

# Fernlehrgang



UBER DAS STOFFGEBIET DES EINFACHEN FERNMELDEBAUDIENSTES

Herausgeber: Deutsche Postgewerkschaft, Hauptvorstand Frankfurt/Main · Verlag: Deutsche Post  
Nachdruck, auch auszugsweise, nicht gestattet.

2. Auflage

**Lehrbrief 15**

DEZEMBER 1954

*Liebe Kollegen! Bevor wir heute beginnen, wünschen wir  
allen unseren Lebrgangsteilnehmern  
und Mitarbeitern ein recht*

*Frohes Weihnachtsfest  
und ein*

*Glückliches neues Jahr!*

*Die Lebrgangsleitung*

*Dortmund, Weihnachten 1954*

## I. Fernmeldebau

### C. Unterirdischer Fernmeldebau

#### 2. Fernmeldekabel

BzBf Böckle hat uns bereits einen Vortrag über ein Kabelnetz gehalten. Bevor wir mit dem praktischen Bau beginnen, wollen wir den **Aufbau** und den **Verwendungszweck der verschiedenen Fernmeldekabel** erörtern.

##### a) Allgemeines

Der weitaus größte Teil des deutschen Fernmeldenetzes ist aus Gründen der Betriebssicherheit unterirdisch ausgebaut. In größeren Orten und dort, wo mit einer ständigen Vermehrung der Fernsprechanschlüsse zu rechnen ist, werden Kabelkanäle zur Aufnahme von **Röhrenkabeln** gebaut.

In mittleren und kleinen Ortsnetzen, am Rande der Städte und auf dem Lande, verwendet man vorwiegend **Erdkabel**.

Nach der **Bauart** unterscheiden wir:

Röhrenkabel . . . . .	(PM-Kabel),
Erdkabel ohne Bewehrung . . . . .	(PMc-Kabel),
Erdkabel mit Bewehrung . . . . .	(PMbc-Kabel),
Flußkabel . . . . .	(PMbc-Kabel),

nach dem **Verwendungszweck**:

Fernkabel . . . . .	(Fk),
Ortsfern kabel . . . . .	(OFk),
Bezirk skabel . . . . .	(Bzk),
Netzgruppenkabel . . . . .	(NGk) und
Ortskabel . . . . .	(Ok).

Im Einflußbereich von Hochspannungsleitungen mit starr geerdetem Sternpunkt (StE) oder von Bahnstrecken mit elektrischer Zugbeförderung werden neuerdings Kabel der Form **FB** verwandt. In ihrem Aufbau unterscheiden sich die Kabel der Form **FB** von den Kabeln der oben aufgeführten Bauarten **nicht**. Es werden lediglich an die elektrischen Abnahmewerte höhere Anforderungen gestellt. Die Kabel der Form **FB** müssen zwischen den miteinander verbundenen Adern und dem Bleimantel zwei Minuten lang eine Prüfspannung von 1800  $V_{eff}$  aushalten; die Prüfspannung Ader/Ader beträgt 500  $V_{eff}$ .

**Fernkabel** enthalten die Fernleitungen für den Fernsprechweitverkehr.

**Ortsfern kabel** verbinden die Fernämter mit den zugehörigen, aber örtlich getrennten Verstärkerämtern.

**Bezirk skabel** sind die Ausläufer des Fernkabelnetzes. Sie verbinden die Verteilfernämter (VF) mit den Endfernämtern (EF) und auch die Endfernämter miteinander.

**Netzgruppenkabel** werden ausgelegt von den Endfernämtern (EF) zu den Wählvermittlungsstellen ohne Fernamt (VStWoF).

Bei **Ortskabeln** unterscheiden wir wieder **Ortsverbindungskabel** (OkV) und **Anschlußkabel** (Ak).

**Ortsverbindungskabel** (OkV) nehmen die Leitungen zwischen den verschiedenen Vermittlungsstellen (VSt) eines Ortsnetzes auf und verbinden außerdem das Fernamt mit den am Ort befindlichen Vermittlungsstellen (VSt).

**Anschlußkabel** (Ak) verbinden die Fernsprechanschlüsse mit der Vermittlungsstelle (Lehrbrief 14, Seite 8).

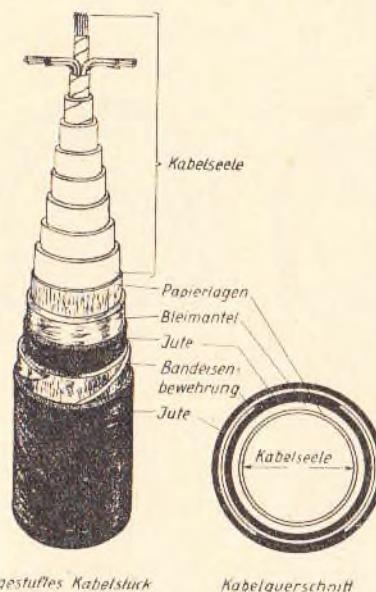


Abb. 9 Aufbau eines PMbc-Kabels

Bezirks- und Netzgruppenkabel wurden früher auch als „**Fernleitungskabel**“ bezeichnet; künftig erhalten Bezirks-, Netzgruppen- und Ortskabel allgemein die Bezeichnung „**Außenkabel**“.

Fernkabel und Außenkabel werden in sehr verschiedenartigen Formen hergestellt. Nachstehend soll der **Aufbau** eines Fernsprechkabels gezeigt werden.

Als äußeren Schutz gegen **Feuchtigkeit** erhalten Erd- und Röhrenkabel einen **Bleimantel**.

Um den Bleimantel der Erdkabel gegen **chemische** Einflüsse zu schützen, erhält das Kabel über dem Bleimantel eine getränkte **Papier- und Jutewicklung** und darüber eine Compoundschicht.

Als Schutz gegen **mechanische** Beschädigungen erhalten Erdkabel eine Bewehrung. Je nach der Dicke und dem Verwendungszweck des Kabels werden als Bewehrung verwendet:

Flußstahlband, Flußstahlrunddrähte, Flachdrähte oder Drähte in S-Form.

Die verschiedenen Bewehrungsarten sind in der Abb. 10 dargestellt.

Die Kabel der Form FB erhalten — wenn notwendig — zur Verbesserung des Mantelschutzfaktors eine Bandeisenbewehrung. Bei PMbc ... FB- und PMb ... FB-Kabeln ist die Bewehrung bei einer Kabeldicke

bis zu 30 mm  $\phi$  Bandeisen  $2 \times 0,5$  mm (mit Masse überzogen), über 30 mm  $\phi$  Bandeisen  $2 \times 0,8$  mm (mit Masse überzogen).

#### b) Der Leiter

Die Adern der Fernsprechkabel bestehen aus den metallischen Leitern und deren Isolierung. Als Leiter wird weichgeglühter, blankgezogener Kupferdraht (Elektrolytkupfer) von gleichmäßig rundem Querschnitt verwendet. Die Adern der einzelnen Kabeltypen haben — je nach ihrem Verwendungszweck — folgende Querschnitte: 0,4, 0,6, 0,8 (Anschlußkabel), 0,9, 1,2 und 1,4 mm (Fernkabel u. a.).

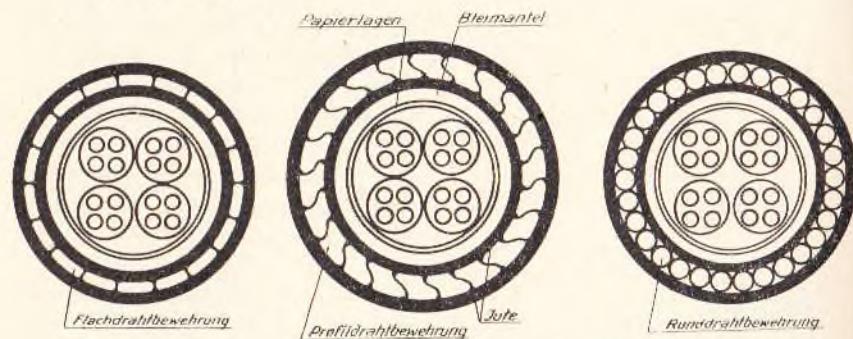


Abb. 10 Fernsprecherdtkabel mit verschiedener Bewehrung

Unser junger Kollege Korte hat bei seinen Arbeiten aber schon Kabel mit Aluminiumadern festgestellt und fragt daher seinen Bautruppführer: „Welchen Zwecken dient ein Kabel mit Aluminiumadern?“

Bautruppführer Peters: „Im Kriege wurden zur Kupferersparnis auch Kabel mit Leitern aus Reinaluminium hergestellt. Wegen der geringeren Leitfähigkeit des Aluminiums gegenüber Kupfer mußten für Aluminiumleiter größere Drahtquerschnitte gewählt werden. Diese Kabel haben sich zwar bewährt, sie werden jetzt aber aus bautechnischen Gründen nicht mehr verwendet.“

#### c) Die Isolierung

Die Isolierung der einzelnen Adern bei älteren Kabeln bestand aus zwei übereinanderliegenden, in Wendelform mit Über-

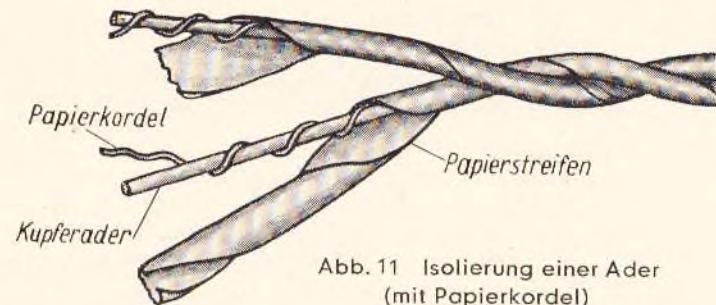


Abb. 11 Isolierung einer Ader (mit Papierkordel)

lappung um den Leiter hohl gewickelten Papierstreifen oder aus einem gepreßten Papierstreifen, der hohl um den Leiter liegt. Bei lockerer bzw. hohler Wicklung isoliert hauptsächlich die den Leiter umgebende Luftschicht. Bei neueren Kabeln wird der innere Papierstreifen durch eine Papierkordel ersetzt. Dadurch wird ein noch besserer Lufthohlraum um den Leiter erzielt, und die Kabelseele wird fester. Der umhüllende Papierstreifen hat zur Unterscheidung der Adern und zur Bestimmung der Zählweise aufgedruckte Farbmerkmale. Darauf kommen wir aber noch später zu sprechen.

Außer der Papier-Luftraum-Isolierung werden zur Isolierung der einzelnen Leiter auch noch Lack, Gummi, Baumwolle und Seide verwendet. Bei den neuesten Kabeltypen für bestimmte Zwecke werden für die Isolierung auch synthetische Stoffe (Styroflex) und Keramikerzeugnisse (Frequenta) benutzt.

#### d) Die Verseilung

Da in einem Kabel die Sprechkreise nebeneinander liegen, muß durch bestimmte Anordnung der einzelnen Adern im Kabel dafür gesorgt werden, daß eine gegenseitige elektrische Beeinflussung möglichst vermieden wird.

Wir wollen uns jetzt erklären lassen, auf welche Art die einzelnen Leiter miteinander zu der Kabelseele verseilt werden und welche Vor- und Nachteile die einzelnen Verseilarten besitzen.

Korte ist wißbegierig:

„Was heißt Verseilung?“

Peters: „Unter **Verseilung**, auch Verdrallung oder Verdrillung genannt, versteht man das schraubenförmige Umeinanderwinden der Kabeladern. Dabei sind bestimmte Verfahren entwickelt worden, die uns unser Bezirksbauführer Böckle vielleicht gleich noch erörtern wird.“

Korte: „Warum verseilt man die Kabeladern?“

Peters: „Damit die gegenseitige elektrische Beeinflussung der Kabeladern auf einen Mindestwert gesenkt wird. Wichtig dabei ist der Drall.“

Korte: „Was versteht man unter Drall?“

Peters: „Unter **Drall**, auch Dralllänge, Drallschritt oder Schlaglänge genannt, versteht man die Ganghöhe oder Steigung der Schraubenlinie, die sich beim Verseilen der Adern ergibt. Der Drall soll die gegenseitige Induktion der Kabeladern verringern.“

„Da kommt unser Bezirksbauführer“, sagt Peters, „vielleicht hat er einen Augenblick Zeit und kann uns die verschiedenen Verseilungsarten mit ihren Vor- und Nachteilen erklären.“ Böckle, der gerade vom Lötetrupp kommt, trägt einige Kabelstücke in der Hand.

„Ihr kommt mir wie gerufen!“ sagt er und zeigt auf die Kabelstücke. „Ich habe hier drei Kabel, alle verschieden im Aufbau. Habt ihr Interesse, so will ich euch gern den Aufbau erklären.“ „Wir wollten Sie gerade bitten, uns etwas über die verschiedenen Verseilungsarten zu erzählen“, erwidert Peters. Bezirksbauführer Böckle legt die drei Kabelenden vor sich und beginnt:

„Man unterscheidet

1. die **Paarverseilung**,
2. die **Sternverseilung**,
3. die **Dieselhorst-Martin-Verseilung (DM-Verseilung)**.“

Dies hier ist ein altes Kabel mit **Paarverseilung**. Diese Art stellt man heute nur noch für Rundfunk- und Drahtfunk-Adernpaare her. Seht her, zwei isolierte Adern sind miteinander zu einem

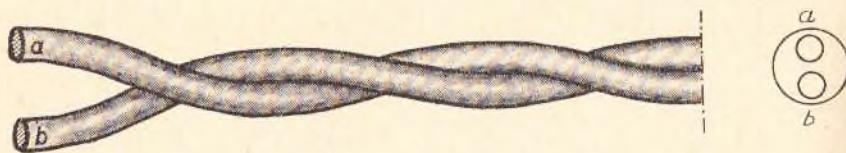


Abb. 12 Paarverseilung

Adernpaar verseilt. Die Isolierhüllen der Einzeladern sind farbig gekennzeichnet. Die Drall- oder Schlaglänge ist je nach der Dicke der Leiter verschieden.

Dies hier sind Kabel mit **Viererverseilung**. Solch ein **Viererseil** entsteht, wenn **4 Adern** miteinander verseilt werden. Hierbei

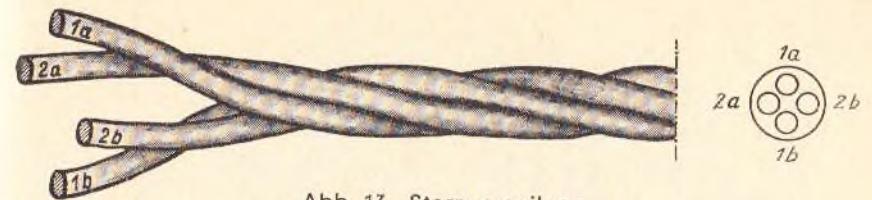


Abb. 13 Sternverseilung

unterscheidet man zwei Arten der Verseilung: Die **Stern (St)-Verseilung** und die **Dieselhorst-Martin (DM)-Verseilung**.

Bei einem **Sternviererseil** haben vier Adern an jeder Stelle des Seils die gleiche Lage zueinander, seht hier, sie sind im Querschnitt quadratisch angeordnet und gemeinsam miteinander verseilt; die zugehörigen Adern liegen sich ständig diagonal gegenüber.

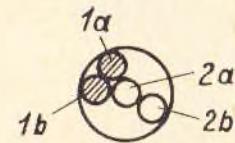
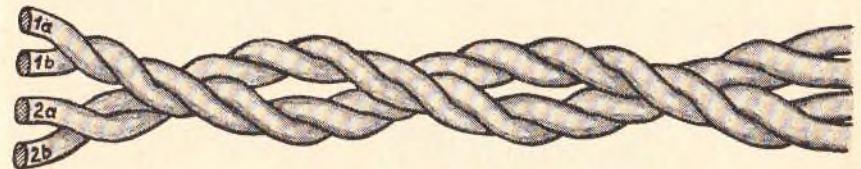


Abb. 14 DM-Verseilung

Bei der **DM-Verseilung**, seht dieses Kabelstück, sind zwei zusammengehörige Adern zunächst, wie bei der Paarverseilung, zu einem Paar verseilt. Je zwei Paare werden dann **wiederum** miteinander verseilt, und zwar so, als wären es Einzeladern. Hierdurch erreicht man, daß die vier Adern im Seilquerschnitt an jeder Stelle des Seils eine andere Lage zueinander haben.“ Die Paare und Viererseile sind in Lagen von abwechselnder Drallrichtung zur Kabelseele zusammengefaßt. Die einzelnen Lagen sind durch Papierbänder und Faserstoffäden — bei Fernkabeln auch durch Metallbänder — voneinander getrennt. Die äußere Lage der Kabelseele ist mit Nesselband oder mit zwei oder drei Lagen Papier umwickelt und dann mit dem Bleimantel umpreßt. Um später auch bei bereits in Betrieb befindlichen

Kabeln die Herstellerfirma feststellen zu können, wird unter der Papierbewicklung ein **Firmen-Kennfaden** des betreffenden Kabelwerkes eingelegt."

### e) Die Kennzeichnung und Zählung der Kabeladern

FBHandwerker Strack, der als Lötter ausgebildet ist, erklärt nun unserem Neuling die Zählung und Kennzeichnung der Kabeladern.

„Heinrich, schau mal her, hier habe ich ein Kabelende. Um beim Spleißen die richtige Ader herauszufinden, muß ich jede einzelne Ader schon äußerlich in dem Adernknäuel bestimmen können. Darum gilt für alle Kabel grundsätzlich folgendes: Es wird stets von der inneren zur äußeren Lage gezählt. Um die Zählung zu erleichtern, ist in jeder Lage **ein** Viererseil oder **ein** Paar (Zählvierer oder Zählpaar) durch eine auffallende Farbe des Papiers gekennzeichnet. Mit diesem Vierer beginnst du zu zählen, und zwar — vom Amt aus gesehen — in jeder Lage

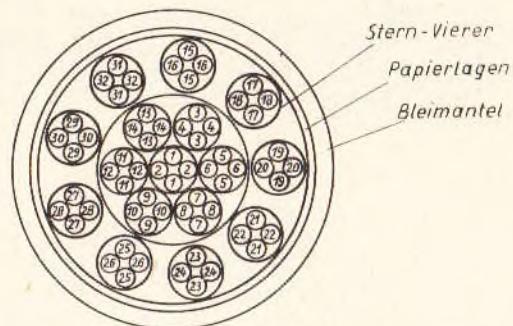


Abb. 15 Kabelquerschnitt mit symmetrischem Aufbau

rechts herum, also im Sinne der Uhrzeigerdrehung. Schaust du aber in entgegengesetzter Richtung, also zum Amt hin, mußst du natürlich links herum zählen."

„Das habe ich verstanden. Wenn du nun aber ein Kabel hast, das von Amt zu Amt verläuft, wie zählst du dann?"

„Ganz einfach, Heinrich, bei Kabeln zwischen mehreren Orten gilt als Ausgangsamt das größere, oder bei gleichgroßen Ämtern dasjenige, das im Abc voransteht. Zwischenämtern darfst du dabei nicht berücksichtigen. Bei den Kabeln, die von Amt zu Amt verlaufen, handelt es sich aber gewöhnlich um Fernleitungskabel; bei ihnen liegen einzelne Lagen zum Zählvierer oft unsymmetrisch.

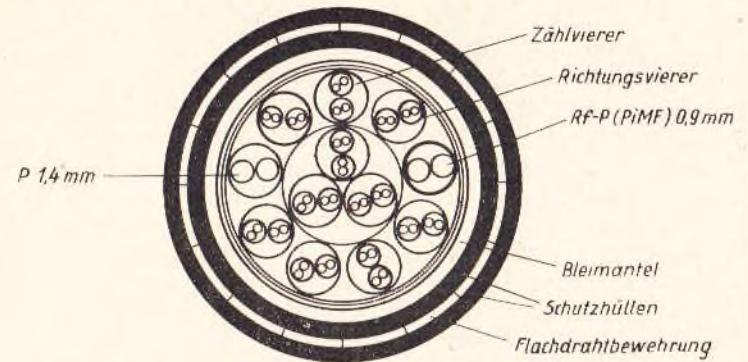


Abb. 16 Kabelquerschnitt mit unsymmetrischem Aufbau

Kabel mit **unsymmetrischem Aufbau** haben neben dem Zählvierer in jeder Lage einen Richtungsvierer, dessen spiralige Faden- oder Papierbandumwicklung grün gefärbt ist. In diesen Fällen mußst du dann vom Zählvierer in Richtung des Richtungsvierers zählen. Damit du schon äußerlich diese Kabeltypen erkennen kannst, sind die beiden Enden der einzelnen Kabelängen mit A und E bezeichnet.



Abb. 17 Auslegen eines unsymmetrischen Kabels

Beim Auslegen dieser Kabel mußst du darauf achten, daß die einzelnen Teillängen **richtig** aneinandergelegt werden, sonst findest du die Adern nicht in derselben Reihenfolge. Du mußst stets die Einzellängen, wie in Abb. 17 gezeichnet, auslegen.

So, Heinrich, du weißt ja, Ausnahmen bestätigen die Regel! Im Laufe der Jahre sind nun verschiedene Kabelformen entwickelt worden. Die Kennzeichnung der einzelnen Kabeladern, der Zählvierer und Zählpaare hat sich dabei auch geändert.

Das kannst du alles nicht im Kopf behalten! Damit du die Adernfolge in allen Kabeln richtig auszählen kannst, habe ich dir hier eine Tabelle aufgestellt, aus der du die Kennzeichnung der einzelnen Adern bei älteren und neueren Kabeltypen sehen kannst."

### Anschlußkabel mit gemischtem Aufbau

Bei der Verwendung von Anschlußkabeln mit 0,4-mm-Leitern ergibt sich vielfach die Notwendigkeit, besondere Kabel mit 0,8-mm-Leitern für Nebenstellenleitungen usw. auszulegen. Da der Bedarf an 0,8 mm DA verhältnismäßig gering ist, mußten meist niedrigpaarige Kabel ausgelegt werden. Die Belegung von Kanalöffnungen mit niedrigpaarigen Kabeln ist aber äußerst unwirtschaftlich. Bei stark belegten Kanalzügen besteht überdies die Gefahr, daß für die Auslegung dieser niedrigpaarigen Kabel kostspielige Kabelkanalweiterungen erforderlich werden. Um diesen Schwierigkeiten aus dem Wege zu gehen, wurden Kabel mit gemischtem Aufbau (0,4 + 0,8 mm Durchmesser) entwickelt. Es werden folgende Ortskabel mit gemischtem Aufbau geliefert:

Form 670-p und 970-p.

Die Kabel enthalten 600 bzw. 900 DA 0,4 mm Durchmesser und 70 DA 0,8 mm Durchmesser.

### f) Aufteilungskabel

„Franz, das hast du mir gut erklärt, aber wir haben doch auch noch andere Kabel, die nicht unter der Erde liegen, zum Beispiel die Aufteilungskabel in den Ämtern und in den Linienverzweigungen. Wie sind die denn aufgebaut?“

„Ja, Heinrich, das ist nicht schwer zu behalten:

In Linienverzweigungen benutzt man als Aufteilungskabel 50-, 70- und 100-p-Kabel in Sternverseilung, die denselben Aufbau haben wie die Anschlußkabel.

In Ämtern benutzt man dagegen als Aufteilungskabel 50- und 100paarige Lackpapierkabel mit Bleimantel und 0,6 mm starken Kupferadern. Diese Kabel nennt man **LPM-Kabel**. Zur Erhöhung der Isolation werden die Kupferadern mit einer Lackschicht überzogen und darüber eine Papierisolation aus zwei Lagen geschlagen. Wie du schon im Amt am Hauptverteiler (Vh) gesehen hast, werden die Aufteilungskabel ausgeformt und an die Sicherungs- oder Trennleisten geführt. Dem Verwendungszweck entsprechend zählt man darum auch die Adern der LPM-Kabel von außen nach innen. Das 1. Viererseil oder 1. Paar liegt daher auch in der Außenlage.

Solltest du irgendwo noch **alte** LPM-Kabel finden, mit denen man früher die paarverseilten Außenkabel hochgeführt hat, dann wirst du feststellen, daß das Zählpaar jeder Lage eine rote b-Ader hat, während die übrigen a-Adern weiß und die b-Adern blau sind.

### Übersicht über Fk, OFk, Afk-Fk, Bzk, NGk und OKV

	bis 1924 hergestellt	von 1924 bis 1930 hergestellt	ab 1930 hergestellt
1. Paar (Stamm 1)	a-Ader rot b-Ader weiß (grau)	weiß (naturfarben)	naturfarben mit 2...3 mm breiten weißen oder gelben Längsstreifen
2. Paar (Stamm 2)	a-Ader blau b-Ader weiß (grau)	rot grün blau	naturfarben mit roten Längsstreifen naturfarben mit grünen Längsstreifen
Zählvierer	blaue Papierbandwendel	blaue Papierband- oder Fadenwendel	naturfarben mit blauen Längsstreifen <b>Bei DM-Verseilung:</b> Blaue Papierband- oder Fadenwendel. <b>Bei Sternverseilung:</b> Rote Papierband- oder Fadenwendel
Richtungsvierer (nur bei Kabeln mit unsymmetrischem Aufbau)			0o DM- oder Sternverseilung: Grüne Papierband- oder Fadenwendel

### Übersicht über Anschlußkabel

	paarverseilte Kabel vor 1911 hergestellt	paarverseilte Kabel von 1911 bis 1924 hergestellt	paarverseilte Kabel von 1924 bis 1927 hergestellt	sternverseilte Kabel von 1927 bis 1930 hergestellt
1. Paar	a-Ader weiß b-Ader weiß (Kupferleiter unverzinkt)	rot weiß	weiß (naturfarben) blau	weiß (naturfarben) blau
2. Paar	a-Ader blau b-Ader	blau	weiß (naturfarben)	naturfarben mit einem blau-schwarzen Querstreifen in 16mm Abstand
Zählpaar	a-Ader rot b-Ader rot (Kupferleiter unverzinkt)	blau weiß	weiß (naturfarben) rot	rote Grundfarbe der b-Adern
Zählvierer				rote Grundfarbe der a-Adern des 1. Paares

Für die Hochführung der Fern-, Fernleitungs-, Bezirks- oder Netzgruppenkabel werden besondere **Aufteilungs-Fernkabel** (Aft-Fk) mit 0,9 mm oder 1,4 mm starken Adern in DM- oder Paarverseilung benutzt. Diese Kabel werden ebenso gezählt und gekennzeichnet wie die Adern der Fern-, Fernleitungs-, Bezirks- oder Netzgruppenkabel, also von innen nach außen."

### g) Breitband-Fernkabel

„Ich freue mich über euren Eifer“, sagte Bezirksbauführer Böckle. „Heute will ich euch auch noch kurz die **Breitband- und Trägerfrequenz-Fernkabel** erläutern.

Ihr werdet wohl kaum einmal Gelegenheit haben, an diesen Kabeln zu arbeiten. Etwas müßt ihr aber doch über diese Kabeltypen wissen.

Anlaß zu der Entwicklung des Breitband-Fernkabels gab die Fernsehtechnik. Die Fernsehprogramme müssen wie die Rundfunkprogramme auch auf dem Kabelwege übertragen werden. Unsere bisher benutzten Kabeltypen waren aber aus Übertragungstechnischen Gründen dazu nicht geeignet.

Die Industrie entwickelte das Breitband-Fernkabel. Es besteht aus einer Breitband-Leitung, also einer Leitung, die imstande ist, ein bedeutend **breiteres** Frequenzband als die Leitungen der Fernkabel zu übertragen, die ja nur für die Übertragung eines **begrenzten** Frequenzbandes (Sprache und Musik) geeignet sind. Die Breitbandleitung besteht aus dem Mittelleiter, 5 mm Durchmesser Aluminium mit Kupferhaut, der von dem Rückleiter, einem Aluminiumrohr, umgeben ist. Für die Abstützung des

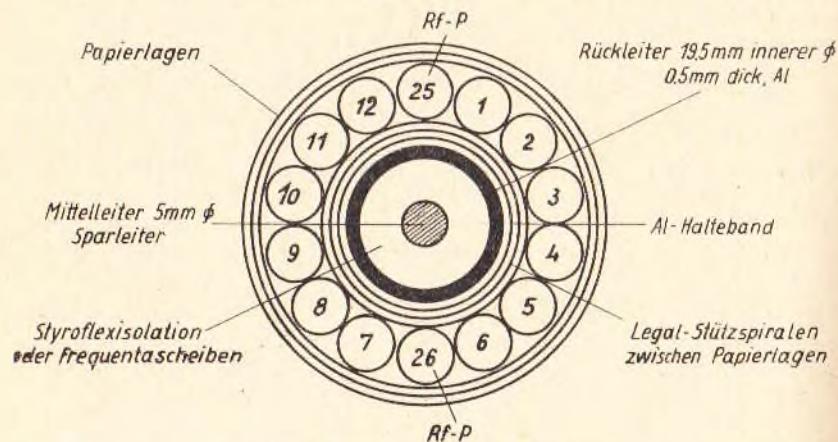


Abb. 18 Breitband-Fernkabel

Mittelleiters gegen den Rückleiter werden die neuen Isolierstoffe 'Styroflex' oder 'Frequenta' benutzt.

Um die Breitband-Leitung wird ein Beipack aus Viererseilen in Stern- und DM-Verseilung gelegt, der gleichzeitig die Breitband-Leitung gegen äußere elektrische Beeinflussungen schützen soll.

Auf den Breitband-Kabelstrecken sind stets zwei Kabel nebeneinander ausgelegt, ein Kabel für den Betrieb von Amt A nach Amt B und das zweite Kabel für den Betrieb von Amt B nach Amt A. Auf den Breitbandstrecken haben wir den sogenannten zweigleisigen Betrieb.

Auf einem Breitband-Fernkabel können ein Fernsehprogramm, ein Rundfunkprogramm und 100 Gespräche gleichzeitig übertragen werden.

Das **Trägerfrequenz-Fernkabel** (Fk-Tf) soll dem weiteren Ausbau des Weitverkehrsnetzes dienen.

Die Bezeichnung dieses Kabels deutet schon die Betriebsweise auf diesen Kabeltypen an. Während auf den Normal-Fernkabeln nur die niederfrequente Sprache übertragen wird, werden bei Benutzung dieser Kabel, ähnlich wie beim hochfrequenten Drahtfunk (siehe Lehrbrief 12, Seite 7), Trägerfrequenzen, mit Sprachfrequenzen moduliert, übertragen. Die Ausnutzung der einzelnen Sprechwege (Stromkreise) bei diesem Verfahren ist bedeutend größer. Ein solches Fk-Tf gestattet z. B. bei geringem Materialaufwand eine gleichzeitige Übertragung auf 224 Sprechwegen.

So, mehr will ich euch über diese beiden Kabeltypen nicht vortragen. Es genügt für euch."

### h) Verpackung der Kabel

Franz ist sehr eifrig und bemüht sich, seinem Neuling noch etwas zu zeigen.

„Heinrich, jetzt will ich dir noch die Verpackung der Kabel zeigen, komm jetzt mit zum Kabellager.

Hier haben wir zwei Kabeltrommeln mit aufgerollten Kabeln. Wie du siehst, werden im allgemeinen für den Versand der Kabel **hölzerne Trommeln** verschiedener Größe benutzt. Der Scheibendurchmesser ist etwa 0,5 bis 3 m. Bei normaler Verpackung liegt der Anfang des auf die Trommel gewickelten Kabels innen und ist daher nicht zugänglich. Wird aber besonders verlangt, daß der Anfang zugänglich ist, etwa für Meß-

zwecke, so wird er bei dicken Kabeln, die einen größeren Durchmesser als 50 mm haben, auf der Innenseite der einen Trommelscheibe bis an den Rand herausgeführt (siehe Abb. 19a). Dadurch geht zwar etwas an Wickelraum auf der Trommel verloren, der Anfang ist aber zugänglich; er liegt ebenso wie das Ende unter dem Schutz der Trommelscheibe und der Verschalung, so daß er gegen Beschädigung gut geschützt ist. Das Kabelende wird, wie du hier siehst, gut festgebunden, damit sich die Wicklung beim Versand nicht lockern kann. Nun schau dir diese Kabeltrommel an (siehe Abb. 19b). Da ist der Anfang des Kabels durch eine Öffnung in der Trommelscheibe nach außen gezogen worden und so befestigt, daß er noch im Schutz des Scheibenrandes liegt. Diese Auftrommelungsart wird bei Kabeln mit dünnerem Durchmesser angewendet.

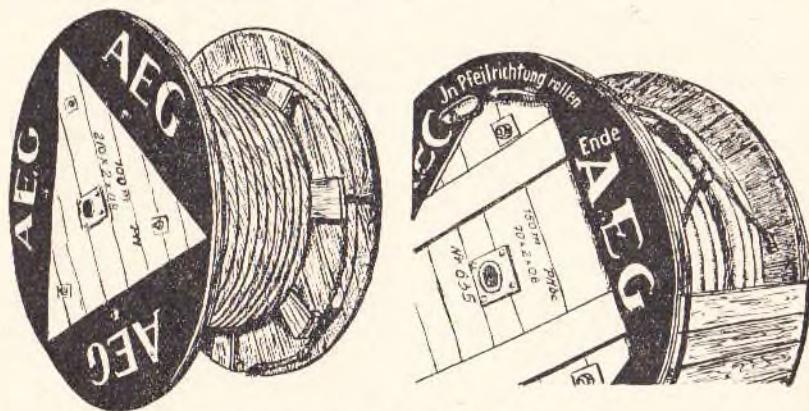


Abb. 19 a und 19 b Kabeltrommeln

Wie du siehst, wird die Kabeltrommel zum Schutz des Kabels mit Brettern verschalt, die auf die Trommelscheibe genagelt und mit Bandeisen festgehalten werden. Beim Abnehmen der Verschalung mußt du sorgfältig arbeiten! Nägel könnten den Bleimantel beschädigen! Gelöste Verschalbretter mit hervorstehenden Nägeln können unter die Trommeln geraten und das Kabel auf diese Weise beschädigen. Du weißt ja, daß durch jede Verletzung des Bleimantels Luftfeuchtigkeit oder Nässe in das Kabel eindringt und die Isolation gefährdet.

Damit du ohne Lösen der Verschalung äußerlich schon sehen kannst, welche Kabeltypen und Kabellängen aufgetrommelt sind, muß jede Kabeltrommel beschriftet werden. Die Aufschrift muß die Fabrikationslänge und die Anzahl der Doppeladern des

Kabels enthalten. Die Angaben werden, wie du siehst, mit Farbe auf die Trommelscheibe geschrieben. Parallel zum Trommelrand ist an einer Stelle der Scheibe ein Pfeil aufgemalt. Das Kabel darf nur in Pfeilrichtung gerollt werden.

Die Kabelfirmen stellen die Kabeltrommeln nur **leihweise** für eine bestimmte Zeit zur Verfügung. Du mußt also die Trommeln sorgfältig behandeln.

Solltest du aber einmal ein kurzes Kabelstück verschicken müssen, dann kannst du es auch ohne Verwendung einer Kabeltrommel im ‚Ring‘ versenden. Du mußt dann darauf achten, daß der Krümmungsradius, je nach Dicke des Kabels, nicht zu klein wird. Kabel mit blankem Bleimantel mußt du mit Papier- oder Olleinen bewickeln, bewehrte Kabel nur mit Stroh oder Leinwand. Beim Verladen darfst du diese Ringe nie an Haken oder Ketten aufhängen, sondern nur in Gurten.“

#### Merke:

1. **PM-Kabel** sind Röhrenkabel.
2. **PMc-Kabel** sind unbewehrte Erdkabel.
3. **PMbc-Kabel** sind bewehrte Erdkabel und Flußkabel.
4. **PM ... FB** Röhrenkabel  
**PMb ... FB** unbewehrte Erdkabel  
**PMbc ... FB** bewehrte Erdkabel
 

}	im Einflußbereich von Hochspannungsleitungen mit starr geerdetem Sternpunkt (StE) oder von Bahnstrecken mit elektrischer Zugbeförderung.
---	--
5. **Fernkabel** sind für den Weitverkehr bestimmt.
6. **Ortsfernkabel** verbinden Fernämter mit den zugehörigen örtlich getrennten Verstärkerämtern.
7. **Bezirkskabel** sind Ausläufer des Fernkabelnetzes. Sie enthalten die Verbindungsleitungen vom Verteilfernamt zu dem Endfernamt und vom Endfernamt zum Endfernamt.
8. **Netzgruppenkabel** verbinden Endfernämter mit ihren Wählvermittlungsstellen.
9. Zu den **Ortskabeln** rechnen die Ortsverbindungs- und Anschlußkabel.
10. **Ortsverbindungskabel** verbinden die einzelnen Vermittlungsstellen eines Ortsnetzes untereinander.
11. **Anschlußkabel** enthalten die Leitungen vom Fernsprechteilnehmer zur Vermittlungsstelle.
12. **Außenkabel** ist ein Sammelbegriff für Bezirks-, Netzgruppen- und Ortskabel.

13. Die **Bewehrung** eines PMbc-Kabels besteht aus Flußstahlband, Flußstahlrund-, Flußstahlflach- oder Flußstahlprofildrähten.
14. Unter **Ader eines Fernsprechkabels** verstehen wir den metallischen Leiter.
15. Die Adern sind durch Papier und durch die zwischen Ader und Papier befindliche Luftschicht gegeneinander isoliert (Papier-Luftraumisolierung).
16. Unter **Verseilung** versteht man das schraubenförmige Umeinanderwinden der Kabeladern.
17. Wir verseilen die Kabeladern, um die gegenseitige elektrische Beeinflussung möglichst geringzuhalten.
18. Unter **Drall** verstehen wir die Steigung oder Ganghöhe der Schraubenlinie, die sich beim Verseilen der Adern ergibt.
19. Wir kennen drei Verseilungsarten:
  - a) die **Paarverseilung**,
  - b) die **Sternverseilung**,
  - c) die **Dieselhorst-Martin(DM)**-Verseilung.
20. Wir zählen die Adern im Kabel von der **inneren** zur äußeren Lage, Amt im Rücken rechts herum.
21. Der **Zählvierer** (Zählpaar) ist in jeder Lage durch seine Farbe besonders gekennzeichnet.
22. Mit dem **Zählvierer** beginnst du in jeder Lage zu zählen.
23. Bei der Auslegung der einzelnen Teillängen **unsymmetrischer Kabel** mußt du **Anfang — Ende — Anfang** usw. richtig folgen lassen.
24. Anschlußkabel mit gemischtem Aufbau: Form 670-p und 970-p mit 70 DA 0,8 mm Durchmesser und 600 bzw. 900 DA 0,4 mm Durchmesser.
25. **Aufteilungskabel** werden für die Aufteilung in Ämtern und Linienverzweignern benutzt.
26. Bei **LPM-Kabeln** (Lackpapiermantelkabel) zählen wir die Adern von **außen** nach innen.
27. **Breitband-Fernkabel** werden für die Übertragung von Fernseh- und Rundfunkprogrammen unter gleichzeitiger Ausnutzung für den Sprechverkehr verwendet.
28. Bei **Trägerfrequenz-Fernkabeln** wird jede Ader mehrfach als Übertragungsweg ausgenutzt (Materialersparnis).
29. Für den Transport der Kabel werden in erster Linie **Holz**kabeltrommeln benutzt.
30. Eine Kabeltrommel darf nur in **Pfeilrichtung** gerollt werden.

## II. Grundlagen der Elektrotechnik

### J. Elektrische Maschinen und Stromrichter

#### 8. Vortrag.

Meine Kollegen!

Wenn wir uns die Überschrift unseres heutigen Vortrages ansehen, werden sicherlich einige von euch sagen: „Was sollen wir als FBHandwerker mit elektrischen Maschinen und Stromrichtern anfangen? Wir wollen doch keine Gesellenprüfung für die Starkstromtechnik ablegen?“ Richtig! Aber ebenso wie der Starkstromtechniker das Grundsätzliche aus der Fernmeldetechnik wissen soll, müssen unsere Fernmeldetechniker das Einfachste über Stromerzeuger, Motoren, Umformer und Gleichrichter wissen, weil auch die DBP diese Einrichtungen für ihre Stromversorgungsanlagen benutzt. Der Vortrag soll nur einen Überblick über das Gebiet der elektrischen Maschinen und Stromrichter geben.

#### 1. Stromerzeuger

Als Stromerzeuger (Generatoren, Dynamomaschinen) werden Maschinen bezeichnet, die **mechanische** Energie in **elektrische** Energie umformen. Sie werden angetrieben durch Dampfmaschinen, Wasserturbinen oder Verbrennungsmotoren und beruhen auf dem Grundsatz der elektromagnetischen Induktion. Nach Art des gelieferten Stromes können die Generatoren eingeteilt werden in **Wechselstromerzeuger** und **Gleichstromerzeuger**. Die Abb. 123 auf Seite 5 im Lehrbrief 13 zeigt in einfachster Form die Erzeugung eines Wechselstroms. Selbstverständlich ist diese primitive Art der Stromerzeugung mehr für Versuchs- und Spielzwecke geeignet. Für die Erzeugung von Elektrizität im großen müssen die Stromerzeugermaschinen aus technischen Gründen anders aussehen.

Bevor wir uns dem Aufbau der Generatoren zuwenden, wollen wir uns erst einmal das Zustandekommen eines Gleichstroms in der Maschine klarmachen. Wir haben im Lehrbrief 13 auf Seite 5 gesehen, daß in einem Leiter (Spule), der kreisförmig durch ein magnetisches Feld bewegt wird, eine sinusförmige Wechselspannung erzeugt wird. Spannungen, die dauernd Richtung und Größe wechseln, lassen sich nicht für alle Zwecke verwenden. Um eine Gleichspannung zu erhalten, wendet man einen kleinen technischen Trick an. Statt der 2 zur Spannungsabnahme dienenden **vollen** Schleifringe (Abb. 123, Lehrbrief 13, Seite 5) wählt man 2 **Halbringe** aus Kupfer. Anfang und Ende der Leiterschleife sind je mit einem halben Ring verbunden. Die beiden Ringhälften sind gegeneinander und gegen die Welle isoliert. Auf den Ringhälften schleifen die Bürsten, die

mit dem äußeren Stromkreis in Verbindung stehen. Zum besseren Verständnis des Vorgangs drehen wir die Drahtschleife (Spule) zunächst in die neutrale Zone und beobachten hierbei die Bewegungsrichtung der Leiter; bei weiterer Drehung ändert sich die Bewegungsrichtung der Leiter im Magnetfeld und damit auch die Stromrichtung.

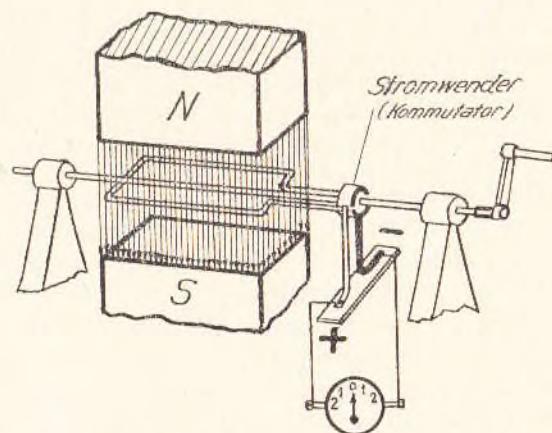


Abb. 144 Erzeugung von Gleichstrom auf einfache Art durch Stromwender

In demselben Augenblick hat aber auch der geteilte Schleifring die Anschlüsse des äußeren Stromkreises selbsttätig **vertauscht**. Es tritt bei einer bestimmten Stellung der Bürsten gerade in den Punkten, in denen Spannung und Strom für einen Augenblick Null sind, eine **Umpolung** ein.

Obwohl der Strom in der Drahtschleife seine Richtung gewechselt hat, fließt er außerhalb — im Verbraucherkreis — in gleichbleibender Richtung weiter. Man hat also durch die Anwendung eines **geteilten** Ringes erreicht, daß im Außenstromkreis (Verbraucher) ein **Gleichstrom** fließt.

Er hat aber noch den Nachteil, daß seine **Größe** dauernd schwankt. Von einem für Licht- und Kraftzwecke gut brauchbaren Gleichstrom verlangt man nicht nur, daß die Stromrichtung stets gleich ist, sondern daß auch die Stromstärke einen möglichst gleichbleibenden Wert hat. Deshalb werden statt einer Drahtschleife (Spule) mehrere Drahtschleifen verwendet und kunstvoll so geschaltet, daß sich die einzelnen Stromwellen der einzelnen Schleifen zu einem Gesamtstrom zusammensetzen, dessen Größe nur noch wenig schwankt.

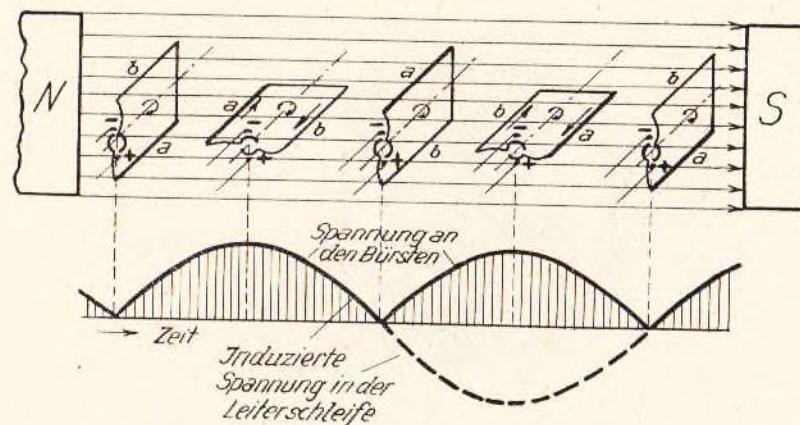


Abb. 145 Wirkungsweise eines Stromwenders (Gleichrichtung)

Die Vorrichtung, die den Strom im richtigen Zeitpunkt umkehrt, heißt **Stromwender** oder **Kommutator**; er besteht in der technischen Ausführung aus vielen Einzelstücken (Lamellen). Gebräuchlich ist auch der Name **Kollektor**.

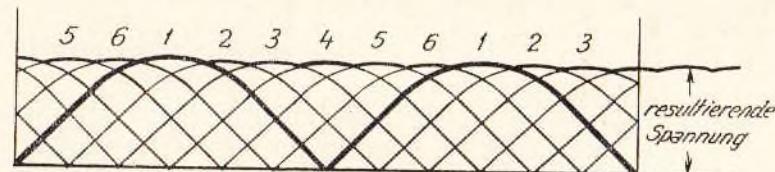


Abb. 146 Verlauf der Spannung in den einzelnen Ankerspulen und im äußeren Stromkreis (resultierende Spannung)

#### a) Gleichstromerzeuger

Die Hauptbestandteile einer Gleichstrommaschine sind:  
 das **Magnetgestell** (Ständer) mit den eingebauten Magneten (Feldmagneten),  
 der **Anker**, der sich hier auf einer Welle zwischen den Magneten dreht und mit Wicklungen versehen ist,  
 der **Kollektor** (Kommutator), der aus Kupferlamellen besteht und isoliert auf der Ankerwelle befestigt ist,  
 die **Bürsten**, die aus Kohle oder Graphit hergestellt sind und durch Federn auf den Kommutator gedrückt werden.

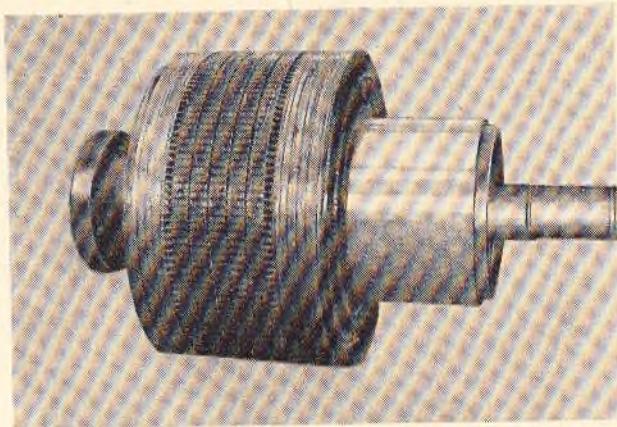


Abb. 147 Trommelanker mit Kollektor einer Gleichstrommaschine  
(Werkfoto Garbe, Lahmeyer)

Der Ständer ist der feststehende Teil der Maschine. Der Anker aus Eisen, welcher die Spulen trägt, kann verschiedene Bauformen haben. Wir unterscheiden **Ringanker** und **Trommelanker**. Heute wird fast ausschließlich der von Hefner-Alteneck erfundene Trommelanker benutzt, weil er — neben anderen Vorteilen — sich leichter wickeln läßt (Abb. 147).

#### Dynamoelctrisches Prinzip von Siemens

Bei der bisherigen Betrachtung haben wir zur Vereinfachung angenommen, daß das Magnetfeld des Gleichstromerzeugers durch Dauermagnete erzeugt wird. Das traf auch bei den älteren Generatoren zu. Wenn aber einer Maschine größere elektrische Leistung entnommen werden soll, so reicht die Stärke der Dauermagneten nicht mehr aus. Man kam deshalb auf den Gedanken, statt der Dauermagnete Elektromagnete zu verwenden, weil sie eine größere magnetische Wirkung erzielen. Sie werden durch eine Batterie von außen gespeist (**Fremderregung**, Abb. 148).

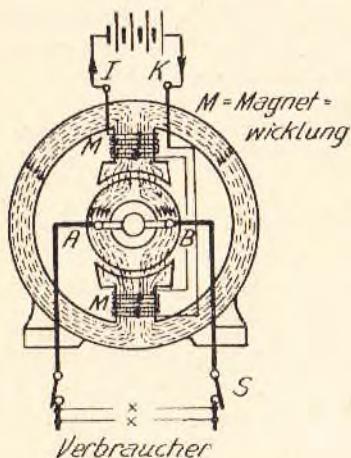


Abb. 148 Gleichstromgenerator mit Fremderregung

Seitdem aber Werner von Siemens im Jahre 1866 auf die geniale Idee der **Selbsterregung** kam, arbeiten heute im allgemeinen die Gleichstromerzeuger mit Selbsterregung; hierbei nutzt man die Tatsache aus, daß Eisen, einmal magnetisch gemacht, stets etwas von seinem Magnetismus zurückbehält. Dieser geringe im Eisen der Polschuhe zurückgebliebene Magnetismus genügt, um ein schwaches magnetisches Feld und beim Drehen des Ankers schwache Induktionsströme in den Wicklungen zu erzeugen. Wird dieser schwache Strom, bevor er nach außen fließt, erst noch durch die Magnetwicklungen gesandt, so findet eine Verstärkung des Magnetfeldes und damit wiederum eine Vergrößerung des Stromes statt. So schaukelt sich die Stromerzeugung und die Magnetisierung gegenseitig auf, bis der Magnet gesättigt ist. Hierbei erreicht der Stromerzeuger die größte Leistung. Diese geniale Art der Selbsterregung eines Generators nennt man das **Dynamoelctrische Prinzip von Siemens**. Je nach der Schaltung der Feldmagnete unterscheidet man: **Reihenschlußmaschinen** (Hauptstrommaschinen), **Nebenschlußmaschinen** und **Doppelschlußmaschinen**.

#### Die Reihenschlußmaschine

Bei diesem Generator liegt die Erregerwicklung für die Elektromagnete im Hauptschluß, also in **Reihe** mit der Wicklung des Ankers. Der **ganze** von der Maschine erzeugte **Strom** wird erst durch die Magnetwicklungen geleitet (Abb. 149a und b).

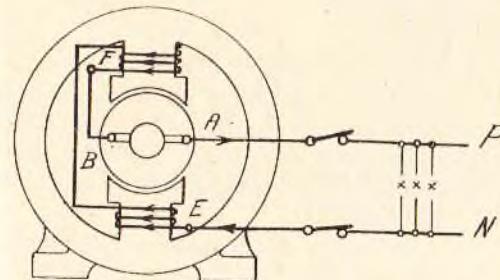


Abb. 149a Reihenschlußgenerator (2 polig) (Rechtslauf)

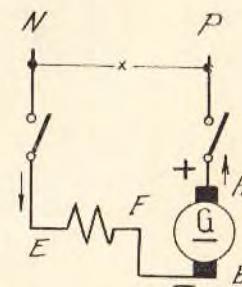


Abb. 149b Schaltung eines Reihenschlußgenerators

Bei geöffnetem Schalter (Leerlauf) liefert die Reihenschlußmaschine keine nennenswerte Spannung. Die erzeugte Spannung ist stark von der Belastung abhängig, d. h. von der Stromentnahme im Verbraucherstromkreis; daher findet sie heute wenig Anwendung.

### Nebenschlußmaschine

Die Erregerwicklung für die Feldmagnete liegt bei diesem Gleichstromgenerator im Nebenschluß (parallel) zur Ankerwicklung, also an der vollen Maschinenspannung (Abb. 150).

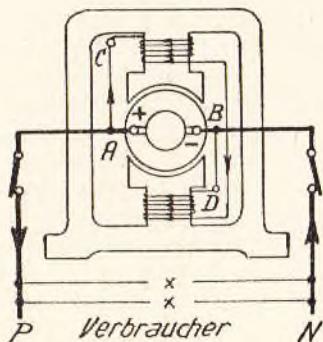


Abb. 150a  
Nebenschlußgenerator (Rechtslauf)

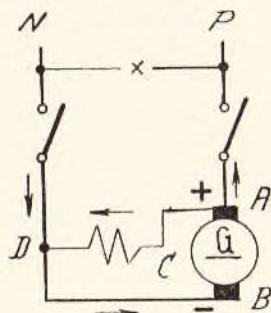


Abb. 150b Schaltung eines  
Nebenschlußgenerators

Nur ein Teil des von der Maschine erzeugten Stromes wird abgezweigt und in die **Magnetwicklungen** geleitet. Diese haben deshalb dünnadrätige, aber zahlreiche Windungen. Nebenschlußgeneratoren liefern auch bei stärkster Belastung eine ziemlich gleichbleibende Spannung. Sie werden deshalb als Lichtmaschinen und Lademaschinen für Akkumulatoren verwendet.

### Die Doppelschlußmaschine

wird auch Verbund- oder Compoundmaschine genannt. Sie ist lediglich eine Vereinigung der Reihenschluß- und der Nebenschlußmaschine (Abbildung 151).

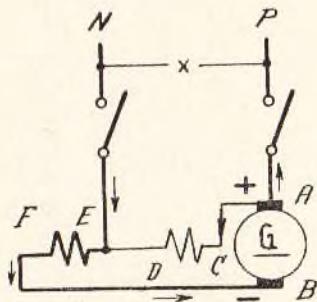


Abb. 151 Schaltung eines  
Doppelschlußgenerators

kann man mit der Doppelschlußmaschine eine in allen Belastungsfällen gleichbleibende (konstante) Klemmenspannung erzielen.

### b) Wechselstromerzeuger

Trotzdem ist die Verbundmaschine weniger im Gebrauch als die Nebenschlußmaschine, weil sie Nachteile beim Zusammenschalten mit Batterien zeigt und durch ihre verwickelte Bauart teurer wird.

Der Gleichstrom wird weitgehend vom Wechselstrom verdrängt; der Wechselstrom, insbesondere der Drehstrom, hat gegenüber dem Gleichstrom große Vorteile. Zu diesen Vorteilen gehören der Fortfall des komplizierten Kollektors, die Möglichkeit, höhere Spannungen zu erzeugen, das Transformieren in den Transformatoren mit nur geringen Verlusten. Ausschlaggebend ist der hohe Wirkungsgrad bei Fortleitung des hochgespannten Wechselstroms auf große Entfernungen; damit verbunden ist eine bedeutende Kupfersparnis. Läßt man bei dem Gleichstromerzeuger den Kollektor fort und wird statt dessen der Strom durch Bürsten von Schleifringen abgenommen, so liefert die Maschine Wechselstrom (Abb. 152).

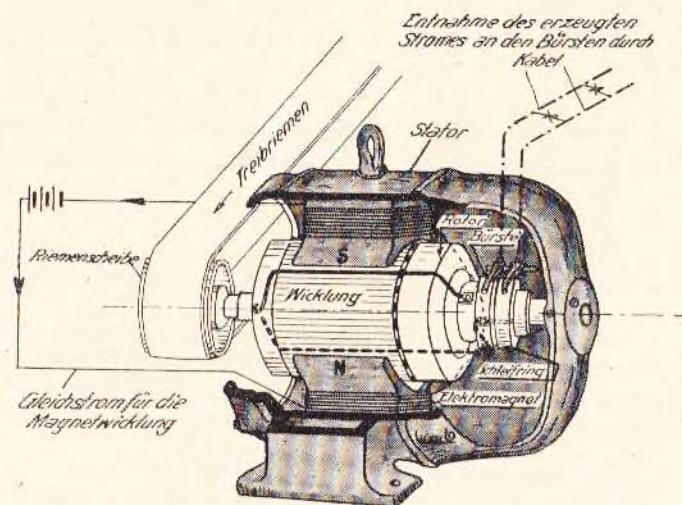


Abb. 152 Aufbau eines Wechselstromgenerators (Außenpolmaschine)

Wechselstrommaschinen sind äußerlich daran zu erkennen, daß sie keinen Kollektor, sondern Schleifringe haben. Als einfachen Wechselstromerzeuger besonderer Bauart haben wir den **Kurbelinduktor** (Lehrbrief 5, Seite 34 bis 36) bereits kennengelernt. Eine nach dem Prinzip des Kurbelinduktors gebaute Wechselstrom-

maschine eignet sich aber zur Erzeugung großer elektrischer Leistungen wenig. Statt der sogenannten **Außenpolmaschine** (Abb. 153 a), bei der sich wie beim Kurbelinduktor die Magnetpole zur Erzeugung des Magnetfeldes am Ständer befinden, zieht man es gewöhnlich aus konstruktiven Gründen vor, die Induktionswindungen stillstehen zu lassen und statt dessen die Magnetpole mit ihren Erregerspulen (Feldspulen) zu drehen. Eine Wechselstrommaschine, bei der sich die **Induktionswicklungen** auf dem **ruhenden** Teil und die **Erregerspulen** auf dem **drehenden** Teil befinden, heißt **Innenpolmaschine** (Abb. 153 b).

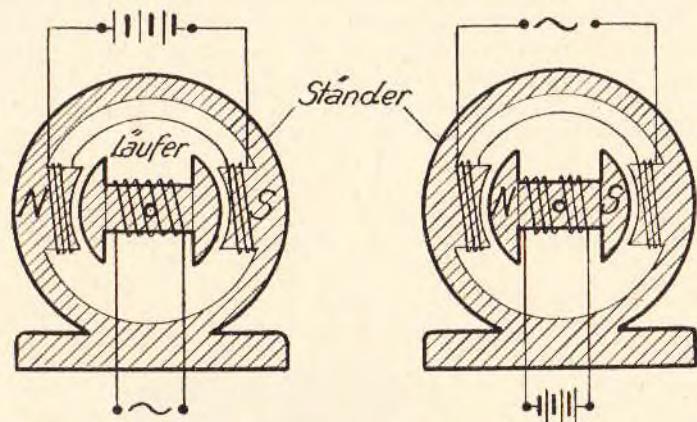


Abb. 153 a Außenpolmaschine (Feldmagnete liegen außen)    Abb. 153 b Innenpolmaschine (Feldmagnete liegen innen auf dem Läufer)

Den umlaufenden Teil der **Wechselstromerzeuger** nennt man dann **Läufer** (Rotor) und den ruhenden (feststehenden) Teil **Ständer** (Stator). In der Praxis werden bei dem technischen Aufbau von größeren Maschinen mehrere Pole — **Mehrpolmaschinen** — benutzt (Abb. 154).

### Erregung des Wechselstromgenerators

Selbstverständlich werden für die Erzeugung des magnetischen Feldes keine einfachen Stahlmagnete, sondern Elektromagnete genommen, die allerdings nicht „selbsterregt“ wie bei Gleichstrommaschinen sein können, weil durch einphasigen Wechselstrom kein gleichbleibendes magnetisches Feld entsteht. Der zur Erregung der Feldmagnete notwendige Gleichstrom wird entweder aus einer **besonderen Gleichstromquelle** oder aus einem mit dem Wechselstromgenerator unmittelbar gekoppelten Gleichstromerzeuger (Erregmaschine) entnommen. Um diesen Gleichstrom bei Innenpolmaschinen

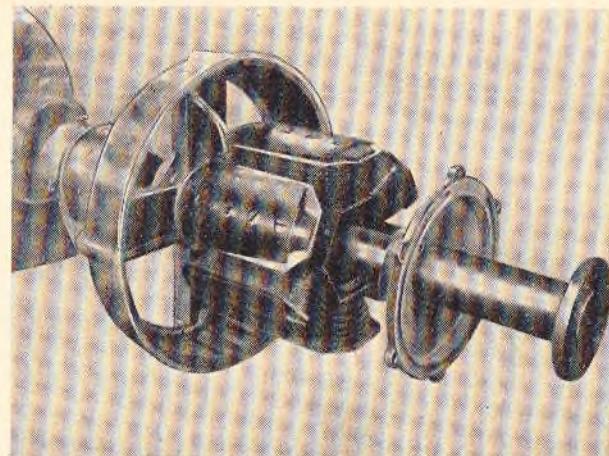


Abb. 154 Polrad mit angebauter Erregmaschine (Werkfoto Garbe, Lahmeyer)

der sich drehenden Magnetwicklung zuführen zu können, sind zwei Schleifringe und Bürsten erforderlich. Bei der geringen Leistung und Spannung der Erregung macht die Übertragung durch Schleifringe keine Schwierigkeiten.

## 2. Elektromotoren

Im Lehrbrief 12 auf Seite 30 bis 32 ist gesagt worden, daß **Strom** und **Kraftlinien** eine **Bewegung** ergeben. Das heißt: Schicken

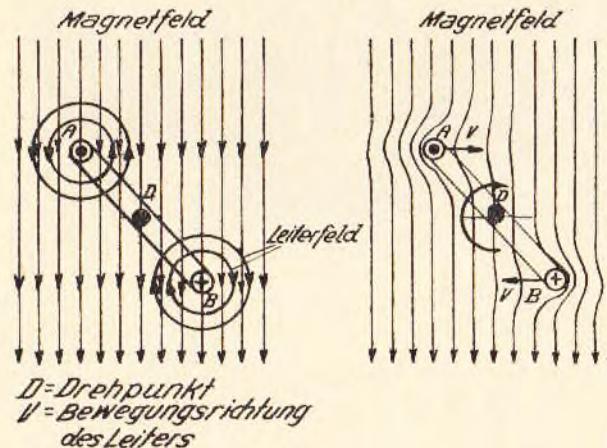


Abb. 155 a Überlagerung von Leiter- und Magnetfeld

Abb. 155 b Einwirkung der beiden Felder

wir durch eine drehbar im **Magnetfeld** gelagerte Spule einen **Strom**, so bewegt sich die stromdurchflossene Spule. Um jeden stromführenden Leiter bildet sich ein ringförmiges Kraftfeld (Abb. 155 a).

Es entstehen also zwei Kraftlinienfelder, und zwar das des Magnets und das des Leiters (Spule). Das Magnetfeld wird an Stellen **gleichgerichteter** Kraftlinien **verstärkt**, bei **entgegengesetzten** Kraftlinien **geschwächt**. Infolgedessen führt ein beweglich angebrachter Leiter eine Drehbewegung in Richtung der in Abb. 155 b gezeichneten Pfeile aus. Die Bewegung eines stromdurchflossenen Leiters im Magnetfeld bildet die Grundlage für die Umwandlung von **elektrischer** in **mechanische** Energie, wie wir sie beim Elektromotor finden. In der Bauart stimmen die Motoren mit den Generatoren grundsätzlich überein. Jede Dynamomaschine läuft als Elektromotor, wenn man Strom hineinschickt.

#### a) Gleichstrommotoren

Ebenso wie bei den Gleichstromerzeugern unterscheidet man nach der Erregung des Magnetfeldes: Reihenschluß-, Nebenschluß- und

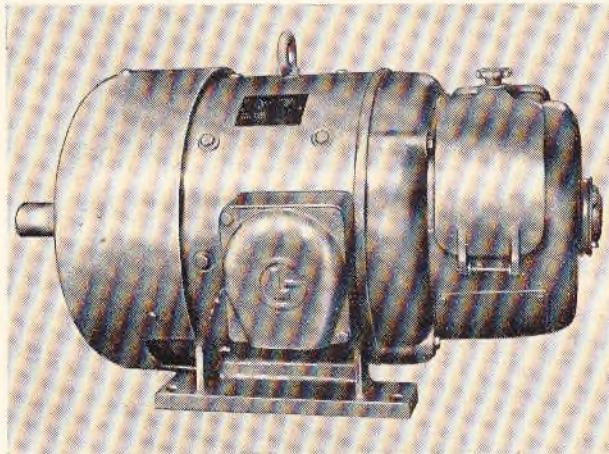


Abb. 156 Gleichstrommotor (gekapselt)

(Werkfoto Garbe, Lahmeyer)

Doppelschlußmotoren. Die Wahl des Motors richtet sich danach, was im Betrieb von ihm verlangt wird und wie er sich betriebsmäßig verhält.

## III. Fernmeldetechnik

### B. Grundsätzliche Stromläufe

#### 3. Sprechstellenschaltungen (Fortsetzung)

##### c) Der Fernsprechapparat W 28 Na. v.

Eine Weiterentwicklung des Tischapparates W 28 stellt der Fernsprecher W 28 Na. v. dar. Na. v. heißt „Nachbildung, veränderlich“. In diesem Apparat kann zu dem Leitungsnachbildungswiderstand  $R_N$  (vgl. Lehrbrief 14, S. 37), der hier die Größe von  $600 \Omega$  hat, ein Kondensator zu  $0,3 \mu\text{F}$  parallel geschaltet werden. Hierdurch wird der Wechselstromwiderstand der Leitungsnachbildung  $R_N$  veränderlich gemacht und damit eine bessere Anpassung an die Anschlußleitungen erreicht. Der Kondensator kann mittels einer Laschenverbindung ein- oder ausgeschaltet werden (s. Abb. 37).

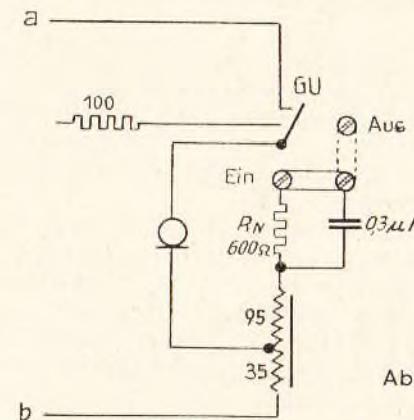


Abb. 37 Veränderliche Nachbildung beim W 28 Na. v.

Er wird eingeschaltet, wenn die Anschlußleitung aus **Erdkabel** besteht und die Länge 2 km überschreitet. Dieses ist jedoch nur eine Faustregel; genaue Anweisungen müssen von Fall zu Fall erteilt werden.

##### d) Der Tischapparat W 38

Die technische Weiterentwicklung der Fernsprechapparate führte vom Tischapparat W 28 zum Tischapparat W 38. Rein äußerlich besteht zwischen dem W 28 und dem W 38 nur ein geringer Unterschied. Beim Apparat W 38 und späteren Entwicklungsstufen ist das Gehäuse aus Kunststoff hergestellt; auch die Form der Handapparate weicht um ein geringes von der des W 28 ab. Die Schaltung des Apparates W 38 zeigt Abb. 38.

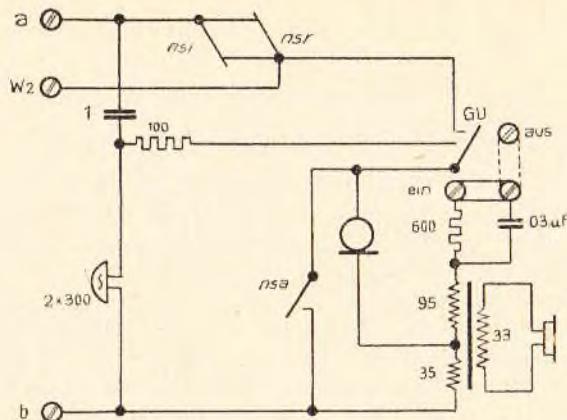


Abb. 38 Tischfernsprecher W 38

Auch hier erkennen wir eine Ähnlichkeit mit der des Apparates W 28, insbesondere des W 28 Na. v. Der Leitungsnachbildungswiderstand  $R_N$ , der auf der Dämpfungsspule aufgewickelt ist, hat einen Wert von 600 Ohm. Eine veränderliche Nachbildung wie beim W 28 ist beim W 38 von vornherein vorhanden, so daß es hierbei keine unterschiedlichen Apparatzuschaltungen gibt.

Der wohl bedeutsamste Unterschied gegenüber dem W 28 besteht in der Verwendung des Nummernschalters 38, der im Lehrbrief 7 ab Seite 25 beschrieben ist. Wir erkennen aus Abb. 38 die elektrische Sperre des Nummernschalters: der nsa-Kontakt liegt hier nicht (leitungsseitig gesehen) vor dem GU-Kontakt, sondern hinter ihm. Wir können also bei aufgelegtem Handapparat die Fingerlochscheibe drehen und damit den nsa-Kontakt schließen, ohne daß eine Schleife entsteht, die ja bekanntlich durch den nsi-Kontakt entsprechend der gewählten Ziffer unterbrochen werden muß. Die Schleife kann erst in dem Augenblick gebildet werden, wenn der GU-Kontakt geschlossen wird, also beim Abheben des Handapparates.

Wir erkennen auch in der Schaltung Abb. 38 den parallel zum nsi-Kontakt liegenden nsr-Kontakt, der, wie wir wissen, die beiden letzten Impulse, die der nsi-Kontakt verursacht, kurzschließt.

#### e) Der Tischapparat W 48

Der Tischapparat W 48 unterscheidet sich schaltungsmäßig vom Apparat W 38 lediglich dadurch, daß die veränderliche Nachbildung, also der Kondensator zu  $0,3 \mu\text{F}$  parallel zum bifilaren Widerstand, in der Dämpfungsschaltung in Fortfall gekommen ist. Der bifilare Widerstand  $R_N$  beim Apparat W 38 (600 Ohm) ist hier durch einen

solchen geringeren Widerstandes (400 Ohm) ersetzt worden. Abb. 38 gilt demnach sinngemäß.

#### f) Der Tisch-Wandapparat W 49

Der Tisch-Wandapparat W 49 unterscheidet sich lediglich vom Tischapparat W 48 dadurch, daß er sowohl als Tisch- als auch als Wandapparat verwendet werden kann. Durch Lösen einiger Schrauben können Nummernschalter und Gabel so gestellt werden, daß aus dem Tischapparat ein Wandapparat wird und umgekehrt. Die Schaltung ist die gleiche wie beim Apparat W 48.

#### Das Anschließen der Apparate W 38, 48, 49

Zum Anschließen dieser Apparate dient die gleiche Klemmdose neuer Art mit Trennstegen, wie sie im Lehrbrief 14, S. 40, behandelt worden ist.

#### g) Rückfrageapparate

##### a) Allgemeines

Rückfrageapparate geben einem Teilnehmer die Möglichkeit, während eines bestehenden Gesprächs mit einem weiteren (dritten) Teilnehmer ein Gespräch (meist eine Rückfrage) zu führen. Das ursprüngliche (erste) Gespräch bleibt bestehen, ohne daß mitgehört werden kann.

In Abb. 39 ist eine solche Anordnung schematisch dargestellt.

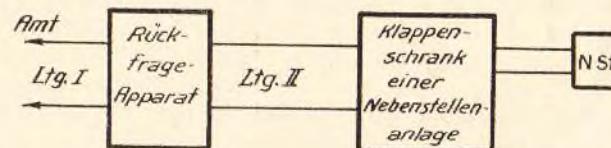


Abb. 39

Ein Teilnehmer, der beispielsweise als Nebenstelle an einem Klappenschrank einer Nebenstellenanlage angeschlossen ist, hat sehr viele Amtsgespräche abzuwickeln. Der Weg über den Klappenschrank selbst ist diesem Teilnehmer sehr häufig zu beschwerlich und zeitraubend. Um diesem Ubelstand zu begegnen, kann er sich einen einfachen Hauptanschluß zusätzlich zu seinem Nebenstellenapparat einrichten lassen. Hierbei ergibt sich aber der Nachteil, daß zwei Apparate auf seinem Schreibtisch stehen müssen und daß er, wenn er bei einem Amtsgespräch eine Rückfrage über die Nebenstellenanlage zu halten hat, den zweiten Apparat bedienen muß. Praktisch würde das so aussehen, daß er den Handapparat seines Hauptanschlusses auf den Tisch legt und den des Nebenstellenapparates in die Hand nimmt. Es besteht hierbei die unerwünschte Möglichkeit, daß der amtsseitige wie auch der nebenstellenseitige Gesprächs-

partner von den jeweils geführten Gesprächen teilweise Kenntnis erhält. Hier hilft der Rückfrageapparat, der einerseits mit einer Doppelleitung (Ltg. I) mit dem Amt, andererseits mit einer weiteren Doppelleitung (Ltg. II) mit dem Klappenschrank verbunden ist. Bei dem Rückfrageapparat ist durch geeignete Schaltmaßnahmen sichergestellt, daß bei einer Rückfrage der Gleichstromkreis zum Amt nicht unterbrochen wird (Haltestromkreis, vgl. Lehrbrief 14, Seite 35). Wäre dieser Haltestromkreis nicht vorhanden, so würde (bei Wahlämtern) die ursprüngliche Verbindung zusammenfallen oder (bei Handämtern) auf der VSt das Schlußzeichen erscheinen. Andererseits muß auch, falls während des Gespräches mit der Nebenstelle eine Rückfrage über die **Amtsleitung** zu halten ist, die Gleichstromschleife über die **Nebenstelle** bestehen bleiben. Demzufolge erhalten Rückfrageapparate neben den bei jedem Fernsprechapparat vorhandenen üblichen Organen einen Schalter, der die Verbindung zu der jeweiligen Sprechstelle herstellt und der bei Rückfragen gleichzeitig das ursprüngliche Gespräch hält.

#### b) Der Rückfrageapparat W 28 (Abb. 40)

Der Rückfrageapparat W 28 wird über einen Beikasten, der den Wecker der Leitung II und die Klemmen für die Leitungen I und II sowie w2-Klemmen für beide Leitungen enthält, angeschlossen. Neben der für einen Fernsprechapparat normalen Ausstattung enthält er einen Hebelschalter, der bei Abheben des Handapparates freigegeben wird und somit betätigt werden kann. Ein Gabelumschaltkontakt ist nicht vorhanden. Der im Rückfrageapparat **eingebaute** Wecker liegt an der Leitung I. Der zur Leitung II gehörige Wecker ist im Beikasten eingebaut. Er hat zur Unterscheidung des Anrufes einen anderen Klang als der zur Leitung I gehörige.

Wird der TIn über Leitung I gerufen, so fließt der Rufstrom vom Amt über die a-Leitung, Klemme aI des Beikastens, Klemme aI des Apparates, Kondensator  $1\ \mu\text{F}$ , Wecker, Klemme bI des Apparates, Klemme bI des Beikastens, b-Leitung zum Amt zurück. Der Handapparat wird aufgenommen und der Hebelschalter nach **links** umgelegt. Hierdurch wird der Federsatz I des Hebelschalters betätigt, und der TIn erhält Mikrophonspeisung über a-Leitung, Kontaktfeder I 18—16, nsi-Kontakt, Mikrophon, Kontaktfeder I 15—14, b-Leitung. Gleichzeitig wird Kontakt Ir (11—10) geschlossen. Ist eine Rückfrage zu halten, so wird der Hebelschalter nach **rechts** umgelegt, d. h. wenn über die Leitung II ein Ruf ankommt (erkennlich am unterschiedlichen Klang des Weckers). Die Federsätze I gehen in die Ruhelage zurück; die **Sprech**verbindung zum Amt ist getrennt. Kontakt Ir bleibt jedoch geschlossen, weil er erst durch Auflegen des Handapparates ausgelöst werden kann. Demzufolge hält sich die

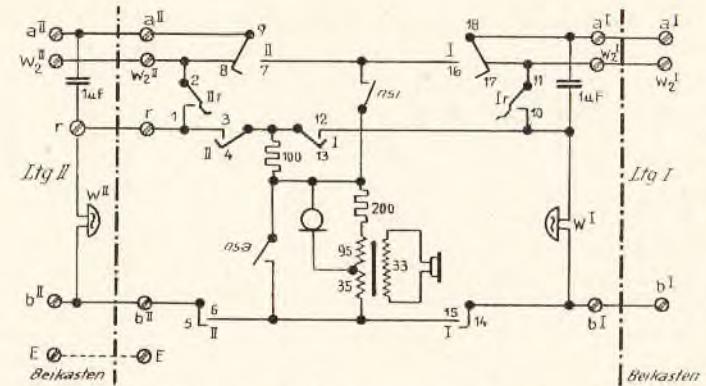


Abb. 40 Rückfrageapparat W 28

Gleichstromschleife (und damit die Verbindung) über Leitung I über die a-Leitung, Kontakt I 18—17, Ir 11—10, Wecker, b-Leitung. Durch das Umlegen des Hebelschalters nach rechts gehen die Kontakte II des Federsatzes in Arbeitsstellung, das Mikrophon erhält Speisung über die Nebenstellenleitung auf folgendem Wege: aII-Leitung, Klemme aII im Beikasten, Klemme aII im Apparat, Kontaktfeder II 9—7, nsi-Kontakt, Mikrophon, Kontaktfeder II 6—5, Klemme bII des Apparates, Klemme bII des Beikastens, bII-Leitung. Gleichzeitig geht der Kontakt IIr in Arbeitslage. Auch dieser Kontakt wird so lange gehalten, bis der Handapparat aufgelegt ist, und hält den Stromkreis über Leitung II, falls eine weitere Rückfrage über Leitung I notwendig sein sollte.

Der Kontakt I 12—13 schaltet in Stellung „links“ des Hebelschalters, d. h. bei Gesprächen über Leitung I, den Funkenlöschwiderstand zu 100 Ohm in Reihe mit dem Rufkondensator des ersten Weckers. Beide Teile liegen dann parallel zum nsi-Kontakt und unterbinden die Funkenbildung (vgl. Lehrbrief 13, Seite 18). Bei Gesprächen über Leitung II erfüllt der Kontakt II 3—4 die gleiche Aufgabe, nur daß er in diesem Falle den Funkenlöschwiderstand mit dem Rufkondensator des im Beikasten untergebrachten zweiten Weckers in Reihe schaltet. Auch hier liegen Funkenlöschwiderstand und Kondensator parallel zum nsi-Kontakt des Apparates. Die Klemme E im Beikasten dient zur Erdung bei Apparaten mit Erdtaste.

Die neueste Entwicklung, der Rückfrageapparat W 51, unterscheidet sich vom W 28 hauptsächlich durch seine äußere Form. Der Hebelschalter beim W 28 ist beim W 51 durch Drucktasten ersetzt worden. Schaltungsmäßig bestehen nur geringe Unterschiede zwischen beiden Apparaten, jedoch ist der W 51 mit dem NS 38 und der Induktionsspule 48 ausgerüstet.

## Das Anschließen des Rückfrageapparates W 28

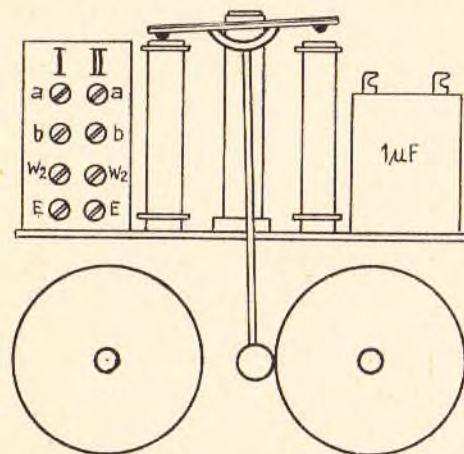


Abb. 41

Beikasten zum Rückfrageapparat  
W 28

Ltg I Sprechen:  
Kontakt I u. Ir betätigt

Ltg II Rückfrage:  
Kontakt Ir u. II betätigt

Ltg III Sprechen:  
Kontakt II u. IIR betätigt

Ltg I Rückfrage:  
Kontakt IIR u. I betätigt

Das Anschließen des Apparates geht aus Abb. 41 hervor, in der die im Beikasten befindlichen Teile (Anschlußleiste, Wechselstromwecker und Kondensator) dargestellt sind. Die Klemmleiste trägt zwei Klemmreihen I und II, deren Klemmbezeichnungen über den Anschluß der Leitungen I und II Aufschluß geben. Falls zweite Wecker an die Leitungen I oder II angeschlossen werden sollen, werden sie — wie üblich — zwischen w2 und b geschaltet. Die Klemme r ist im allgemeinen bereits beschaltet und steht mit der Anschlußschnur des Apparates in Verbindung. Über die Beschaltung der Klemme E ist bereits gesprochen worden.

### h) Die Anschlußdosenanlage

Die Anschlußdosenanlage dient dazu, einen Tischapparat in verschiedenen Räumen an eine bestehende Amtsleitung schalten zu können. Die Anschlußschnur des Apparates endet in einem Stecker, der in eine der vorhandenen Dosen geführt wird und somit den Apparat mit der Amtsleitung verbindet.

Es kann eine beliebige Anzahl von Anschlußdosen angelegt werden, jedoch im allgemeinen unter der Voraussetzung, daß sich alle im gleichen Gebäude befinden. Wenn keine Betriebsschwierigkeiten zu erwarten sind, kann in Ausnahmefällen von dieser Regel abgewichen werden.

**Grundsätzlich ist ein zweiter Wecker fest einzubauen, der das Erönen eines Weckers (Anruf vom Amt) bei nicht gestecktem Apparat sicherstellt.**

Es sei hier lediglich die Anschlußdose ZB 27 behandelt, die noch in sehr vielen Fällen bei den TIn eingebaut ist. Spätere Entwicklungsstufen, z. B. Unterputzdosen, unterscheiden sich lediglich durch geringe Unterschiede in der äußeren Form und dem mechanischen Aufbau. Schaltungsmäßig besteht kein Unterschied.

Die Anschlußdose besitzt vier Kontakte: a, b, w2 und c, von denen a, b und w2 als Federn und c als Kontaktstift ausgebildet sind. Der a-Kontakt der Dose hat außerdem noch einen Unterbrechungskontakt aI. Die Federn legen sich an Kontaktringe des Anschlußstößels oder -steckers. Leitende Verbindung mit dem c-Stift wird mittels einer in der Mitte des Stößels befindlichen Hülse hergestellt.

Die Schaltung der Anschlußdose ZB 27 und des Anschlußstößels ist aus Abb. 42 ersichtlich.

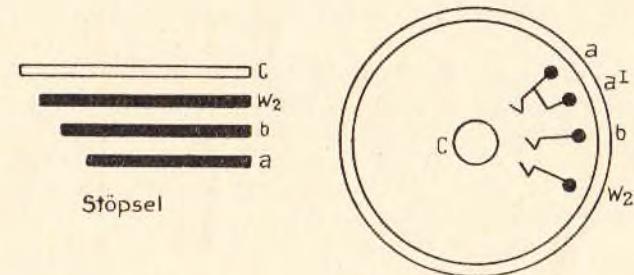


Abb. 42 Anschlußdose ZB 27

Schaltungsmäßig sind zwei Möglichkeiten zu unterscheiden:

- Der zweite Wecker wird bei angeschlossenem Apparat abgeschaltet,
- der zweite Wecker bleibt bei angeschlossenem Apparat eingeschaltet.

#### Zu a)

Die Schaltung zu a zeigt Abb. 43. Der zweite Wecker ist zwischen die b-Klemme der Klemmdose und die Klemme c der **ersten** (leitungsseitigen) Anschlußdose zu schalten. Wird der Tischapparat in eine Anschlußdose gesteckt, so trennt der a-Teil des Stößels den aI-Kontakt der Anschlußdose auf. Dadurch werden alle hinter dieser Dose liegenden Anschlußdosen abgelegt; es kann also jeweils nur **ein** Apparat an einer Anschlußdosenanlage arbeiten. Der ankommende Ruf gelangt über die a-Ader der Anschlußleitung, über die a-Klemme der Klemmdose zur a-Feder der Anschlußdose, weiter über den a-Teil des Stößels zum Apparat, dort über Kondensator, Wecker zum

b-Teil des Stöpsels, über die b-Feder der Anschlußdose zur b-Klemme der Klemmdose, b-Leitung zum Amt.

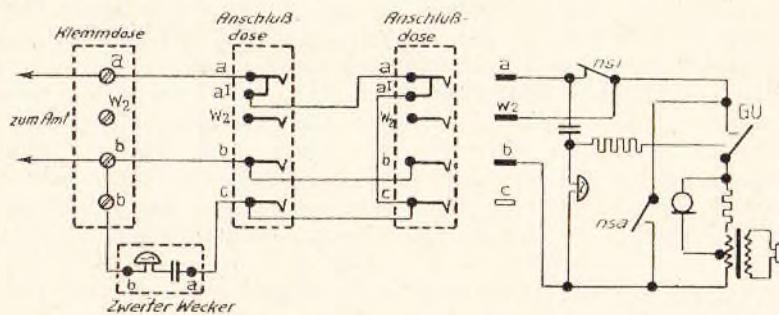


Abb. 43 Schaltung der Anschlußdose ZB 27 mit Tischfernsprecher W 28  
Zweiter Wecker abgeschaltet bei eingestecktem Apparat

Da die w2-Klemmen der Anschlußdosen in diesem Falle nicht beschaltet werden, außerdem durch das Einführen des Stöpsels der a1-Kontakt abgelegt wird, ist die Verbindung a1-Kontakt — c-Klemme der Anschlußdose, an der der Wecker mit seiner a-Klemme liegt, unterbrochen; der zweite Wecker kann nicht ertönen. Bei herausgenommenem Stöpsel legt sich a1 wieder an die a-Feder, und somit ist der zweite Wecker an die Leitung geschaltet.

#### Zu b)

Falls der zweite Wecker ständig angeschaltet bleiben soll, d. h. auch dann, wenn der Anschlußstöpsel gesteckt ist, so ist die Schaltung nach Abb. 44 vorzunehmen.

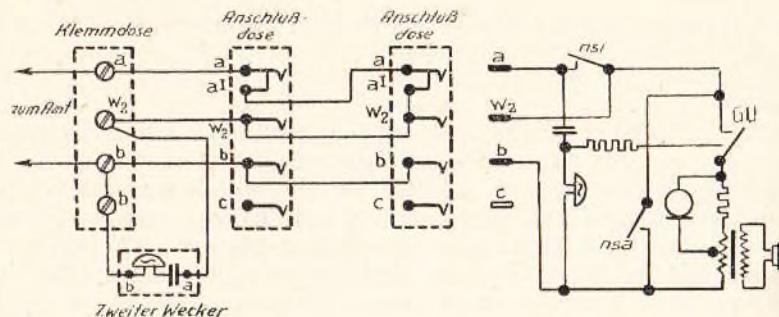


Abb. 44 Schaltung der Anschlußdose ZB 27 mit Tischfernsprecher W 28  
Zweiter Wecker bleibt eingeschaltet bei eingestecktem Apparat

Durch die Beschaltung der w2-Klemmen und den Anschluß der a-Klemme des zweiten Weckers an w2 der Klemmdose findet der ankommende Rufstrom folgenden Weg: Amt — a-Leitung — a-Federn der Anschlußdosen — a-Teil des Stöpsels — Kondensator und Wecker des Fernsprechers — b-Teil des Stöpsels — b-Federn — b-Leitung — Amt. Über w2 des Apparatstöpsels gelangt der Rufstrom gleichfalls zur w2-Klemme der Klemmdose und damit zum Wecker, der auch hier mit seiner b-Klemme an b der ersten Anschlußdose und damit an b der Klemmdose liegt.

#### i) Vereinfachte Sprechstellen-(A2-)Schaltungen

In vielen Fällen wünschen Teilnehmer den Anschluß eines zweiten Fernsprechapparates, mit dessen Hilfe entweder ein Gespräch von dem **gleichen** Raum aus geführt werden kann, in dem der erste Apparat steht, oder auch von einem **anderen** Raum aus. Es handelt sich hierbei laut Fernsprechordnung um einen A2. Das besondere Kennzeichen eines A2 besteht darin, daß nur von **einem** der beiden Apparate ein Gespräch mit dem Amt geführt werden kann und daß sie miteinander **nicht** verkehren können. Diese Form der Anlage hat also nicht den Charakter einer Nebenstellenanlage (z. B. Zwischenumschalter oder Reihenanlage), bei denen die Sprechstellen auch untereinander verkehren können.

Man unterscheidet zwei Arten der vereinfachten Sprechstellen-schaltung:

- die Schaltung, bei der sich beide Fernsprechapparate im **gleichen** Raum befinden,
- die Schaltung, bei der sich beide Fernsprechapparate in **getrennten** Räumen befinden.

#### Zu a)

##### Zweiter Fernsprechapparat im gleichen Raum

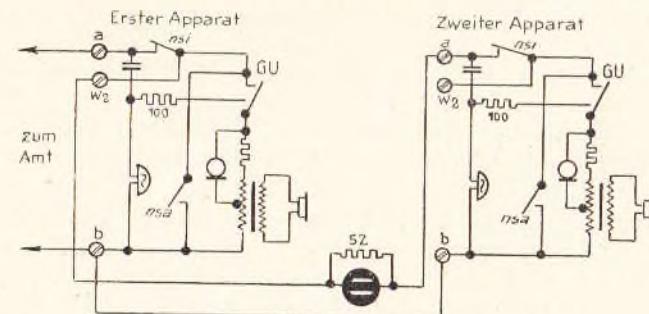


Abb. 45 A2 — Schaltung bei Apparaten, die sich im gleichen Raum befinden. Das Schauzeichen SZ kann hierbei auch wegfallen

Der zweite Fernsprechapparat wird wie ein zweiter Wecker an die Klemmen w2 und b des ersten Apparates geschaltet, d. h. **hinter** seinem nsi-Kontakt.

Hierdurch wird erreicht, daß bei der Nummernwahl vom ersten Apparat aus der Wecker des zweiten Apparates nicht anschlägt; denn der zweite Apparat wird durch den parallel zu diesem liegenden nsa-Kontakt des ersten Apparates kurzgeschlossen.

#### Der Ruf kommt bei beiden Stellen an.

Diese Schaltung darf grundsätzlich nur dann angewendet werden, wenn sich beide Apparate im **gleichen** Raum befinden, die Teilnehmer sich also durch Zuruf verständigen können. Sie brauchen demnach die Fernsprechapparate zur gegenseitigen Verständigung nicht zu benutzen.

#### Zu b)

#### Fernsprechapparate in getrennten Räumen

Befindet sich der zweite Fernsprechapparat in einem anderen Raum als der erste, darf die Schaltung a **nicht** angewandt werden. Hierbei ist nämlich die Möglichkeit gegeben, durch Wahl einer verabredeten Ziffer, die im Amt keine Sprechverbindung mit einem anderen Tln herstellt (z. B. die Ziffer 0), die zweite Sprechstelle zum Sprechen aufzufordern. In diesem Beispiel würde der Wecker durch zehnmaliges Aufladen und Entladen des Kondensators in der Weckerbrücke zehnmal anschlagen. Diese Möglichkeit ist allerdings nur in Richtung zweite Sprechstelle — erste Sprechstelle gegeben, weil — wie bereits gesagt — in umgekehrter Richtung der zweite Apparat durch den nsa-Kontakt des ersten kurzgeschlossen wird. Um auch diese Möglichkeit zu unterbinden, kann eine Schaltungsänderung vorgenommen werden, die — weil sie selten in Frage kommt — hier nicht besprochen werden soll.

Für den Anschluß eines zweiten Apparates in getrennten Räumen müssen als erster Apparat ein W 28a oder ein W 48a verwendet werden. Diese haben einen zusätzlichen Gabelumschalterkontakt (GU II-Kontakt), der bei Abheben des Handapparates die Verbindung zum zweiten Apparat abschaltet. Eine Sprechverbindung zwischen beiden Sprechstellen oder das Mithören ist hier also nicht mehr möglich (Abb. 46).

Der Amtsruf kommt bei beiden Sprechstellen an (Amt — a-Leitung — Kondensator 1. Apparat — Wecker 1. Apparat — b-Leitung — Amt; ferner Amt — a-Leitung — nsi-Kontakt 1. Apparat — GU I-Kontakt 1. Apparat — Klemme w2 1. Apparat — Schauzeichen — Klemme a vom 2. Apparat — Kondensator 2. Apparat — Wecker 2. Apparat — Klemme b des 2. Apparates — Klemme E vom 1. Apparat — GU II-Kontakt — b-Leitung — Amt).

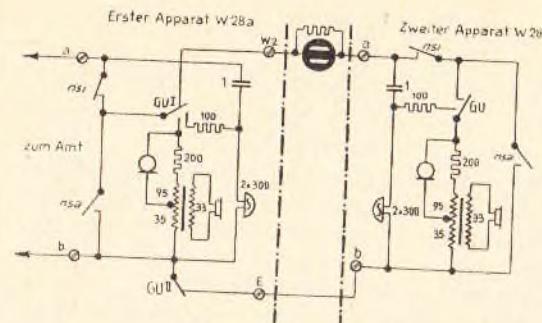


Abb. 46 A2 - Schaltung bei Verwendung des Apparates W 28a

Hebt der Tln bei der ersten Sprechstelle den Handapparat ab, so wird die Verbindung zum zweiten Apparat mittels der GU I- und GU II-Kontakte unterbrochen. Nimmt der Tln bei der zweiten Sprechstelle den Handapparat ab, so liegt er über den GU I- und GU II-Kontakten des ersten Apparates, die sich in der Ruhelage befinden, an der Amtsleitung. Der Tln bei der ersten Sprechstelle kann nicht mithören; denn beim Abheben seines Handapparates würde er die zweite Sprechstelle abschalten. Um anzuzeigen, daß vom zweiten Apparat gesprochen wird, ist ein Schauzeichenkästchen zwischen Klemme w2 des ersten und Klemme a des zweiten Apparates, also in dessen a-Leitung, anzuschließen, falls der W 28a nicht mit einem eingebauten Sternschauzeichen ausgestattet ist. Das Sternschauzeichen ist durch einen bifilaren Widerstand überbrückt, weil es sonst infolge seines hohen Scheinwiderstandes (vgl. Lehrbrief 12, S. 27/28) den Sprechwechselströmen den Weg sperrt.

Die Weiterentwicklung des Tischapparates W 28a ist der W 48a, der in der Arbeitsweise dem Apparat W 28a fast völlig gleicht.

Hiermit ist das Thema „Grundsätzliche Stromläufe“ beendet.

### III. Fernmeldetechnik

#### C. Nebenstellentechnik

##### Allgemeines

Zu Anfang des 20. Jahrhunderts wurde von der damaligen Deutschen Reichspost durch eine Verordnung erlaubt, an einen Fernsprechanschluß (unmittelbarer Amtsanschluß) eine oder mehrere Sprechstellen anzuschließen, die sowohl über das Vermittlungsamt unbeschränkt nach außen als auch untereinander verkehren konnten. Diese neuen Sprechstellen wurden als „Nebenstellen“ bezeichnet; der unmittelbare Amtsanschluß wurde „Hauptanschluß“ genannt. Die Nebenanschlüsse bilden mit ihrer Hauptstelle die „Nebenstellenanlage“. Mit ihnen wurde die Nebenstellentechnik ins Leben gerufen, deren Aufgabe es ist, Apparate und Vermittlungseinrichtungen für diese Zwecke zu entwickeln und zu fertigen.

Grundsätzlich werden hinsichtlich der **Technik** zwei Arten unterschieden:

- Anlagen mit Handvermittlung,
- Anlagen mit Selbstvermittlung.

Zu den Anlagen unter a) gehören handbediente Zwischenumschalter, Klappenschränke und Glühlampenschränke. Zu den Anlagen unter b) gehören selbsttätige Zwischenumschalter, Reihenanlagen und Wählernebenstellenanlagen.

Einige feststehende **Grundbegriffe** wollen wir uns einprägen. Der **Amtsverkehr** unterscheidet sich grundsätzlich in abgehenden und ankommenden Amtsverkehr. Der ankommende Amtsverkehr wird in den meisten Fällen die Mithilfe einer Bedienungsperson erfordern.

Alle technischen Hilfsmittel, die mit dem Amtsverkehr zu tun haben, werden durch die Bezeichnung „Amts“ gekennzeichnet: Amtstaste, Amtsknebel, Amtsstöpsel, Amtsklinke usw.

Ein immer wiederkehrender Begriff ist die **Rückfrageeinrichtung!** Unter Rückfrage versteht man die Fernsprechrückfrage innerhalb einer Nebenstellenanlage während eines Amtsgesprächs. Die Verbindung mit dem fernen Teilnehmer (Amtsgespräch) wird während der Rückfrage gehalten, damit nach beendeter Rückfrage das Amtsgespräch fortgesetzt werden kann.

Die Nebenstellenanlagen müssen den Amtssystemen angepaßt sein. Dabei kommen drei Amtsarten in Betracht:

- Das Wähleramt (VStW),
- Das ZB-Amt (VStZB),
- Das OB-Amt, das heute aber selten vorkommt (VStOB).

Die verwaltungsmäßige Regelung des Nebenstellenwesens ist seitens der Deutschen Bundespost in der **FO** (Fernsprechordnung) festgelegt.

#### Nebenstellenkleinanlagen (2 Sprechstellen)

Von den vielen Anlagen dieser Gruppe sollen hier diejenigen besprochen werden, die bei der Deutschen Bundespost am weitesten verbreitet sind: der handbediente Zwischenumschalter, der selbsttätige Zwischenumschalter und die Reihenanlage W 31 a 1/1. Alle drei bestehen aus der Hauptstelle und einer Nebenstelle. Bei den beiden erstgenannten Anlagen kann die Nebenstelle, da sie nur einer zweidrahtigen Anschlußleitung bedarf, von der Hauptstelle entfernt liegen, z. B. in einem anderen Stadtteil, während die Reihenanlage nur dann vorteilhaft ist, wenn Haupt- und Nebenstelle nahe zusammenliegen, da für ihre Verbindung mehrere Adern erforderlich sind.

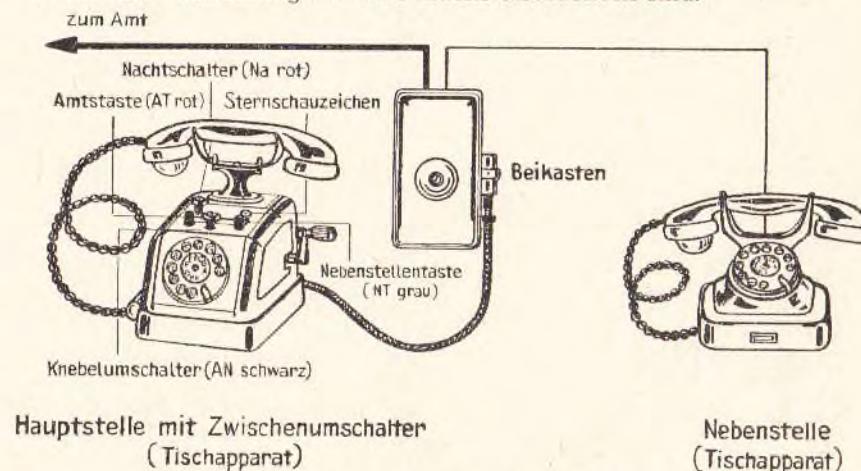


Abb. 1 Zwischenumschalter W 25 b

#### Handbedienter Zwischenumschalter W 25 b

Um sich eine schnelle Orientierung über die in den Bildern 1 und 2a dargestellte Anlage zu schaffen, wollen wir uns zuerst die Leistungsmerkmale des Zwischenumschalters W 25 b vergegenwärtigen.

##### Die Leistungsmerkmale

Die **Hauptstelle** verbindet sich unmittelbar mit dem Amt, nimmt auch die ankommenden Amtsrufe entgegen und gibt sie, falls die Nebenstelle gewünscht wird, an diese weiter. Die Hauptstelle kann mit der Nebenstelle über den Hausweg verkehren und von dieser angerufen werden; sie kann während eines Amtsgesprächs bei der Nebenstelle Rückfrage halten.

Die **Nebenstelle** erhält die Amtsleitung nur durch Vermittlung ihrer Hauptstelle. Diese besitzt ein optisches Überwachungszeichen. Die

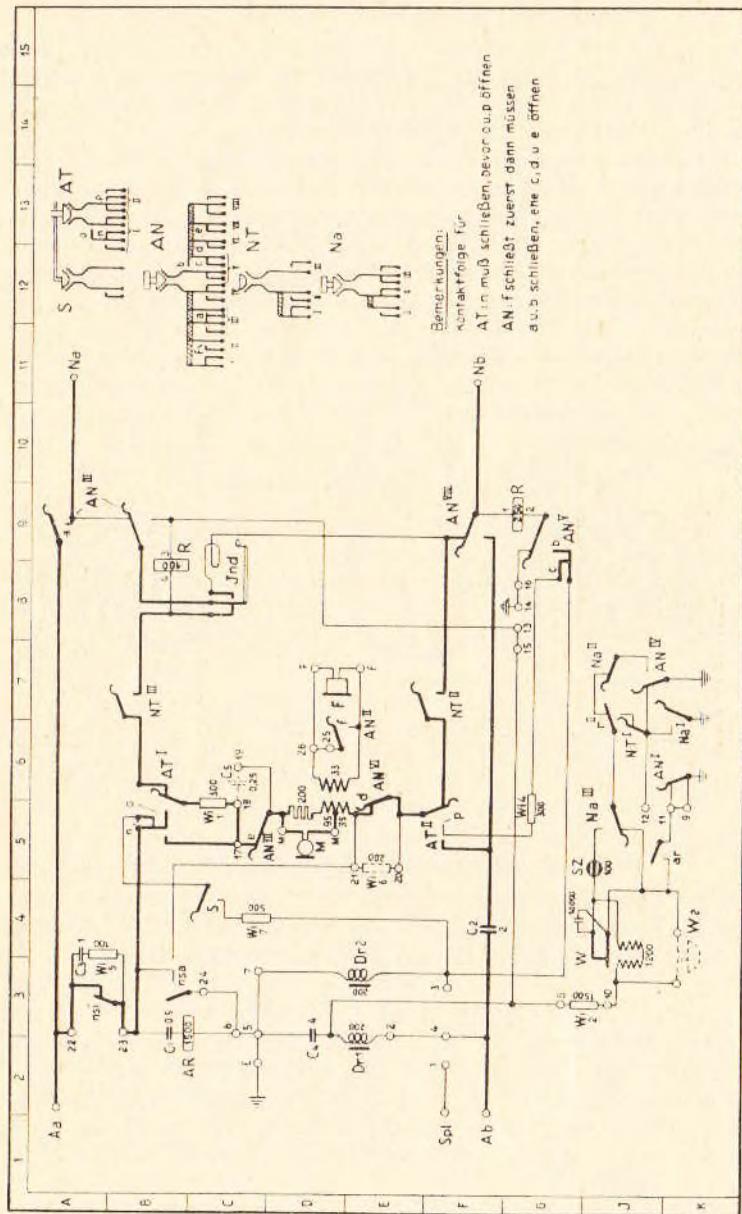


Abb. 2a Zwischenumschalter W 25b (Tischapparat)

Trennung der Amtsverbindung wird durch Einhängen des Handapparates gegeben.

**Nachtschaltung;** d. h. über Nacht ist die Nebenstelle zum Amt durchgeschaltet (Dauerverbindung Amt—Nebenstelle).

Die **Stromversorgung** der Anlage geschieht über beide Zweige der Amtsleitung aus der ZB des Amtes. Jeder Zweig der Amtsleitung liefert eine unabhängige Speisung, wie wir noch sehen werden.

### Das Anschalten der Apparate

Die Adern der Amtsleitung, Nebenstellenleitung und Betriebserde werden durch die Einführungsbuchse oberhalb des Beikastens eingeführt und auf dem Klemmenbrett befestigt. Für die Amtsleitung (Speisebrückenanschluß) sind die Klemmen Aa und Ab vorgesehen. Zum Anschluß der Nebenstellenleitung dienen die Klemmen Na und Nb. Die Betriebserde wird an die Klemme E gelegt (siehe Abb. 2b).

Abb. 2b Klemmenverbindungen bei Regelausstattung (VStW, Brückenspeisung)

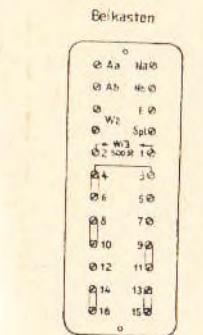
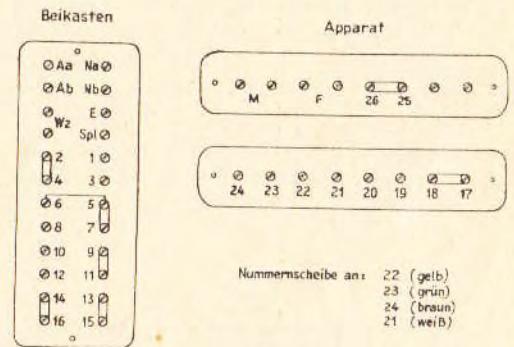


Abb. 2c Klemmenverbindung bei besonderer Speiseleitung

Die Ruf- und Speiseströme im Amtsverkehr werden über den Aa-Zweig der Nebenstellenanlage zugeführt. Alle anderen Stromkreise (Speiseströme der Sprechkapseln im Hausverkehr, optische und akustische Signale) werden aus den Speisebrücken des Amtes über den Ab-Zweig gespeist. (Die Speisebrücken werden wir in einem der nächsten Hefte behandeln.)

Wenn der Zw.-Umschalter W 25b in einer gemischten Anlage, d. h. in Verbindung mit einer Reihenanlage, arbeiten soll oder Speisebrücken in den Ämtern nicht zur Verfügung stehen, dann müssen die Klemmen im Beikasten nach der in der Abb. 2c dargestellten Zeichnung umgelegt werden. Jetzt wird aber eine besondere Speiseleitung für die Inbetriebnahme der Zw-Umschalter erforderlich.

## Bedienung und wichtigste Stromläufe des Zwischenumschalters W 25b

### a) Amt—Hauptstelle

a 1 **Amtsanruf**: Periodisch eingehender Ruf von einer Sekunde Dauer im Abstand von 10 Sekunden;  $\infty$ Aa, nsi, C1, AR, Klem-

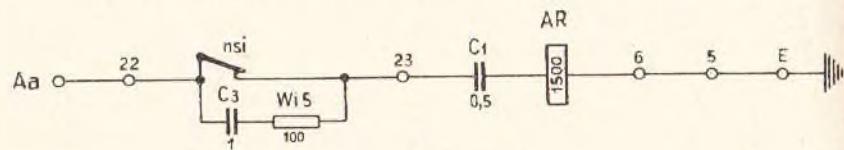


Abb. 3 Amtsanruf

men 6—5 an Erde + (Abb. 2a und 3); das AR (Amtsstufrelais) wird betätigt, und der Kontakt ar dieses Relais bringt den Gleichstromwecker.

a 2 **Weckerstromkreis**: — Ab, Klemmen 4—2, Dr 1, Klemmen 8—10 (Wi 2), Wecker, Kontakt des AR (ar), Klemmen 11—9 (An I), +. (Siehe Abb. 2a im Feld K 5.) Die Hauptstelle nimmt ihren Handapparat ab und drückt die Amtstaste (AT rot).

a 3 **Mikrophon-Speisestrom**: — Aa, nsi, AT I, Klemme 17, AN VII in Stromverzweigung über das Mikrophon und die Induktionsspule (siehe Lehrbrief 3, Seite 35—39), AN VI, AT II, Wi 4, An V, Klemme 3, Dr 2, Klemmen 7—5, + (siehe Abb. 2a und 4).

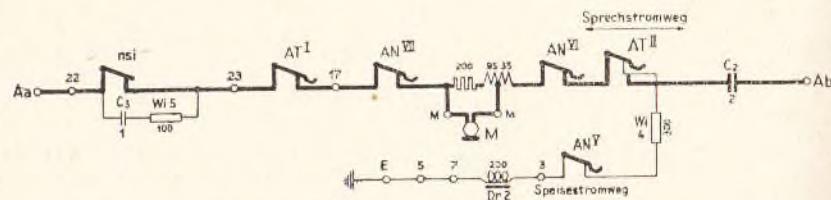


Abb. 4 Gesprächszustand: Amt — Hauptstelle (AT drücken)

a 4 **Sprechstromkreis**: Der Sprechwechselstrom nimmt den gleichen Weg wie der Speisestrom bis zum Kontakt AT II; von hier aus wird er über den Kondensator C2 nach Ab geführt, weiter zum Amt und zurück über Aa zum Mikrophon (siehe Abb. 4).

a 5 **Wählstromkreis** (abgehender Amtsverkehr): Der Speisestrom des Mikrophons wird mit dem Nummernschalter (nsi) unterbrochen. Wählimpuls: —Aa, nsi, nsa, Klemmen 6—5, + (siehe Abb. 2a).

a 6 **Gesprächsschluß**: Nach der Beendigung des Amtsgespräches legt die Hauptstelle ihren Handapparat auf und löst dadurch

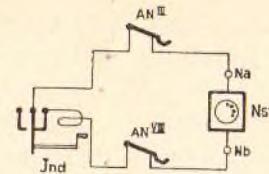


Abb. 5  
Hauptstelle — Nebenstelle  
(Nst wird gerufen)

selbsttätig die Amtstaste aus. Jetzt wird der Speisestrom bei ATI und AT II unterbrochen. Die Nebenstellenanlage kann nun einen neuen Anruf entgegennehmen.

### b) Hauptstelle—Nebenstelle

Zum Rufen der Nebenstelle wird bei der Hauptstelle eine Rufstromquelle erforderlich. Zu diesem Zweck ist bei der Hauptstelle der Kurbelinduktor vorhanden. Die Hauptstelle nimmt den Hand-

apparat ab, drückt ihre Nebenstellentaste (grau) und betätigt den Kurbelinduktor.

b 1 **Rufen**:  $\infty$  Induktor, AN III, Na, Wechselstromschleife der Nebenstelle, Nb, AN VIII zurück zur Spannungsquelle Induktor (siehe Abb. 2a und 5).

b 2 **Mikrophon-Speisestrom** (Hauptstelle): — Ab, Klemmen 4—2, Dr 1, Klemmen 15—13, R (100), NT III, AT I, Wi 1, Klemmen 18—17, AN VII, in Stromverzweigung über das Mikrophon und die Induktionsspule, AN VI, AT II, NT II, AN VIII, R (250), AN V, Klemmen 16—14, + (Abb. 2a und 6).

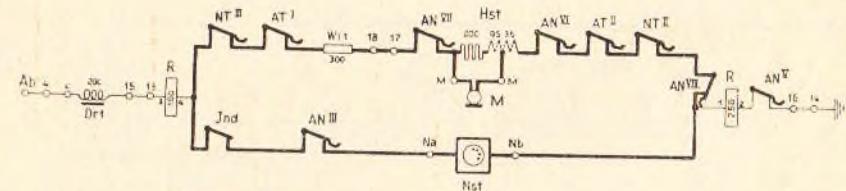


Abb. 6 Speisestromweg für Hst und Nst (NT gedrückt)

b 3 **Mikrophon-Speisestrom** (Nebenstelle): — Ab, Klemmen 4—2, Dr 1, Klemmen 15—13, R (100), Ruhfeder des Induktorkontaktes, AN III, Na, Nebenstelle (Abfrageeinrichtung), Nb, R (250), AN V, Klemmen 16—14, + (das R-Relais ist in diesem Stromkreis angezogen, siehe Abb. 2a und 6).

b 4 **Sprechwechselstrom**: Mikrophon (Hauptstelle), Induktionsspule, AN VI, AT II, NT II, AN VIII, Nb (Nebenstelle Abfrageeinrichtung), Na, AN III, Ruhfeder des Induktorkontaktes, NT III, AT I, Wi 1, Klemmen 18—17, AN VII zurück zur Spannungsquelle des Sprechwechselstromes (Mikrophon, siehe Abb. 6).

b 5 **Gesprächsschluß:** Beide Sprechstellen legen ihren Handapparat auf; NT geht in die Ruhelage zurück. Das R-Relais wird wieder stromlos.

c) **Amt—Nebenstelle**

Der Amtsanruf und das Abfragen des fernen Teilnehmers wie unter a1—a4. Die Hauptstelle ruft die Nebenstelle wie unter b1.

c 1 **Haltestromkreise (des fernen Teilnehmers):** Wenn die Nebenstellentaste (grau) nach dem Abfragen des fernen Teilnehmers bei der Hauptstelle gedrückt wird, hält sich das Amtsgespräch über: — Aa, nsi, AT I, den Seitenschalterkontakt S (siehe Abb. 2a im Feld C 4 und A 12), Wi 7, Klemme 3, Dr 2, Klemmen 7—5, +. Nach Meldung der Nebenstelle wird der schwarze Amts-Nebenstellen-Knebel (AN) umgelegt. Die Hauptstelle legt ihren Handapparat auf, der ferne Teilnehmer ist nun mit der Nebenstelle verbunden. Es ist zu beachten, daß beim Drücken von NT AT ausgelöst wird. Der Seitenschalterkontakt S bleibt jedoch in Arbeitsstellung.

c 2 **Mikrophon-Speisestrom:** — Aa, AN III, Na, Nebenstelle, Nb, R (250), AN V, Klemme 3, Dr 2, Klemmen 7—5, + (Abb. 2a und 7a).

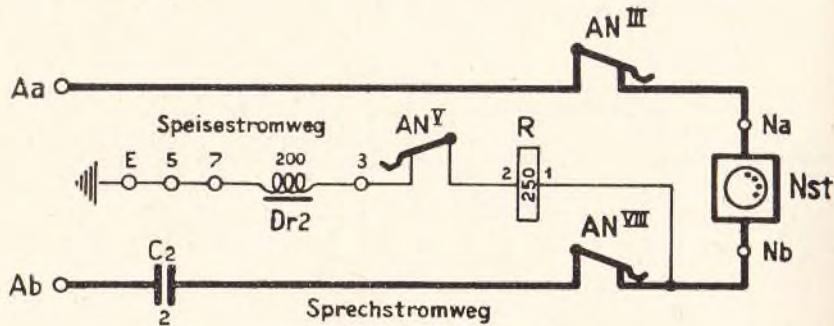


Abb. 7a Gesprächszustand: Amt—Nebenstelle (Knebel AN umgelegt)

c 3 **Sprechwechselstrom:** Aa, AN III, Na, Nebenstelle, Nb, AN VIII, Kondensator C 2, Ab (Abb. 2a und 7). Das R-Relais ist über seine 250-Ohm-Wicklung im Mikrophonspeisestromkreis wirksam. Die 100-Ohm-Wicklung vom R-Relais ist durch AN III über die Ruhefeder des Induktorkontaktes kurzgeschlossen. Das R-Relais wird dadurch in seiner Abfallzeit verzögert. Dieses ist wichtig bei der Durchwahl der Nebenstelle in die Amtsleitung hinein (siehe Abb. 7b).

c 4 **Gesprächsschluß:** Die Nebenstelle legt ihren Handapparat auf.

Dadurch wird das R-Relais in seiner 250-Ohm-Wicklung stromlos und fällt ab. Der Kontakt r II dieses Relais geht in die Ruhelage zurück und schaltet den Wecker bei der Hauptstelle ein (Kontakt r II siehe Abb. 2a im Feld J6). — Ab, Klemmen 4—2, Dr 1, Klemmen 8—10 (Wi 2), Gleichstromwecker, Na III, Kontakt r II, Na II, AN IV, +. (Abb. 2a und 8.) Der Wecker ertönt so lange, bis der AN-Knebel wieder von der Hauptstelle in die Ruhelage gelegt wird.

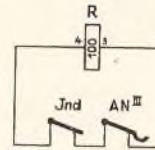


Abb. 7b

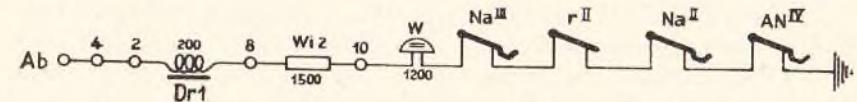


Abb. 8 Schlußzeichen: (Dauerwecker)

(Nst hat aufgelegt, Knebel AN noch in Arbeitsstellung)

d) **Nebenstelle—Hauptstelle**

d 1 **Anruf:** Die Nebenstelle nimmt ihren Handapparat ab. Dadurch wird das R-Relais (Nebenstellenrufrelais) wirksam: — Ab, Klemmen 4—2, Dr 1, Klemmen 15—13, R (100), Ruhekontakt des Induktors, AN III, Na, NSt, Nb, R (250), AN V, Klemmen 16—14, + (siehe Abb. 2a und 6 oder unter Abschnitt b3). Der Kontakt dieses Relais (r II) schließt bei der Hauptstelle den Weckerstromkreis: — Ab, Klemmen 4—2, Dr 1, Klemmen 8—10 (Wi 2), Wecker, Na III, Kontakt r II des R-Relais, NT I, AN IV, +. Die Hauptstelle nimmt ihren Handapparat ab und drückt die Nebenstellentaste; der Weckstromkreis wird durch NT I unterbrochen.

d 2 **Gespräch:** Wie unter b3—b5.

e) **Amt—Nebenstelle (Dauerverbindung)**

Bei der Dauerverbindung Amt—Nebenstelle wird außer dem Knebel AN noch der Nachtknebel (rot) in die Stellung „Nacht“ gebracht.

e 1 **Speisestrom und Sprechwechselstrom** wie unter c2 und c3. Der Weckstromkreis ist durch Umlegen des Nachtknebels bei Na III unterbrochen. Es wird aber andererseits ein Stromkreis über das Sternschauzeichen geschlossen: — Ab, Klemmen 4—2, Dr 1, Klemmen 8—10 (Wi 2), über beide Weckerspulen, Sternschauzeichen Na III, Arbeitsfeder des r II-Kontaktes, NT I, Na I, + (Abb. 2a und 9).



ist zunächst erst einmal festzustellen, ob die Amtsleitung bis zum Apparat fehlerfrei und richtig angelegt ist. Bei Freileitungsanschluß ist außerdem zu prüfen, ob das Sicherungskästchen in Ordnung ist.

#### **Richtiger Anschluß der Amtsleitung:**

**Einfache Sprechstelle** (Schleifenleitung):

Aa-Zweig Batterie (Amtszeichen),  
Ab-Zweig Erde.

**Nebenstellenanlage** (Speisebrückenleitung):

Aa-Zweig Batterie (Amtszeichen),  
Ab-Zweig Batterie.

Aa- und Ab-Zweig der Leitungen dürfen nicht vertauscht werden, da hierdurch bei Nebenstellenanlagen dauerndes Amtszeichen hervorgerufen wird und beim Anruf vom Amt die Nebenstellen mitläuten.

#### **Sicherungskästchen:**

Klemmen am Sicherungskästchen gewissenhaft prüfen! Manchmal lassen sich die Klemmschrauben nicht weiterdrehen, weil sie unten aufstehen. Mithin ist der Leitungsdraht nicht richtig festgeklemmt und sitzt lose (Wackelkontakt).

Die Grobsicherungen sind daraufhin zu prüfen, ob der Schmelzdraht an beiden Seiten der Sicherungen gut verlötet ist.

#### **Erdleitung:**

Sehr häufig sind Störungen auf schlechte Erdleitung (schlecht verlötet, zu hoher Widerstand) zurückzuführen. In hochgelegenen Stockwerken an dem Wasserleitungsrohr angebrachte Erde hat hohen Widerstand, wenn die Rohre mehrfach durch Muffen verbunden sind und deren Abdichtung mittels Werg usw. eine gute metallische Verbindung verhindert. Schlechte Erdleitung verursacht Falschwahl, öfteres Aussetzen der Amtsanrufrelais und des Apparateweckers, nicht ausreichende Stromversorgung der Nebenstellen und dadurch geringe Sprechverständigung.

#### **Fehlereingrenzung:**

Als geeignete Hilfsmittel kommen in Betracht:

1. Die Bedienungsanweisung und das Schaltungsschema (Drahtführung) 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.
4. Die Benutzung von Prüffern Hörer oder Spannungsmesser. Zunächst überzeugt man sich, welche Bedingungen des Sprech-

verkehrs der Apparat **noch** und welche er **nicht** mehr erfüllt. Je nach dem Ergebnis hat man dann entweder die **ganze** Schaltung oder einen **Teil** derselben auf den Fehler hin nachzuprüfen.

#### **Beispiele:**

Bleibt nur der Amtsanruf aus, so kann der Fehler nur in dem vom Rufstrom durchflossenen Schaltungsteil liegen. Sind sowohl die Sprechverständigung als auch die Nummernwahl gestört, der Amtsanruf jedoch möglich, dann braucht man den Wecker nicht nachzusehen usw. Man hätte in diesem Falle die Schaltung mit **Ausnahme** des Weckers, der infolge des ankommenden Amtsanrufes die Fehlerstelle nicht enthalten kann, nach **mechanischen** und **elektrischen** Fehlern hin abzusuchen.

#### **Mechanische Prüfung:**

Man prüft zunächst die beweglichen Glieder der mechanischen Teile des Apparates. Man läßt die Gabel mehrmals hoch- und niedergehen und den Nummernschalter ablaufen, wobei sich weder die Gabel noch der Nummernschalter fehlerhaft bewegen dürfen. Bei Apparaten mit Induktor muß dieser einwandfrei in die Ruhelage zurückgehen, Tasten und Seitenschalter müssen mechanisch einwandfrei arbeiten. Gleichzeitig sind die von der Gabel- und dem Nummernschalter betätigten Kontakte nachzusehen. Spitzen- und Kuppenkontakte sind gegen Verunreinigung sehr empfindlich. Ein gewöhnliches Stück Zeitungspapier, einmal durch einen geschlossenen Spitzenkontakt gezogen, kann u. U. genügen, denselben dauernd arbeitsunfähig zu machen. Man darf daher auch bei der Eingrenzung von Fehlern zur Trennung von Kontakten kein gewöhnliches Papier zwischen die Kontakte schieben. (Streifen aus Hartpapier oder Kunstpreßstoff verwenden.)

#### **Elektrische Prüfung:**

Man untersucht die Lötstellen und Klemmpunkte des Apparates und prüft die beweglichen Schnüre. Die Handapparat- und Anschlußschnur (Beikastenschnur) wird mehrmals hin- und herbewegt und dabei gleichzeitig auf Kratzgeräusche und wieder einsetzende Verständigung am Handapparat geachtet. Kann man schon äußerlich einen Knick der Schnur erkennen, dann erübrigt sich unter Umständen die ganze Prüfung, weil ein scharfer Knick meist mit einer Adernverletzung verbunden ist.

In Apparaten mit verwickelter Schaltung stellt die Fehlerermittlung und Entstörung etwas größere Anforderungen an die Störungssucher. Man kommt daher nicht umhin, sich eingehend mit den Schaltungen der Apparate zu befassen und sich im Herausziehen der einzelnen Stromwege zu üben.

## Inhalt des Lehrbriefes

	Seite
<b>I. Fernmeldebau</b>	
C. Unterirdischer Fernmeldebau	
2. Fernmeldekabel . . . . .	2
<b>II. Grundlagen der Elektrotechnik</b>	
J. Elektrische Maschinen und Stromrichter	
1. Stromerzeuger . . . . .	17
2. Elektromotoren . . . . .	25
<b>III. Fernmeldetechnik</b>	
B. Grundsätzliche Stromläufe	
3. Sprechstellenschaltungen . . . . .	27
C. Nebenstellentechnik . . . . .	38
Zwischenumschalter W 25b . . . . .	39



