulen in die Erdleitung fortzubringen. Hilft dies nichts, so muß die Benutzung der Erde ganz fallen gelassen und zu reinem Schleifenbetrieb übergegangen werden. In manchen Fällen kann bei unsymmetrischer Sprechverbindung das Störgeräusch auch von einer Potentialdifferenz zwischen den Erdungspunkten der Sprechverbindung herrühren. Um festzustellen, ob das Geräusch von einer Potentialdifferenz herrührt, schaltet man an Stelle der Erde vorübergehend eine besondere Verbindungsleitung, welche in einem anderen Kabel verläuft, ein und prüft, ob das Störgeräusch verschwindet. Verschwindet das Störgeräusch, so hat man es mit einem ausgesprochenen Erdgeräusch zu tun, weil ein durch Induktion oder Influenz hervorgebrachtes Geräusch bei Ersatz der Erde durch eine gegen die Sprechleitungen nicht symmetrierte Verbindungsleitung noch fortbesteht. Die Störung wird dann entweder durch Verringerung des Erdwiderstandes an der durch Messung des Erdwiderstandes als fehlerhaft gefundenen Empfangsstation oder durch rückwärt-

tige Verlegung des Erdungspunkts der gespeisten Empfangsstation über eine dritte Leitung behoben.

Beim Auftreten von Knackgeräuschen verfährt man zur Fehlerermittlung meist so, daß man die durch den Teilnehmer als fehlerhaft angegebene Verbindung unter Wahrung der normalen Betriebsverhältnisse herstellt und prüft, ob beim Anschlagen der vorübergehend oder dauernd in der Verbindung liegenden Schalterkontakte Prellungen entstehen. Läßt das Anschlagen der Schalterkontakte bzw. das Rückschnellen der Abfragehebel oder Abfragetasten keine Knackgeräusche aufkommen, so ist nachzusehen, ob in der Verbindung nicht etwa eine schlechte Lötstelle oder ein Aderbruch in einer Schnur vorliegt. Bei Freileitungen können auch Starkstromberührungen und atmosphärische Entladungen Knallgeräusche hervorbringen, was sich nachträglich meist durch Beschädigung der Blitzschutz- oder Grobsicherungen der Fernsprechanlage feststellen läßt. Vorkehrungen gegen die Knallgeräusche durch atmosphärische Entladung sind durch die früher angegebenen Schutzschaltungen möglich.

Bei Ü-Fehlern, worunter wir Nebensprechen, schlechte Verständigung infolge zu hoher Dämpfung der Leitung und Apparate, Sprachverzerrungen, Rückkopplungen usw. verstanden haben, wird zunächst ebenfalls festgestellt, ob der in Frage kommende Fehler außerhalb oder innerhalb der Fernsprechanlage liegt; danach wird das weitere Ermittlungsverfahren getroffen. Wie die Feststellung auf einen außen oder innen liegenden Fehler geschieht, läßt sich hier nicht sagen, weil zur Feststellung in der Hauptsache die örtlichen und betriebstechnischen Verhältnisse der Fernsprechanlage maßgebend sind. Wir können darüber nur ganz allgemein sprechen.

Angenommen, in einer Sprechverbindung über einen handbedienten Vermittlungsschrank wäre das Gespräch einer anderen, ebenfalls am Schrank hergestellten Verbindung mitzuhören, so wird zunächst die Schrank-schnur der erstgenannten Sprechverbindung gegen eine

lose Verbindungsschnur (Nachtverbindungsschnur) ausgetauscht und geprüft, ob das Nebensprechen nach Wegnahme der Schrank-schnur noch besteht. Ist das Nebensprechen nach Fortfall der Schrank-schnur verschwunden, so liegt der Fehler im Schrank selbst, und zwar in dem Schaltungsteil, der die einzelnen Schnur-paare mit der Abfragegarnitur verbindet. Als Fehler-ursache käme dann z. B. eine Federberührung oder ein durch Metallstaubbildung hervorgerufener Nebenschluß in Frage. Ist das Nebensprechen nach Fortfall der Schrank-schnur noch vorhanden, so wird die Sprech-verbindung mittels einer Klemmschnur unmittelbar am Leitungseinführungspunkt hergestellt und dabei die Zuführung zum Klinkenfeld des Schranks abgeschaltet. Wenn jetzt noch Nebensprechen auftritt, liegt der Fehler außerhalb der Sprechstellenanlage. Im anderen Falle liegt der Fehler innerhalb der Verdrahtung zwischen dem Leitungseinführungspunkt (Grobsicherungs- oder Verteilergestell) und dem Klinkenfeld des Schranks. Die Prüfung auf Nebensprechen braucht natürlich nicht gerade während des Gesprächs vorgenommen zu werden, sondern kann unter Verwendung eines Sprech-frequenzsummers (Magnetsummers) zu jeder beliebigen Zeit erfolgen. Der Summertone wird dann einfach als Gesprächersatz benutzt.

Beklagt sich ein Teilnehmer über schlechte Verständigung, so wird zunächst in die Sprechverbindung ein Dämpfungsmesser gelegt. Dieser Dämpfungsmesser hat den Zweck, die Abhängigkeit der Sprachübertragungsgüte von der Zusatzdämpfung, d. h. von der durch den Dämpfungsmesser in die Verbindung gebrachten Dämpfung festzustellen. Bei unmittelbarer Verbindung zweier Fernsprechapparate muß ein am ersten Apparat in das Mikrophon gesprochener Text am zweiten Apparat noch ausreichend verständlich sein, wenn die Zusatzdämpfung 3,3 Neper beträgt. Dies ist durch Änderung des oben erwähnten Dämpfungsmessers nachzuprüfen. Läßt sich z. B. nach Erhöhung der Zusatzdämpfung auf zwei Neper der am störungsfreien

Apparat gegebene Text (in der Regel ein dem Empfänger unbekanntes, reinsprachiges Lesestück) am gestörten Apparat nicht mehr deutlich verstehen, dann hat der gestörte Apparat eine unzulässige hohe Eigendämpfung und muß nachgesehen werden. Die hohe Eigendämpfung kann davon herrühren, daß der Apparat im Sprechkreis ein Relais enthält, dessen Überbrückungskondensator beschädigt ist. Oder die Induktionsspule bzw. die parallel zum Hörer des Apparats geschaltete Drosselspule hat Kurzschluß bekommen, der Fernhörer in OB-Apparaten oder ZB-Vermittlungsstationen wird fälschlich mit Gleichstrom vor magnetisiert oder die vorgesehene Mithörschaltung verschluckt zu viel Energie. Auf all diese Möglichkeiten hin muß der gestörte Apparat nachgesehen werden.

In manchen Fällen kann auch ein mechanischer Fehler an dem schlechten Empfang schuld sein, wenn die Hörermembrane des gestörten Apparats falsch eingestellt ist oder die Fernhörmagnete falsch aufeinandergelegt sind. Diese Fehler lassen sich leicht durch Beklopfen der Hörermembrane oder durch Auswechseln des Handapparats feststellen.