

D 796

Handbuch
der
Fernsprech- und Signalanlagen
in Festungen

1 9 4 0

Verlag Dr. M. Matthiesen & Co. / Berlin SW 68

Oberkommando des Heeres
Heereswaffenamt

175. 10. 40 Wa Prüf 7

Ich genehmige das von Oberregierungsbaurat Forstmeier
und Dipl.-Ing. Brembach herausgegebene „Handbuch der
Fernsprech- und Signalanlagen in Festungen“ als D 796.

Im Auftrag
R o h

Berlin, den 15. 10. 1940.

Die Verfasser bitten,
Verbesserungs- und Erweiterungsvorschläge
dem Verlag einzusenden.

Inhaltsverzeichnis

Teil A.

Einleitung.

Abchnitt	Seite
(1) Allgemeine Bemerkungen	9

Teil B.

Festungs-Drahtnachrichtenanlagen.

(2) Fernsprechanlagen	11
(3) Das Festungskabelnetz	15
(4) Die Sprachrohranlage	28
(5) Signalanlagen: Die Bereitschaftsalarmanlage	28
(6) Die Türüberwachungsanlage	30
(7) Die Türreinigungsanlage	31
(8) Die Uhrenanlage	31

Teil C.

Festungs-Drahtnachrichtengeräte und Zubehör.

I. Kabel und Leitungen.

(9) Das Festungsaußenkabel (Festa-Kabel)	32
(10) Das Festungsinnenkabel (Festi-Kabel)	37
(11) Das Festungsaußenkabel für Röhrenverlegung (Festa-Kabel R)	38
(12) Das Festungsaußenkabel für Flußbettverlegung (Festa-Kabel F)	39
(13) Das Festungsfernkabel	41
(14) Der Festungsschaltendraht	44
(15) Das verdrehte schwere Feldkabel (Doppelleitungskabel)	45
(16) Das zehnpaarige Anschlußkabel	46

II. Kabelzubehörteile.

(17) Die Kabelspleißmuffe für Festungsaußenkabel	49
(18) Die Kabelspleißmuffe für Festungsinnenkabel	50
(19) Die Kabelschnellspleißmuffe	51
(20) Die Kabelisolierrmuffe	54
(21) Der kleine Kabelendverschluß	56
(22) Der große Kabelendverschluß	62
(23) Zusatzbauteile zum Kabelendverschluß	68
(24) Der Trennendverschluß	73
(25) Der Meßendverschluß für Lagertabel	75
(26) Die Kabelanschlußstelle	75
(27) Die Innenanschlußdose	82
(28) Der Innenverteiler	84
(29) Der Hauptverteiler	86
(30) Der Sicherungskasten	91

Abchnitt	Seite
(31) Die Mastanschaltstelle	100
(32) Der Kabelumschalter	102
(33) Der Schleifringkörper	105
(34) Der Festungsspulensatz	113
(35) Der Spulenkasten	122
(36) Das Kabelschutzeisen	124
(37) Kabelwegzeichen	126

III. Fernsprengeräte, Fernsprehvermittlungen und Zubehör.

(38) Der Festungsfernsprecher mit und ohne Schanzeichen	127
(39) Der Festungsfernsprecher R	136
(40) Der Festungsfernsprecher M	140
(41) Der Festungsfernsprecher D	144
(42) Der Festungsfernsprecher mit E-Zusatz	148
(43) Der Festungs-Tischfernsprecher 39	151
(44) Der Kopffernsprecher	154
(45) Der Linienfernsprecher 39	161
(46) Der Feldfernsprecher 33	164
(47) Die Festungsvermittlung zu 5 Leitungen	168
(48) Die Festungsvermittlung zu 10 Leitungen	172
(49) Die Festungsvermittlung zu 20 bzw. 30 Leitungen	175
(50) Die Festungsvermittlung zu 100 Leitungen	180
(51) Der Amtszusatz für Festungsvermittlungen zu 20 bzw. 30 Leitungen	188
(52) Der kleine Klappenschrant zu 10 Leitungen	191
(53) Der kleine und große Batteriekasten	194
(54) Die Anschlußdose für Kopffernsprecher, zweiseitig	197
(55) Die Anschlußdose für Kopffernsprecher, einseitig	198
(56) Der Festungsfernsprecher 39	201
(57) Der zweite Weder	206

IV. Kabelmeßgeräte.

(58) Das Feldmeßkästchen 18	209
(59) Der Strom- und Spannungsmesser	213
(60) Die Widerstandsmessbrücke	217
(61) Das Ohmmeter	224
(62) Das tragbare Kabelprüfgerät (Megohmmeter)	225
(63) Die Kapazitätsmeßbrücke (Kapavi)	228
(64) Die Kabelmeßeinrichtung	232
(65) Das Kabelsuchgerät 37	254

V. Signalgeräte.

(66) Der Alarminduktor	261
(67) Der Alarmweder	264
(68) Die Zug- und Drucktaste	265
(69) Der Türreinlaßweder	268
(70) Die Türüberwachungsstafel	269
(71) Die Haupt- und Nebenuhr	270
(72) Das Sprachrohr	279

VI. Stromquellen und Ladegeräte.

(73) Das Feldelement	282
(74) Das Trockenelement T 1	284
(75) Der 24 V-Sammler	285
(76) Der Ladegleichrichter	289

Abchnitt	Seite
----------	-------

VII. Aufbewahrungs- und Beförderungsmittel, Werkzeuge.

(77) Die Kabeltrommel	298
(78) Der Nachrichtengeräteschrant	302
(79) Der Aufbewahrungskasten für Elemente	309
(80) Der Festungskabelstößkarren	312
(81) Der Festungskabelmeßkarren	318
(82) Das Handkarren-Aggregat	322
(83) Der Bock-Hammer	328
(84) Der Werkzeugkasten A und die Werkzeugtasche für Festungsnachrichtenzwecke	331
(85) Die Motorpumpe	334

VIII. Kabelverlegegeräte.

(86) Der Anhänger für Erdkabel	336
(87) Die Festungskabeltrommelwinde	342
(88) Der Kabelgrabenbagger	344
(89) Das hydraulische Stoßbohrgerät	351
(90) Das Kabeleinspülgerät	355

Teil D.

Einzelverrichtungen an Festungs-Drahtnachrichtenanlagen und -geräten.

(91) Das Verlegen von Festungsaußenkabeln (Festa-Kabel)	358
(92) Das Verlegen von Festungsinnenkabeln (Festi-Kabel)	369
(93) Das Verlegen von Festa-Kabeln R	372
(94) Das Verlegen von Festa-Kabeln F	374
(95) Das Verlegen von verdrehtem schweren Feldkabel	376
(96) Das Schneiden von Festungskabeln	380
(97) Das Spleißen von Festungsaußenkabeln	383
(98) Das Spleißen von Festungsinnenkabeln	399
(99) Das Spleißen von Festa-Kabeln mit der Kabelschnellspleißmuffe	401
(100) Die Behelfsverbindung an Festungsaußenkabeln	404
(101) Das Sehen von Kabelendverschleiß	407
(102) Das Sehen von Kabelanschlußstellen	414
(103) Das Einbauen und Verschalten von Innenverteilern	415
(104) Das Einbauen und Verschalten von Hauptverteilern	418
(105) Das Einbauen des Fernsprech- und Signalgerätes	421
(106) Der Bau feldmäßiger Schaltstellen (Behelfskabelbrunnen)	429
(107) Das Schalten im Festungskabelnetz	432
(108) Das Prüfen und Fehlerfuchen am Festungskabelnetz	438
(109) Das Prüfen und Fehlerfuchen am Festungsdrahtnachrichtengerät	441
(110) Der Fernsprechtreibdienst auf Festungsnachrichtennetzen	443
(111) Festungsnachrichten-Übungsanlage	447
(112) Richtlinien zur Pflege und Wartung der Festungs-Drahtnachrichtenanlage und -geräte	450

Teil E.

Anhang.

(113) Die Beschriftung und Kennzeichnung des Festungsnachrichtengerätes	455
(114) Die wichtigsten elektrischen Eigenschaften von Kabeln, Leitungen und Fernsprengeräten	462
(115) Taktische Zeichen	469

Abchnitt	Seite
(116) Kurz- und Schaltzeichen	474
(117) Die wichtigsten elektrischen Maßeinheiten	478
(118) Leistungstafel	480
(119) Verzeichnis der Abkürzungen	481
(120) Verzeichnis der Abbildungen	482
(121) Literaturangaben	492
(122) Sachverzeichnis	496

Teil F.

Anlagen.

- (123) Anleitung zur Störungsbehebung an den wichtigsten Festungsnachrichtengeräten
- Festungsfernsprecher
 - Kopffernsprecher
 - Festungsvermittlung zu 10 Leitungen
 - " " 20 bzw. 30 Leitungen
 - " " 100 Leitungen

Druckfehlerberichtigung

- S. 43, Abb. 29: statt „b = emaillierter Kupferleiter 1,26 ø“ lies
„b = lackierter Kupferleiter 1,20 ø“
- S. 45, Abb. 32: statt „Cu-Drähte“ lies „Cu-Drähte“
- S. 127, Zeile 8 von unten: statt „Abschluß“ lies „Anschluß“
- S. 139, Abb. 150: statt „a = verz. Stahl / Cu-Leiter“ lies
„a = verz. Stahl / Cu-Leiter“
statt „b = Gummisolfierung 0,5 mm dick“ lies
„b = Gummisolfierung 0,5 mm dick“
- S. 45, Zeile 4 von unten: statt „zusammengesetzt“ lies „zusammensetzt“
- S. 166, Zeile 5: statt „Stahlkammer“ lies „Stahlkammer“
- S. 196, Zeile 4: statt „Klemmenleistungen“ lies „Klemmenleisten“
- S. 199, Abb. 225: Frage folgende Maße nach:
In der Ansicht (obere Zeichnung) von links nach
rechts: 160 und 144
In der Draufsicht (untere Zeichnung) links: 59
bgl. oben: 150
- S. 263, Abb. 292: Verbinde die Schaltpunkte 2 und 3
- S. 274, Zeile 6: statt „12“ lies „10“
- S. 297, Zeile 16: statt „Gleichstromkreise“ lies „Gleichstromkreise“
- S. 380, Zeile 4: statt „429—431“ lies „429—432“
Zeile 11: streiche „(Bild 432)“
- S. 476, Schaltzeichen für Element, Sammler, Batterie:
Die neue Bezeichnung der Pole ist noch nicht einheitlich bei allen im
Text vorkommenden Stromlaufplänen eingeführt.
- Abchnitt 118a: unter „Leitungs-Induktivität“ setze „mH“ statt „ΩmH“
unter „Spulendaten R_w“ setze „Ω“
- Abchnitt 118b: unter „Fernhörer“ setze in Zeile „Festungsfernörer 39,
magnetisch“ „65“.

Teil A.

Einleitung

(1) Allgemeine Bemerkungen.

Mit dem raschen Ausbau der deutschen Landesbefestigungen mußte zahlreiches Gerät für den Aufbau der Nachrichtenneze und die Innenausrüstung der Panzerwerke geschaffen werden. Darüber hinaus wurden Hilfsmittel nötig zur Verlegung von Kabeln und Leitungen, zur Montage des Gerätes, ferner wurden Sondergeräte für die Pflege, Wartung und Instandsetzung beschädigter Teile, Hilfsmittel für den Transport im Festungsgelände und Unterbringungsmöglichkeiten für die Ersatzteile erforderlich. Das gesamte Festungsnachrichtengerät wird zusammenfassend bezeichnet mit „Fernsprechbauzeug und Nachrichtensondergerät der Landesbefestigung“.

Im einzelnen werden unterschieden: das Fernsprechgerät, bestehend aus den Fernsprechern, den Fernsprechvermittlungen und dem Fernsprechzubehör; das Kabelbauzeug, bestehend aus den Kabeln und Leitungen, dem Kabelzubehör und dem Kabelmeßgerät; das Signalgerät, bestehend aus dem Alarm- und sonstigem Fernmeldegerät; die Stromquellen, bestehend aus Sammlern, Elementen und den Ladeeinrichtungen; die Aufbewahrungs- und Beförderungsmittel, bestehend aus Schränken für die Unterbringung von Gerätschaften, Ersatzteilen, Prüfgeräten und Werkzeugen sowie den Fahrzeugen zum Transport im Festungsgelände, und das Verlegegerät, bestehend aus Hilfsmitteln zum Verlegen der Kabel und Leitungen in die Erde, in Hohlgängen, im Flußbett sowie zum Einziehen in Rohren.

Für die Verwendung von Sondergerät in den Landesbefestigungen waren verschiedene Gründe maßgebend. Sowohl das handelsübliche Fernsprechgerät wie auch das Feldgerät enthält vielfach organische Baustoffe, u. a. hauptsächlich Holz, pflanzliche und tierische Faserstoffe, Isolierstoffe mit organischen Einschlüssen, tierische Häute usw. Diese Stoffe zeigen neben großer Festigkeit bei rauher Behandlung geringes Gewicht, was unter Berücksichtigung der Tatsache, daß das Feldgerät von der Truppe mitgeführt und vom einzelnen Mann getragen werden muß, den Ausschlag für die Verwendung gab. Bei der Konstruktion des handelsüblichen Geräts ist im allgemeinen ein möglichst niedriger Preis ausschlaggebend für die Verwendung der aufgeführten Baustoffe, sowie die Tatsache, daß das Gerät in gut gepflegten Räumen untergebracht wird.

Beim Einsatz in Festungen scheiden Billigkeitsgründe sowie Transportfragen durch den vorzugsweise festen Einbau des Gerätes aus. Hohe Luftfeuchtigkeit, wenig zirkulierende Luft in nicht benutzten Anlagen, sowie das völlige Fehlen von Sonnenlicht erzeugen für das Feldgerät ein ausgesprochen schädliches Klima. Die aufgeführten Baustoffe zeigen unter diesen Bedingungen die Neigung, den Nährboden für Sporenpflanzen abzugeben. Das äußert sich in der Bildung starker Schimmelüberzüge, die neben der Herabsetzung der elektrischen Eigenschaften früher oder später zur völligen Zerstörung von Baustoffen organischen Ursprungs führen.

Schon die Feuchtigkeit setzt den Isolationswiderstand der nichtleitenden Baustoffe bedrohlich herab und greift, besonders wenn unter dem Einfluß von Ausscheidungen aus dem Beton das Tropfwasser sauer oder basisch wird, das Metall der stromführenden Geräteteile an. Die aufgeführten Gründe zwingen dazu, die elektrischen Teile des Fernsprengeräts luftdicht zu verschließen, um die erforderliche Trockenheit künstlich zu erhalten und alle nicht einschließbaren Teile aus Baustoffen zu fertigen, die den geschilderten Einflüssen standhalten.

Einrichtungen, die längere Zeit in geöffnetem Zustand betrieben werden müssen, enthalten zweckmäßig Bauteile, die gegen Schimmelbildner und Feuchtigkeit unempfindlich sind. Um eine Herabminderung der Isolation zu vermeiden, besitzen sie Heizlampen, die eine einfache Trocknung jederzeit ermöglichen. Auch wasserbindende Chemikalien (z. B. Silicagel) in Patronen können diesem Zweck dienen.

Als Baustoffe für wasserdichte Gehäuse kommen vornehmlich Guß und gut verzinktes und gestrichenes Stahlblech in Frage. Sie besitzen die erforderliche Festigkeit gegen Stoß und Fall in den nur aus Eisenbeton und Stahl bestehenden Befestigungsanlagen. Man kommt damit zu Geräteausführungen, wie sie die private Wirtschaft in Grubenbetrieben, auf Schiffen, Bahnanlagen usw. seit längerem kennt. Als Abdichtungsmittel von Deckeln, Leitungsdurchführungen usw. dienen Gummidichtungen sowie geschliffene und gefettete Flächen.

Ein weiterer Gesichtspunkt ist bei der Entwicklung von Festungsnachrichtengeräten zu beachten. Soweit die bewegliche Truppe über nachrichtentechnische Ausrüstung verfügt, bringt sie mit dem Gerät auch an dem Gerät ausgebildete Mannschaften mit, die Nachrichtentruppe und die Truppennachrichtenverbände. Diese versehen den Betriebsdienst bei den Stäben und Gefechtsstellen und übernehmen den Bau der Leitungen. Die Verteidigung in Festungen bringt den Einsatz von Nachrichtengerät bis in die vorderste Linie. Ausgebildete Nachrichtentruppe steht dort nicht mehr zur Verfügung. Das Gerät muß daher in der Bedienung so einfach sein, daß es auch die Kampfbesatzungen ohne besondere Ausbildung verwenden können.

Selbstverständlich muß das Festungsnachrichtengerät mit dem Feldgerät sicher zusammenarbeiten. Es muß sogar, um einfache Ersatz- und Nachschubverhältnisse zu bekommen, gleiche Stromspeisung und möglichst gleiche Einbauteile enthalten. Ausgefallene Fernsprecher und Vermittlungen müssen durch Feldgerät ersetzt werden können.

Über die aufgeführten Forderungen hinaus treten für das Fernsprengerät in Festungen Schwierigkeiten auf, die im Abschnitt 38 behandelt werden (Raumgeräusch, Laufgefahr).

Auch für die Festungskabelnetze gelten diese Forderungen. Es ist hier von besonderer Bedeutung, daß die Beschaltung übersichtlich und klar bleibt, daß nur wenige, immer wiederkehrende Hilfsmittel der Truppe ein rasches Zurechtfinden ermöglichen, und daß überall der Übergang von den Kabelabschlußgeräten auf Feldnachrichtengeräte und Feldleitungen möglich ist.

Der zu erwartende Kabelbeschuß, die feldmäßige Instandsetzung und die möglichst einfache Verlegung von Ergänzungen im Kriege führen auch hier zu Sonderforderungen, die mit handelsüblichem Gerät nicht zu bewältigen sind.

Die damit in Verbindung stehenden Fragen und die als zweckmäßig erkannten Lösungen werden in den Abschnitten: Festungskabelnetz, Kabel und Leitungen sowie Kabelzubehörteile behandelt (Abschnitt 3, 9 bis 37).

Teil B.

Festungs-Drahtnachrichtenanlagen

(2) Fernsprechanlagen.

Die Fernsprechanlage in den Landesbefestigungen hat die Aufgabe, allen taktischen Stellen eine zuverlässige Nachrichtenverbindung zu geben. Darüber hinaus soll sie in den Panzerwerken den Innendienst vereinfachen, Nachschub und Wirtschaftsfragen abwickeln helfen und schließlich auch kleinsten Kampfgruppen den erforderlichen moralischen Rückhalt geben.

Grundsätzlich bestand die Möglichkeit, O.B.-, Z.B.-Fernsprechanlagen oder Wählanlagen einzubauen. Folgende Überlegungen, die auch für die Ausrüstung beim Feldheer maßgebend waren, zwangen zur Einführung des O.B.-Betriebes auch in Festungen.

Z.B.-Anlagen sind gekennzeichnet durch die Verwendung einer zentralen Batterie für Rufzwecke und Mikrophonspeisung bei der Vermittlung. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß die Wartung der Anlage an

einer Stelle vorgenommen werden kann, wo im allgemeinen Fachpersonal zur Verfügung steht. Der Ruf zur Vermittlung erfolgt auf einfachste durch Abheben des Handapparates, die Schlußzeichengabe durch Auflegen des Handapparates.

In dieser Art der Anordnung sind aber bereits schwerwiegende Nachteile enthalten. Erleidet die zentrale Batterie Störungen, so ist die gesamte Anlage außer Betrieb gesetzt. Ferner verhindert das nicht mehr ordnungsgemäße Auflegen oder Aufhängen des Handapparates das Ankommen des Rufes. Dies kann in entscheidenden Augenblicken schwerwiegende Folgen haben.

Bei Z.B.-Anlagen steht die Leitung bis zum Fernsprecher ständig unter Spannung. Bei gut gepflegten Anlagen kann man dies in Kauf nehmen. Bei heeresmäßigen Nachrichtennetzen, die ja für den Gegner ein wertvolles Angriffsziel bieten, muß oft mit leichter oder schwerer beschädigten Netzteilen gerechnet werden, abgesehen von Wartungsfehlern des heereseigenen Personals, Einwirkungen von Feuchtigkeit usw. O.B.-Netze werden dadurch nicht nennenswert beeinflusst, dagegen führt dies bei Z.B.-Anlagen zu groben Störungen.

Einen weiteren Nachteil in Z.B.-Anlagen stellt die Tatsache dar, daß entfernt liegende Teilnehmer, die an sich schon mit hohen Leitungsdämpfungen rechnen müssen, auch noch die geringste Spannung für die Mikrophonspeisung erhalten, also auch in dieser Hinsicht benachteiligt werden.

Schließlich ist bei Z.B.-Anlagen die Sprechreichweite nicht von der Leitungsdämpfung, sondern in erster Linie vom Schleifenwiderstand abhängig. Größere Widerstände als 1000 Ohm setzen die Mikrophonspeisung und die Ruffspannung unzulässig herab. Damit würde in Festungsnachrichtennetzen die größte Reichweite zwischen Fernsprecher und zugehöriger Vermittlung auf rund 13 km herabgesetzt werden.

Neben diesen rein technischen Mängeln besteht eine Reihe organisatorischer Schwierigkeiten. Verbindungen zwischen zwei oder wenigen Stationen wird man oft unter Vermeidung von Vermittlungen lösen wollen (Linienverbindungen, Sp.-Schaltungen usw.). Z.B.-Stationen sind dafür ungeeignet. Schließlich verbietet die Forderung, daß an jeder Stelle des Nachrichtennetzes mit der Ausrüstung der Feldtruppe zusammengearbeitet werden soll, die Verwendung jedes andersartigen Fernsprechsystems.

Das Gleiche gilt auch für Wählanlagen. Sie besitzen die gleichen Eigenschaften wie Z.B.-Anlagen, jedoch ist die Handvermittlung am Schrank durch eine sinnvolle Selbstanschlusstechnik ersetzt worden. Dadurch wird dieses System noch empfindlicher gegen Störungen an den Leitungsteilen sowie umständlicher in der Bedienung und Wartung. Da der Teilnehmer die Gegenstelle selbst wählt, müssen gültige Fern-

sprechverzeichnisse vorhanden sein; das ist in Nachrichtennetzen, die einem stetigen Wechsel unterworfen sind, schwer zu erreichen, in manchen Fällen aus Geheimhaltungsgründen sogar unerwünscht. Ferner stellt ein Wählamt alle Verbindungen in der zeitlichen Folge des Anrufes her, während oft die Schnelligkeit der Verbindungsherstellung je nach Bedeutung und Dringlichkeit gefordert werden muß, d. h. Eintreten in eine bestehende Verbindung und Trennen derselben.

Auch das in Fernsprechanlagen mit einfachem Leitungssystem und geringer Gesprächshäufigkeit verwendete Linienwählsystem ist für Festungsnachrichtenzwecke nicht brauchbar. Bei diesem System sind alle Sprechstellen an eine gemeinsame Doppelleitung, die Linie, angeschlossen; das Wählen und Anrufen einer bestimmten Sprechstelle erfolgt ohne Benutzung einer Zentraleinrichtung von jeder Sprechstelle aus. Um den Einzelanruf einer Sprechstelle zu bewirken, können verschiedene Mittel (z. B. Verwendung von Gleichstromimpulsen verschiedener Anzahl, Dauer oder Richtung, von Wechselströmen verschiedener Spannung und Periodenzahl) oder besondere Rufleitungen zu jeder Sprechstelle angewendet werden.

Der ausschlaggebende Nachteil dieses Systems besteht darin, daß es gegen Störungen sehr empfindlich ist und dauernder Überwachung von besonders geschultem Fachpersonal bedarf; denn bei Zerstörung des Kabels an einer Stelle wird die ganze Anlage außer Betrieb gesetzt, da sämtliche Leitungen an allen Sprechstellen vorbeigeführt werden.

Die aufgeführten Gründe zwingen dazu, die Festungsfernsprechanlage als O.B.-Anlage auszuführen.

Die Geräte, aus denen sich die Festungsnachrichtenanlagen zusammensetzen (Festungsfernsprecher, Festungsvermittlungen, Amtszufüge, Fernsprechezubehör usw.) werden in den Abschnitten 38—57 behandelt.

Zur Einrichtung von Fernsprechverbindungen wird von verschiedenen Betriebsweisen Gebrauch gemacht.

Einander zugeordnete Sprechstellen werden unmittelbar miteinander verbunden (Linienverkehr: Bild 1). Bleibt der Sprechverkehr auf fünf oder weniger Stationen beschränkt, so schaltet man die entsprechende

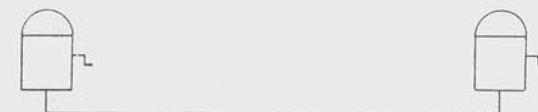


Abb. 1. Linienverkehr

Zahl von Fernsprechern parallel zu einer sogenannten Sp.-Schaltung (Sprechschaltung: Bild 2). Der Ruf ertönt bei allen Fernsprechern gleichzeitig. Um eine Störung des nicht gewünschten Teilnehmers zu

vermeiden, werden Rufzeichen (Morsezeichen) verabredet. Der Linienverkehr und die Sp.-Schaltung stellen bei der einfachen und zuverlässigen Betriebsweise und der Ersparung von Vermittlungspersonal die sicherste Fernsprechanlage dar, von der besonders für Befehlsleitungen in großem Umfang Gebrauch gemacht wird.



Abb. 2. Sp-Schaltung

Muß der Eintritt in eine Sp.-Schaltung von zwei bis fünf Teilnehmern rasch erfolgen und dürfen die übrigen Teilnehmer auch durch den Ruf nicht gestört werden, so verwendet man neben der Fernsprechleitung besondere Rufleitungen (E-Anlage, Bild 3). Der normale Festungsfernsprecher (Abchnitt 38) erhält dann einen besonderen Rufkasten, den Zusatzkasten E zum Festungsfernsprecher, so daß durch Drücken der Tasten das Wiederzeichen nur bei dem gewünschten Teilnehmer ertönt. Die Endstelle eines derartigen Systems kann an eine Vermittlung angeschlossen sein, so daß die E-Anlage mit dem sonstigen Netz verkehren kann (Abchnitt 42).

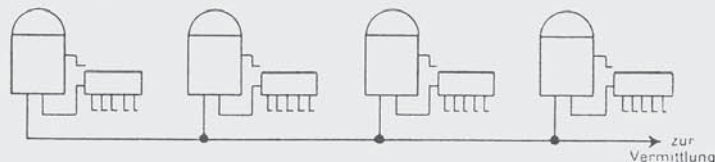


Abb. 3. Fernsprechanlage mit Einzelanruf

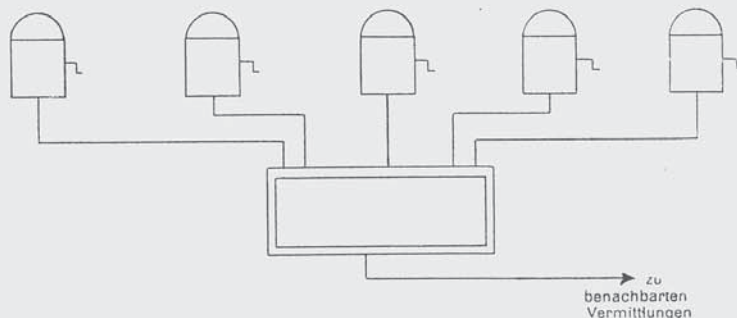


Abb. 4. Fernsprechanlage mit Vermittlungsbetrieb

Sollen die Teilnehmer mit einer größeren Zahl anderer Teilnehmer sprechen können oder soll grundsätzlich jeder Teilnehmer mit jedem anderen Teilnehmer sprechen können, so müssen Vermittlungen vorge-

sehen werden. Der Betrieb ist gekennzeichnet durch Anschluß jeder Sprechstelle über eine besondere Leitung an die Vermittlung. Diese hat es in der Hand, die Verbindung zum gewünschten Teilnehmer zu geben und die Verbindung nach Beendigung des Gesprächs wieder zu trennen oder, falls erforderlich, zwei oder mehrere Teilnehmer, z. B. im Befehl, Sp.-artig zusammenzuschalten zu einer Betriebsweise wie oben geschildert (Bild 4).

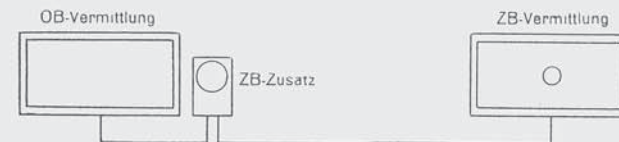


Abb. 5. Übergang von OB- auf ZB-Fernsprechneze

Im Bereich der Landesbefestigungen sind außer dem Festungsnachrichtenetz noch Post-, Bahn- und private Netze vorhanden. In vielen Fällen wird es erwünscht sein, an bestimmte Stellen (Stäbe) Gespräche aus verschiedenartigen Nachrichtenetzen vermitteln zu können. Da die privaten und postalischen Netze heute in der Regel Z.B.- oder Wählbetrieb besitzen, muß die Vermittlung in der Lage sein, beide Netze zu verbinden.

Dies geschieht mit sogenannten Z.B.- oder Amtszusätzen (Bild 5).

Die Fernsprechanlagen in den Landesbefestigungen befriedigen durch ihre besondere Durchbildung, die verschiedenen Betriebsweisen, die Anpassung an die besonderen Verhältnisse und die Einfachheit in der Bedienung und Wartung alle Anforderungen. Sie gestatten den Übergang auch auf andersartige Fernsprechneze.

(3) Das Festungskabelnetz.

Das Festungskabelnetz hat die Aufgabe, die an den taktischen Stellen eingesetzten Fernsprech- und Signalgeräte miteinander zu verbinden. Es besteht aus sogenannten Festungsaußen- und Festungsinnenkabeln. Während die ersteren der Verlegung in die Erde, d. h. also dem Aufbau des Außennetzes dienen, hat das Innenkabel die Verbindungen in den Kampfanlagen aufzunehmen.

Da sich praktisch alle Waffen und Stäbe unter Panzer befinden, werden sie durch das Festungskabelnetz erfasst. Es sind jedoch Lagen denkbar, in denen weitere Truppeneinheiten in einen Kampfabschnitt gebracht und eingesetzt werden müssen. Auch diesen Verbänden sollen die festen Nachrichtenverbindungen als Gerippe für die Befehlsübermittlung zur Verfügung stehen. Diese Forderung setzt voraus, daß das Netz keine Lücken enthält, d. h. daß alle taktisch wichtigen Geländepunkte erfasst werden, daß ausreichende Vorratsadern zur Verfügung stehen und das Netz für den Anschluß von Feldleitungen überall zugänglich ist. Für den

Anschluß von Feldleitungen sind besondere Kabelanschlußstellen (Abchnitt 26) an der Außenwand der Bauwerke in einer Nische angebracht und mit dem Innennetz fest verkabelt (Bild 6).

Die zuletzt aufgeführte Bedingung zwingt dazu, dem Gesichtspunkt größter Einfachheit und Übersichtlichkeit Rechnung zu tragen. Ein rasches Hineinfinden in die vorgefundene Nachrichtenanlage ist nur möglich, wenn es gelingt, mit möglichst wenigen Geräten die vielseitige Aufgabe zu lösen, und wenn diese Geräte den bequemen Anschluß von Feldgeräten gestatten. Durch Verwendung eines Kabelendverschlusses, der allen Aufgaben gerecht wird, nämlich dem Abschluß des Erdkabels, der Veschaltung der Kabeladern und dem Anschluß von Feldleitungen, ist diese Aufgabe gelöst (Bild 7). Näheres vgl. Abchnitt 21 bis 23.

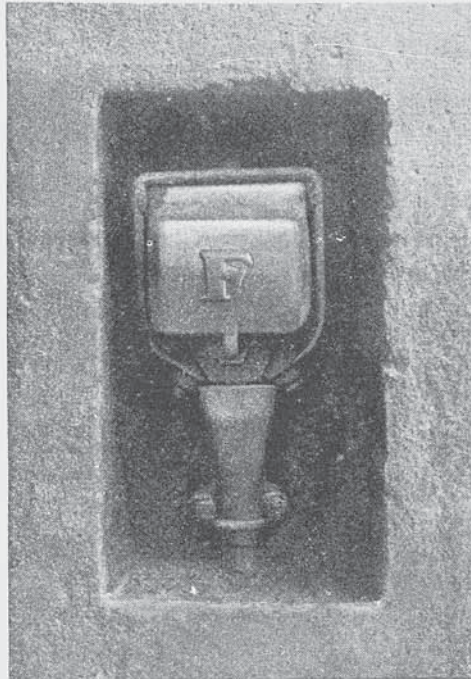


Abb. 6. Kabelanschlußstelle, in Nische eines Bauwerks eingebaut

mehrere Kabel zusammenstoßen bzw. wo Verstärkungsgruppen eingesetzt werden sollen. Diese Schaltstellen (Bild 9) ermöglichen es, die Kabeladern im Inneren der Kabelendverschlüsse zu schalten und zu rangieren bzw. durchzuverbinden. Sie gestatten eine elastische Handhabung des Netzes und werden gleichzeitig beim Suchen von Fehlern als Trennstellen benutzt. Wasserdichte Kapselung der Kabelendverschlüsse und widerstandsfähige Ausführung für rauen Betrieb ist in den oft feuchten Kabelbrunnen eine selbstverständliche Voraussetzung. Die Veschaltung der Adern in den Kabelendverschlüssen erfolgt mit Festungsdraht (Abschn. 14).

Großer Wert ist auf eine genaue Kennzeichnung der ankommenden und abgehenden Kabel und der Aderpaare zu legen. Besondere Beschriftungstafeln geben einen klaren Überblick über das Netz bzw. die Netz-

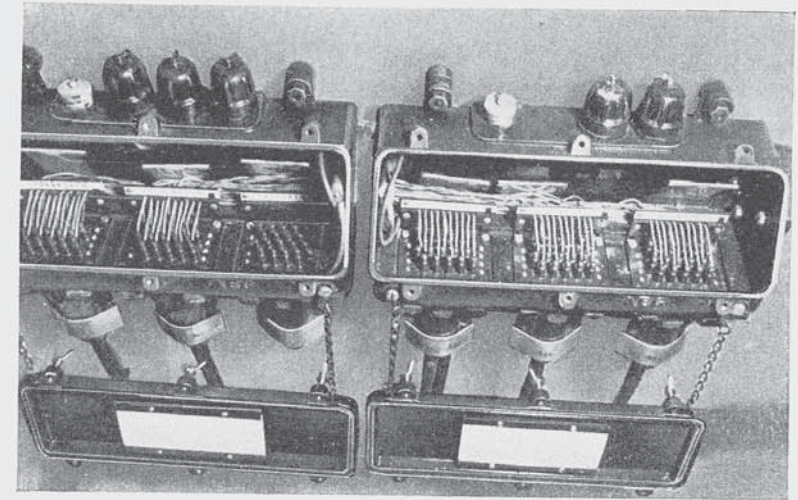


Abb. 7. Kabelendverschluß, beschaltet, in Schaltstelle eingebaut

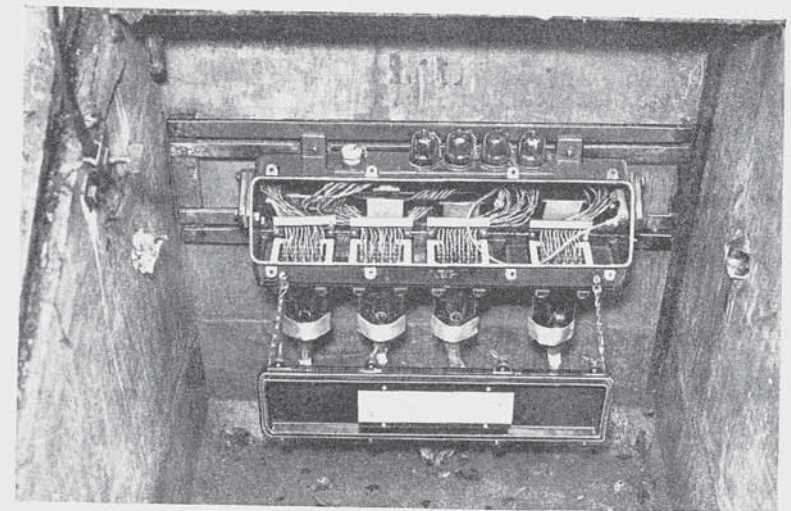


Abb. 8. Inneres einer Schaltstelle

beschaltung (Bild 410). Von diesen an sich einfachen Hilfsmitteln hängt die Betriebsbereitschaft der Netze in hohem Maße ab.

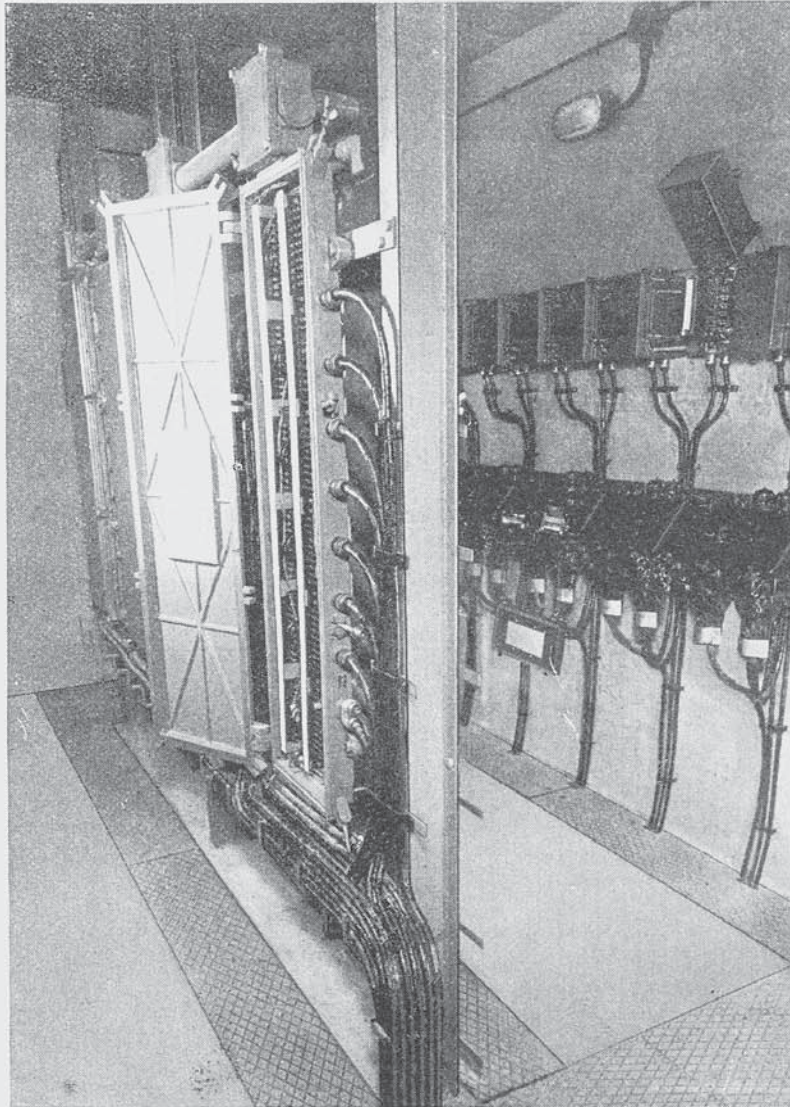


Abb. 9. Groß-Schaltstelle

Bezüglich der elektrischen Eigenschaften der Nachrichtenneze ist folgendes zu bemerken: Während Feldneze sich mit Isolationswerten von einigen

Megohm begnügen müssen, gibt die Verlegung von Erdkabeln und die Verwendung hochwertiger Kabelabschlußgeräte die Möglichkeit, Isolationswerte von 100 bis 1000 Megohm zu erreichen. Damit wird die Überwachung der Kabelanlagen und die Eingrenzung der Fehler wesentlich erleichtert.

Die enge Bündelung der Verbindungswege in den Kabeln schließt selbstverständlich die Verwendung einadriger Leitungen mit Erde als Rückleitung aus. Alle Verbindungen sind daher doppeladrig geführt. Der Aufbau und die in der Fertigung erreichten Eigenschaften des Kabels sowie die Art der Beschaltung in den Kabelendverschlüssen gestatten es, Nebensprechdämpfungswerte von 8 bis 10 Neper zu erreichen, Werte, die wesentlich höher liegen als in Feldnachrichtennezen. Die Verbindungen stören sich damit in keiner Weise gegenseitig, auch dann nicht, wenn Signaleinrichtungen (z. B. Fernschreiber) verwendet werden, die mit wesentlich höheren Spannungen und Stromstärken auf das Netz gehen, als es bei der Übertragung der Sprache erforderlich ist.

Besondere Bedeutung kommt der Frage der Symmetrie der Leitungen und des gesamten Festungsnachrichtennezes gegen Erde zu. Der Festungskrieg führt zu großer Annäherung der kämpfenden Truppen. Dies gibt die Möglichkeit, Lauschgeräte anzusetzen und die auf Erdsymmetrien beruhenden Erdausgleichströme der Fernsprechverbindungen soweit zu verstärken, daß sie hörbar und verständlich sind, d. h. abgelauscht werden können. Die Festungsnachrichtenneze sind in allen verwendeten Teilen so symmetrisch gegen Erde, daß sie auch aus nächster Entfernung nicht belauschbar werden. Dies gibt dem Verteidiger den Vorteil, daß er auch in Frontnähe den Fernsprechverkehr nicht zu verbieten braucht, von der allgemein befohlenen Vorsicht abgesehen, während der Angreifer praktisch gezwungen ist, die Benutzung seiner Feldneze nur in dringenden Fällen zu gestatten.

Die elektrische Dämpfung in den Festungsnachrichtennezen ist angepasst an die Forderungen der taktischen Stellen. Innerhalb des Divisionsverbandes ist die Leitungsdämpfung auf den Festungskabeln so gering, daß lautstarke Sprechverbindungen ohne weiteres gewährleistet sind. Bei Gesprächen über den Divisionsrahmen hinaus stehen pupinierte Leitungen zur Verfügung, die etwa dreifache Reichweite der normalen Festungsnachrichtenverbindungen haben. Da diese Verbindungen unabhängig von atmosphärischen Einflüssen sind, besitzt die Festungstruppe wesentlich bessere Verbindungen als die Feldtruppe.

Besondere Hilfsmittel (Verstärker) gestatten, die Reichweite praktisch beliebig zu erhöhen, der Einsatz von Trägerfrequenzgeräten und die Anwendung von Viererschaltungen ergeben die Möglichkeit, die Leitungen mehrfach auszunutzen.

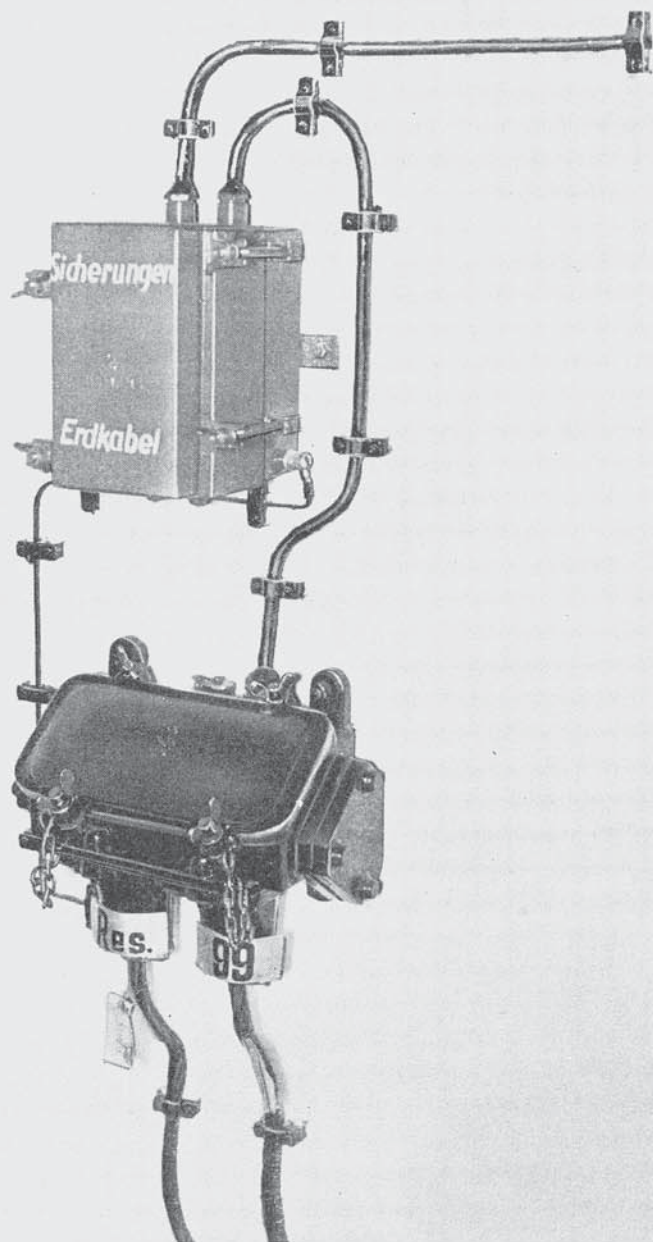


Abb. 10. Kabelendverschluß und Sicherungskasten

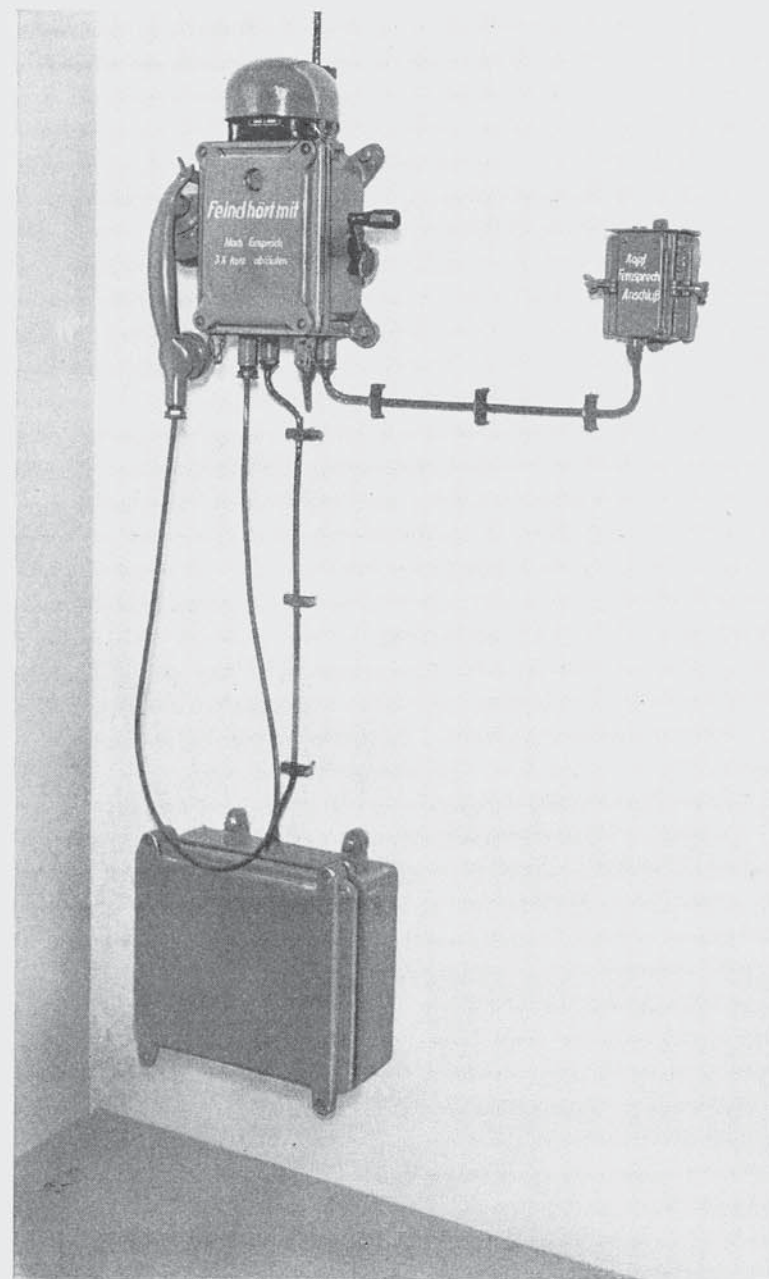


Abb. 11. Festungsfernsprecher 35 mit großem Batteriekasten und Anschlußdose für Kopffernsprecher

Das Festungsinnenetz verbindet die eingebauten Festungsnachrichtengeräte bzw. stellt die Verbindungen zwischen den Kampfanlagen her, soweit sie durch Hohlgänge miteinander verbunden sind. An der Übergangsstelle vom Festungsaußen- zum Festungsinnenetz wird ein Kabel-

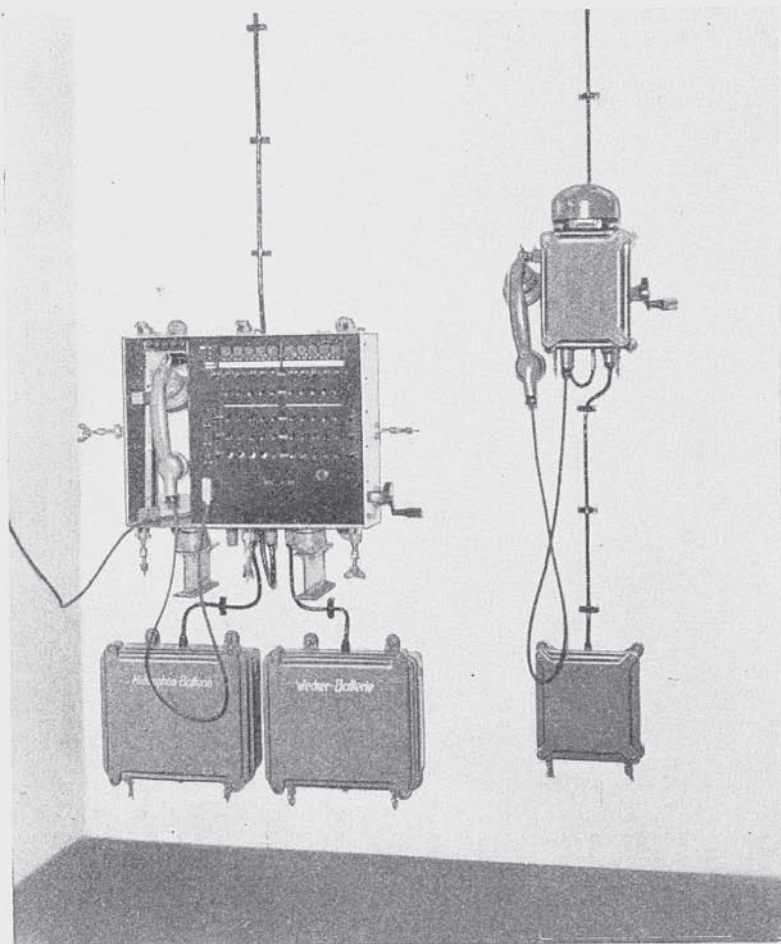


Abb. 12. Festungsvermittlung zu 10 Leitungen, betriebsfertig eingebaut mit 2 großen Batteriekästen und Festungsfernsprecher 35 als Aufnahmeapparat

endverschluß eingebaut, der das Fests-Kabel abschließt und den Anschluß des Festi-Kabels gestattet (Bild 10). Das Festungsinnenkabel wird dabei von den Nachrichtengeräten, z. B. Fernsprecher (Bild 11), Vermittlungen

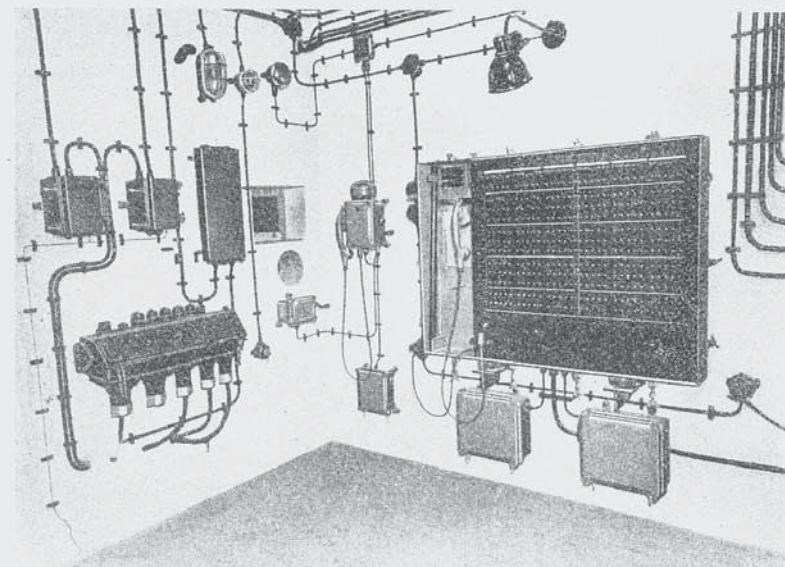


Abb. 13. Festungsvermittlung zu 30 Leitungen, betriebsfertig eingebaut

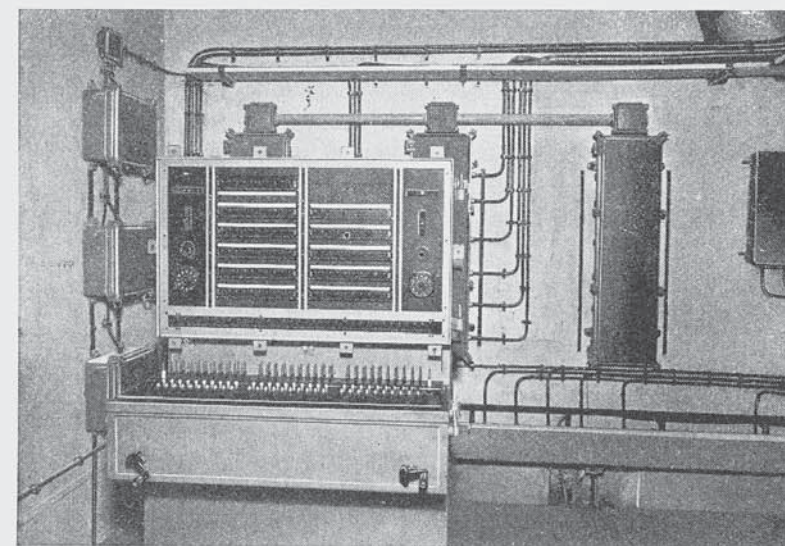


Abb. 14. Festungsvermittlung zu 100 Leitungen, betriebsfertig eingebaut

(Bild 12—14), Alarm- und Signalgerät (Bild 15) über wasserdichte Innenverteiler (Bild 16) geführt, die die Verteilung der Kabel und Rangierung der Adern ermöglichen. In besonderen Schalträumen bezw.

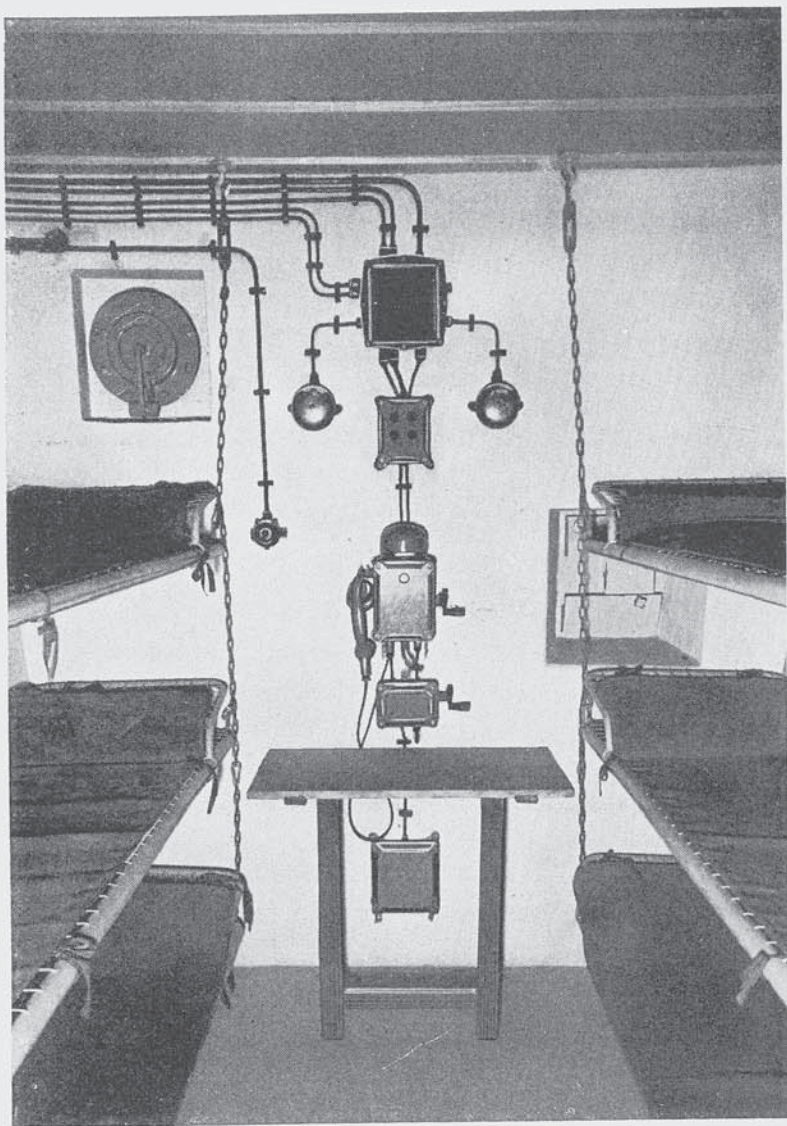


Abb. 15. Wachraum mit Festungsfernsprecher 35, Türüberwachungs- und Bereitschaftsalarmanlage

in den Vermittlungen enden alle Innenleitungen sowie die ankommenden Außenleitungen bei einem wasserdichten Hauptverteiler (Bild 17—18). Er gestattet, die Leitungen übersichtlich zu rangieren. Dem Hauptverteiler

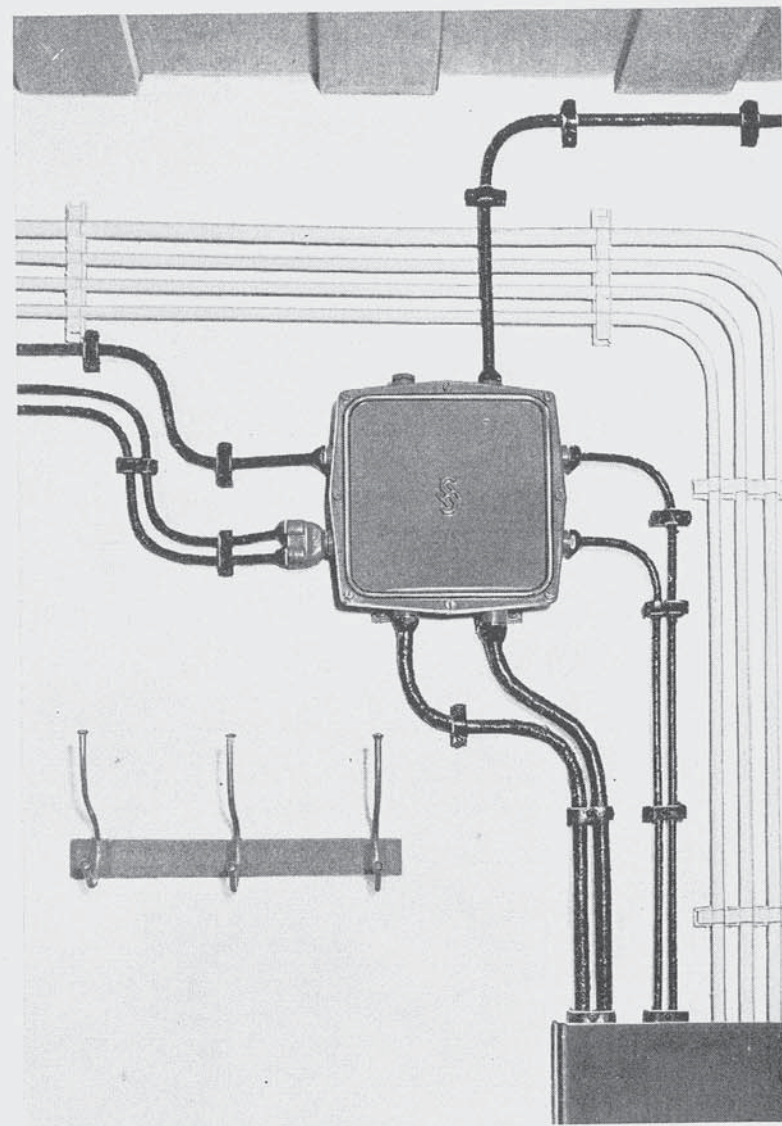


Abb. 16. Innenverteiler

werden außerdem die erforderlichen Spannungen für Signalzwecke, Erden usw. zugeführt.

Während im Festungsaußenwerk möglichst wenige Bauelemente zur Anwendung kommen, wird im Inneren der großen Bauwerke eine Vielzahl

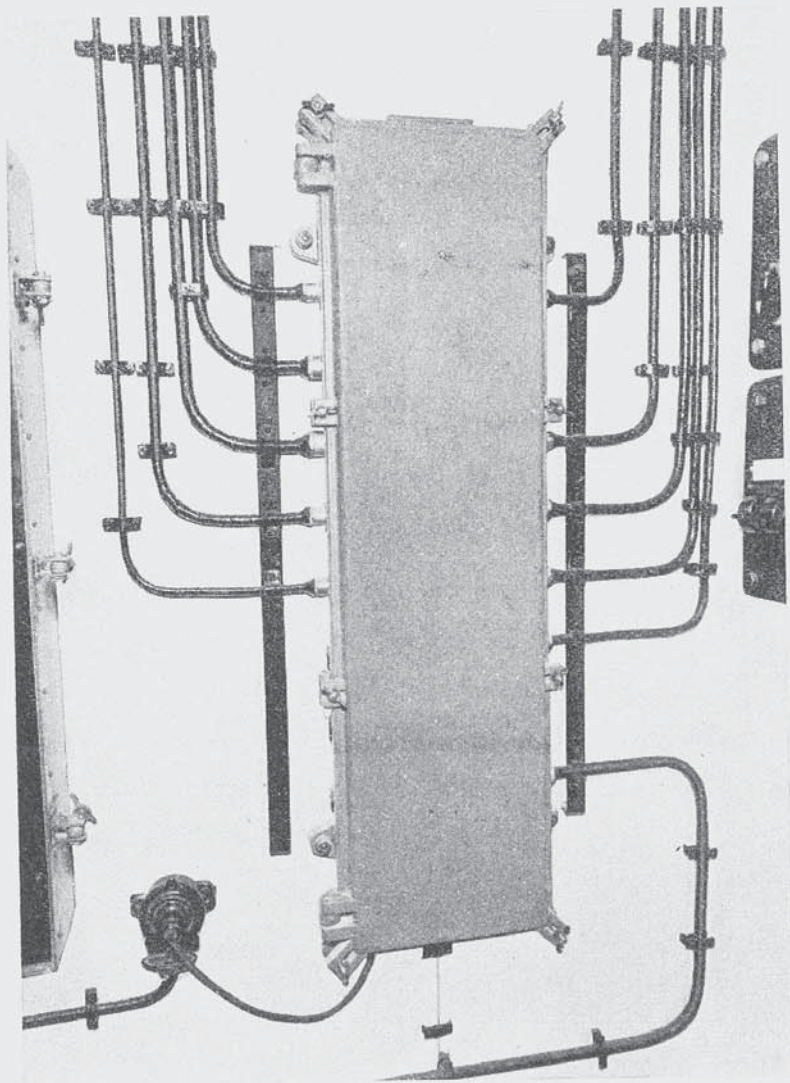


Abb. 17. Hauptverteiler, geschlossen

von Geräten erforderlich. Dies ist zulässig, da dort ausgebildetes Personal zur Bedienung umfangreicher Anlagen zur Verfügung steht.

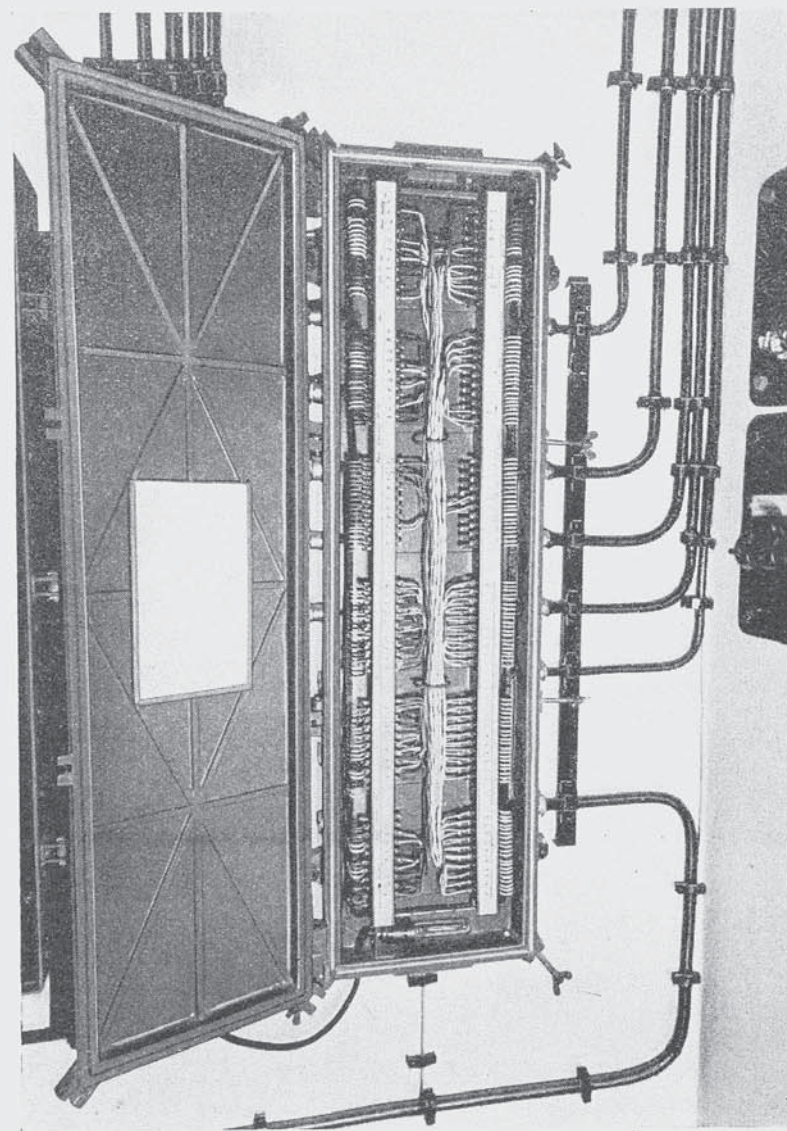


Abb. 18. Hauptverteiler, offen

(4) Die Sprachrohranlage.

Sprachrohranlagen stellen ein einfaches Hilfsmittel dar, um über Entfernungen von nicht mehr als 30 m eine einfache Sprechmöglichkeit zu schaffen. Sie bestehen aus den Mundstücken (Einsprachen) und einem sie verbindenden Stahlrohr. Da das gleiche Element als Sender und Empfänger dient, kann an einer Stelle gleichzeitig nur gesprochen oder gehört werden. Das Sprachrohr eignet sich daher nicht zur Abwicklung langer Gespräche, sondern wird nur zur Durchgabe kurzer Befehle oder Anfragen benutzt. Der Ruf erfolgt bei den genannten kurzen Verbindungen durch lautes Anrufen der Gegenstelle.

Sprachrohranlagen werden angewendet im Inneren von Kampfanlagen, wo sie im allgemeinen zusammengehörende Räume, die durch Panzertüren verschlossen sind, miteinander verbinden. Da sie keinerlei Stromquellen oder dem Verschleiß unterliegende Teile enthalten, sind sie immer betriebsbereit und ohne Ausbildung zu bedienen. Um unerwünschte Luft- und Gaszirkulation zwischen den durch Sprachrohre verbundenen Räumen zu verhindern, besitzt immer ein Mundstück einer jeden Verbindung eine Gasdichtungsmembrane. Die Sprache wird durch die Art der Ausbildung dieser Membrane nur unwesentlich gedämpft. Mehrere Mundstücke sollen normalerweise in einem Raum nicht enden, da es Schwierigkeiten macht, zu unterscheiden, von wo der Ruf gekommen ist (Abchnitt 72).

(5) Signalanlagen.

Während die Fernsprech- und Sprachrohranlagen der Übertragung von gesprochenen Mitteilungen und Befehlen dienen, finden die Signalanlagen dort Anwendung, wo optische oder akustische Zeichen schneller und eindeutiger als das gesprochene Wort die Veränderung eines Zustandes bzw. einen Befehl vermitteln. Folgende Signalanlagen gelangen in den Landesbefestigungen zur Anwendung:

- die Bereitschaftsalarmanlage,
- die Türüberwachungsanlage,
- die Türeinfahr- und
- die Uhrenanlage.

Die Bereitschaftsalarmanlage gestattet, von bestimmter Stelle aus an die Bereitschaftsräume Alarm zu geben. Um die Anlage stets betriebsbereit zu halten, muß sie unabhängig von chemischen Stromquellen (Sammler, Elemente usw.) und Stromversorgungsanlagen (Maschinenzentralen) sein. Sie besteht daher aus einem Kurbelinduktor als Stromquelle — auch kurz Induktor genannt — in Festungsausführung und den Alarmempfängern in Gestalt von wasserdichten Einschalenweckern (Bild 19). Außerdem gestattet die Ausrüstung des Festungsfernsprechers R mit einer besonderen Signaltaste die Abgabe des Bereitschaftsalarms

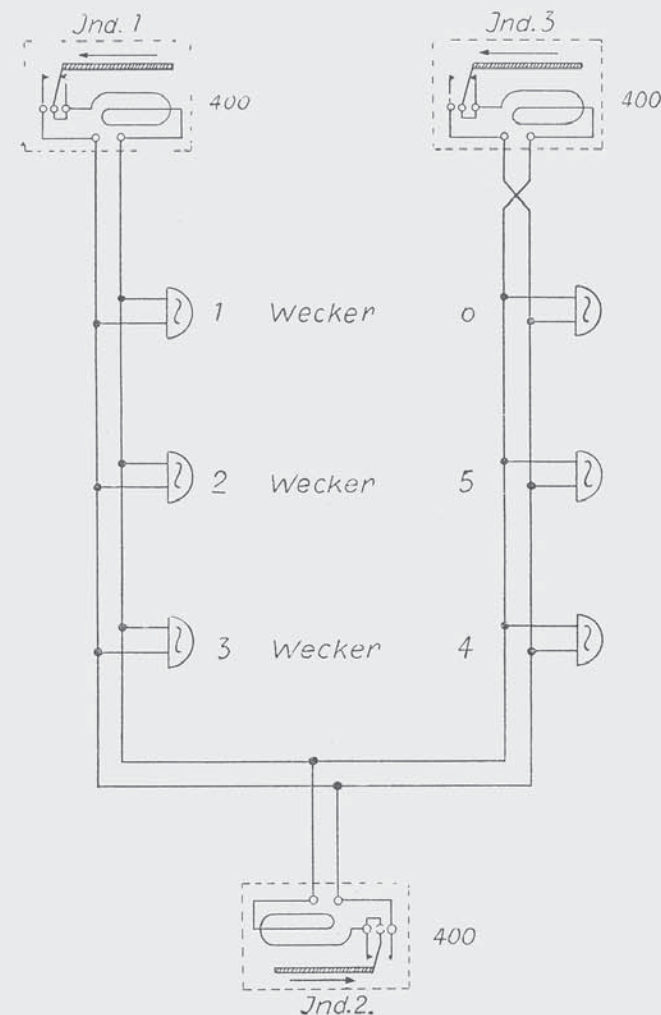


Abb. 19. Bereitschaftsalarmanlage, Stromlaufplan

auch vom Panzerturm aus (Abchnitt 39). Wird die Kurbel des Induktors von Hand mit etwa drei Umdrehungen je Sekunde gedreht, so erzeugt der aus dem Feldfernsprecher 33 stammende Induktor einen Wechselstrom von etwa 20 Perioden je Sekunde, welcher die Einschalen-Wechselstromwecker zum lauten Tönen bringt. Die Widerstandsverhältnisse in den Induktoren und den Weckern sind so gewählt, daß etwa 2—5 Induktoren und etwa 10 Wecker parallel geschaltet werden können. Die Verbindung des Gerätes erfolgt über Festungsinnenkabel und Innenverteiler.

Der Bereitschaftsalarm wird in der Regel als mehrere Sekunden andauerndes gleichmäßiges Klingelzeichen gegeben. Es können auch besonders zu vereinbarende Alarmzeichen (Morsezeichen) gewählt werden. Einzelheiten über die Wirkungsweise von Alarminduktor und -wecker vgl. Abschnitt 66 und 67.

(6) Die Türüberwachungsanlage dient der Überwachung wichtiger Türen (Verfeingänge, Türen bestimmter Lüftungsbereiche). Sie besteht aus Türkontakten und Türüberwachungstafeln (Abchnitt 68 und 70), auf denen durch verschiedenfarbige Lampenzeichen angezeigt wird, ob die zu

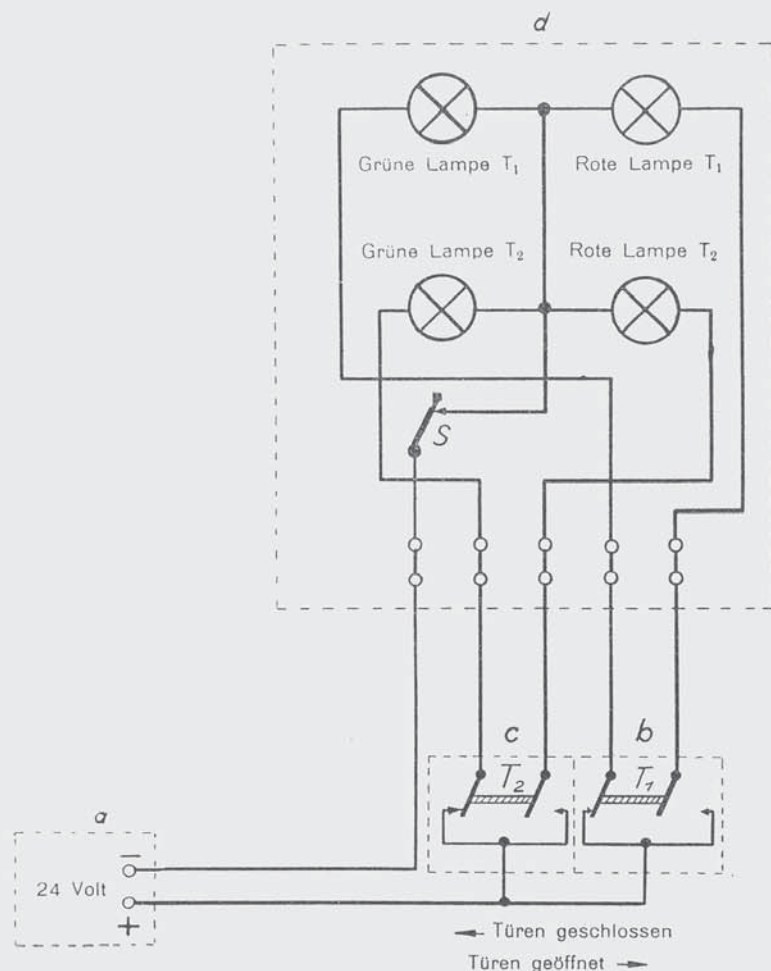


Abb. 20. Türüberwachungsanlage, Stromlaufbahn

überwachende Tür offen oder ordnungsgemäß verschlossen ist. Jeder zu überwachenden Tür ist je eine rote und eine grüne Lampe zugeordnet. Bild 20 zeigt den Stromlaufplan sowie die erforderlichen Einzelteile der Anlage. Dabei ist a die Stromquelle (24 Volt Sammler), b bzw. c der im allgemeinen durch Verschlußhebel betätigte Türkontakt. Dieser schaltet durch einen als Umschalter wirkenden Federzahn die auf der Überwachungstafel befindliche rote Lampe ein, wenn die Tür offen ist, bzw. die grüne Lampe, wenn die Tür ordnungsgemäß verschlossen ist; d ist die Türüberwachungstafel, die in einem Gussgehäuse hinter Fenstern wasserdicht geschützte rote und grüne Lampen besitzt. Ein Schalter S an der Tafel ermöglicht es, die Anlage ein- und auszuschalten. Eine Tafel läßt die Überwachung von zwei Türen zu. Soll die Türüberwachung an mehreren Stellen erfolgen, so gestattet der Aufbau der Anlage, mehrere Tafeln parallel zu schalten. Die Verbindung der Anlagenteile erfolgt mit Festungsinnenkabel und Innenverteilern.

(7) Die Türeinflaßanlage gestattet, an verschlossenen Festungswerken ein Signal für die Wache zu geben. Sie kann auch im Innern von Befestigungsanlagen an ständig verschlossenen und überwachten Türen Anwendung finden.

Sie besteht aus einer Zug- bzw. Drucktafte T, die einen 24 Volt-Sammlerkreis schließt und in dem Wachraum einen Gleichstromwecker W zum ertönen bringt. Jeder Tür bzw. jedem Kontakt ist ein Wecker zugeordnet (Bild 21). Die Verbindung der Einzelteile erfolgt über Festungsinnenkabel und Innenverteiler (siehe auch Abschnitt 69).

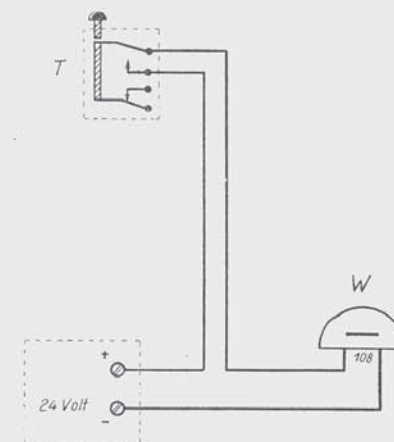


Abb. 21. Türeinflaßanlage, Stromlaufbahn

(8) Die Ahrenanlage dient der genauen Zeitangabe bei den höheren Stäben. Sie besteht aus einer Hauptuhr mit mehreren Nebenuhren in Festungsausführung. Im allgemeinen werden von einer Hauptuhr bis zu 20 Nebenuhren gesteuert. Die Nebenuhren sind parallel zur Hauptuhr an eine gemeinsame Leitung, die Ahrenschleife, geschaltet (Bild 22). Da auch die Hauptuhr in bestimmten Zeitabständen elektrisch aufgezogen wird, beschränkt sich die Wartung im wesentlichen auf die Überwachung des richtigen Ganges der Hauptuhr an Hand des Funkzeitzeichens. Da die Hauptuhr mit Gewichtsantrieb und Pendel versehen ist, muß sie in erschütterungsfreien Räumen aufgehängt werden.

Die Nebenuhren können an beliebigen Stellen im Innern des Panzerwerks angebracht werden, da ein Aufziehen der Uhren nicht erforderlich ist. Die genaue Zeit wird fernmündlich an die nachgeordneten

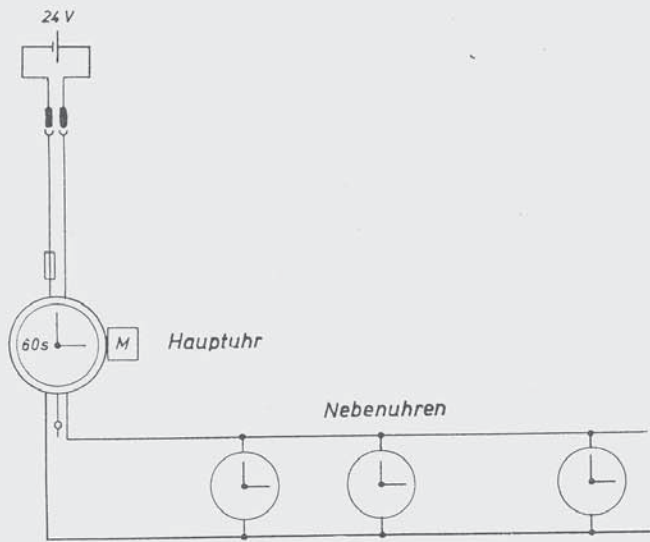


Abb. 22. Uhrenanlage, Stromlaufbahn

Dienststellen weitergegeben. Die Verbindung der einzelnen Teile erfolgt mit dem üblichen Festungsgerät.

Nähere Einzelheiten bringt Abschnitt 71.

Teil C.

Festungs-Drahtnachrichtengeräte und -zubehör

I. Kabel und Leitungen

(9) Festungsaußenkabel (Festa-Kabel).

Festungsaußenkabel (Bild 23) werden ins Erdreich verlegt. Sie sind deshalb grundsätzlich wie handelsübliche Erdkabel aufgebaut. Als Leiter werden 0,8 mm starke Kupferadern verwendet. Sie sind mit hochwertigem Lack isoliert und mit drei Lagen Papier wechselseitig besponnen. Die so isolierten Adern werden zu Paaren oder Sternvierern verspleißt und nach der Verseilung zur Kabelseele mit einer wasser-

abstoßenden Masse getränkt. Im Sternvierer bilden zwei diagonal gegenüberliegende Adern einen Sprechkreis, z. B. die mit a_1 , b_1 bezeichneten Adern im Kabelquerschnitt Bild 24. Die Kabelseele wird mit zwei Papierlagen bedeckt und durch einen Bleimantel vor Feuchtigkeit geschützt. Der Bleimantel erhält einen Korrosionsschutz, bestehend aus vier Lagen in Bitumen getränkter Papiere, darüber eine Lage Runddrähte aus Stahl von 2 mm Stärke. Über den Runddrähten befindet sich eine asphaltierte Juteummwicklung (Bild 24). Die Stärke der Bleimäntel beträgt bis zu 20 Paaren 1,1 mm, bei 30- und 40paarigen Kabeln 1,2 mm, bei 50 Paaren 1,3 mm.

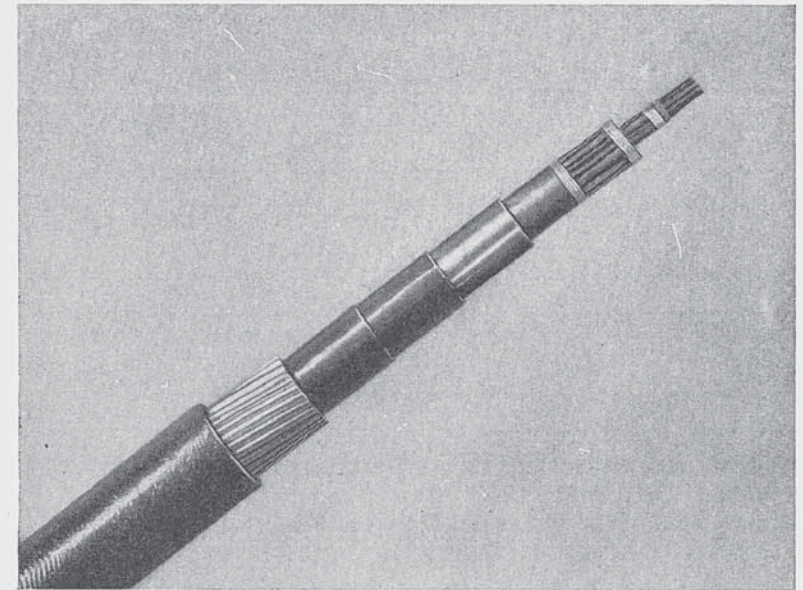


Abb. 23. Festungsaußenkabel, Stufenmuster

Festungsaußenkabel haben folgende elektrische Eigenschaften (vgl. auch Abschnitt 114): Der Isolationswiderstand Ader gegen Ader und Ader gegen Bleimantel beträgt mindestens 400 M Ω /km, der Gleichstromwiderstand der Ader je km Schleife (Hin- und Rückleitung) höchstens 73,2 Ω . Die Betriebskapazität je Sprechkreis ist kleiner als 120 nF/km, die Ableitung kleiner als 10 μ S, gemessen bei 800 Hz. Die Kopplung zwischen allen Paaren ist kleiner als 800 pF je 300 m Länge. Der Wellenwiderstand beträgt 350—400 Ω bei 800 Hz, die Leitungsdämpfung je nach der erreichten Betriebskapazität 0,11 bis 0,12 N/km bei 800 Hz. Bezüglich der Abkürzung der Maßeinheiten vgl. Abschnitt 117.

Für die Entwicklung des Kabels waren folgende Überlegungen maßgebend: Die besonders im ausländischen Festungsbau verwendeten Postkabel haben trockene Papierisolation. Werden die Bleimäntel durch Beschußeinwirkungen verletzt oder treten Bleimantelfehler bei rascher Ver-

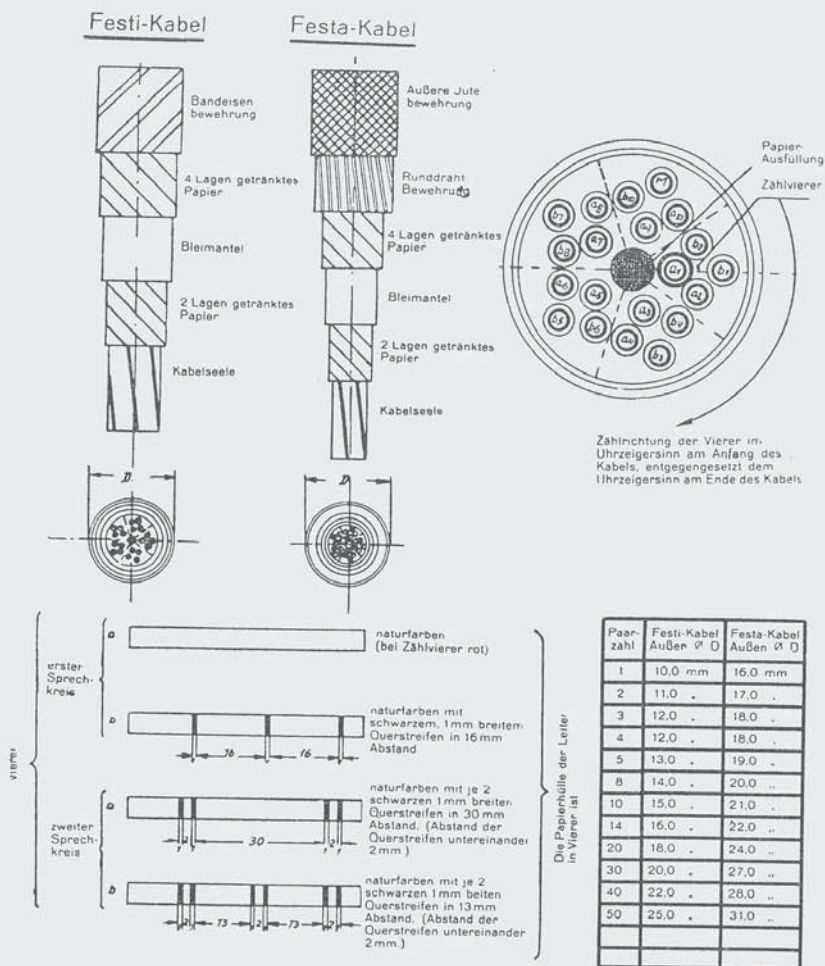


Abb. 24. Festungskabel, Aufbau

legung durch nicht geschultes Personal auf, so wird die Feuchtigkeit von dem stark wasseranziehenden (hygrokopischen) Papier aufgesaugt und weitergeleitet, so daß in kurzer Zeit viele Meter, ja bis zu 100 m des Kabels, durchfeuchten (absaufen). Es entstehen im Kabel bereits nach wenigen Stunden völlige Kurzschlüsse. Instandsetzung ist nicht mehr durch

eine einfache Kabelspleißmuffe zu bewältigen. Es müssen vielmehr ganze Kabellängen ausgewechselt werden. Das Löten der Muffen muß in besonders geheizten Zelten geschehen. Dies hat so umfangreiche Arbeiten zur Folge, daß sie in Frontnähe angesichts des Gegners nicht durchführbar sind. Derartige Kabel lassen sich daher überhaupt nicht mehr feldmäßig instandsetzen. Auch eine einfache Überbrückung mit Schaltdraht in Sprengtrichtern ist nicht möglich.

Demgegenüber wird das Festa-Kabel durch Feuchtigkeitseinbrüche infolge Bleimantelfehlers überhaupt nicht gestört. Die Isolationswerte sinken auf einige Megohm, die einen guten Betrieb noch viele Monate zulassen. Der Fehler bleibt örtlich beschränkt und kann durch eine Kabelspleiß- oder -schnellspleißmuffe behoben werden. Geheizte Lötzelte sind nicht erforderlich, auch behelfsmäßige Drahtverbindungen mit Schaltdraht können vorgenommen werden.

Ein einwandfrei durchgeführter Vergleich zwischen einem Postkabel mit trockener Papierisolation und einem Festa-Kabel, wobei gleichmäßig verletzte Bleimäntel unter Wasser gebracht wurden, hatte folgendes Ergebnis:

In das Postkabel war das Wasser nach wenigen Stunden mehrere Meter von der Fehlerstelle weitergewandert. Die Adern hatten einen Isolationswiderstand von 50 Ohm, d. h. einen völligen Kurzschluß. Das ebenso behandelte Festa-Kabel hatte auch nach Monaten noch einen Isolationswiderstand von 100 Megohm, war also nur unwesentlich schlechter geworden.

Auch die Bewehrung von Postkabeln ist für die Verlegung im Festungsgelände wenig geeignet. Wenigpaarige Postkabel tragen schwache Runddrahtbewehrungen, die höherpaarigen meist eine Bänderisenbewehrung. Besonders die letztere setzt den im Erdreich bei in der Nähe detonierenden Geschossen auftretenden Kräften keinen ausreichenden Widerstand entgegen. Festa-Kabel haben dagegen zugfeste Bewehrungen. Die Runddrähte sind ähnlich dem Aufbau von Stahlseilen so gelegt, daß sie sich beim Auftreten von Zugbeanspruchungen gewölbeartig gegeneinander stützen. Damit entsteht ein Gebilde hoher Zugfestigkeit, das die im Inneren liegende Kabelseele vor Druckbeanspruchungen schützt.

Die in Anlehnung an Reichspostkabel gewählte Aderkennzeichnung im Paar und im Vierer verhindert Adervertauschungen bei rascher Ausbesserung. Die Kennzeichnung ist folgende (Bild 24):

Für Sternvierer:

- a-Ader: naturfarben.
 - b-Ader: naturfarben mit schwarzen, 1 mm breiten Querstreifen in etwa 16 mm Abstand.
1. Sprechkreis

- a-Uder: naturfarben mit je 2 schwarzen, 1 mm breiten Querstreifen in etwa 30 mm Abstand (Abstand der beiden Streifen untereinander 2 mm).
- b-Uder: naturfarben mit je 2 schwarzen, 1 mm breiten Querstreifen in etwa 13 mm Abstand (Abstand der Querstreifen untereinander 2 mm).
2. Sprechkreis

Bei Zählvierern wird für die äußere Papierhülle der a-Uder des 1. Sprechkreises rotes Papier verwendet.

Für Paare:

Bei paarig verfeilten Kabeln (1-, 3-, 4- und 5paarig) gilt für das 1. bzw. 3. bzw. 5. Paar das Kennzeichen des 1. Sprechkreises eines Sternvierers;

für das 2. bzw. 4. Paar gilt das Kennzeichen des 2. Sprechkreises eines Sternvierers (wie vorstehend).

Bei dem ersten Paar wird zu Zählzwecken für die äußere Papierhülle der a-Uder rotes Papier verwendet.

Der Kabelaufbau wird bei den Fests-Kabeln je nach der Paarzahl wie folgt vorgenommen:

Paarzahl	Verfeilung	Aufbau	Durchmesser über Blei	Durchmesser über alles	Gewicht kg/1000 m
(1)	Paar	1	5,7	16,0	740
2	St. Vierer	1	6,7	17,0	860
3	Paar	3	7,7	18,0	950
4	"	4	8,2	18,0	1020
5	"	5	8,7	19,0	1080
8	St. Vierer	4	9,7	20,0	1210
10	"	5	11,2	21,0	1390
(14)	"	1+6	11,7	22,0	1490
(20)	"	2+8	13,7	24,0	1760
(30)	"	5+10	16,4	27,0	2190
(40)	"	1+7+12	17,9	28,0	2460
(50)	"	3+8+14	20,6	31,0	2920

Die mit einer Klammer versehenen Paarzahlen werden im Ausbau der Festungskabelneze nur selten angewendet.

Über Verlegen, Schneiden, Spleißen usw. des Fests-Kabels geben die betreffenden Abschnitte im Teil D Auskunft.

(10) Das Festungsinnenkabel (Festi-Kabel).

Festungsinnenkabel werden im Inneren von Panzerwerken und in Hölgängen verlegt. Der Aufbau des Kabels entspricht bis zur Bewehrung dem des Fests-Kabels (Abchnitt 9). An Stelle der Runddrahtbewehrung tritt ein aus zwei überlappend gewickelten Stahlbändern von 0,3 mm Stärke bestehender Schutz. Die Bänder sind heiß geteert und werden nach der Verlegung mit Asphaltlack zum Schutz gegen Feuchtigkeit gestrichen.

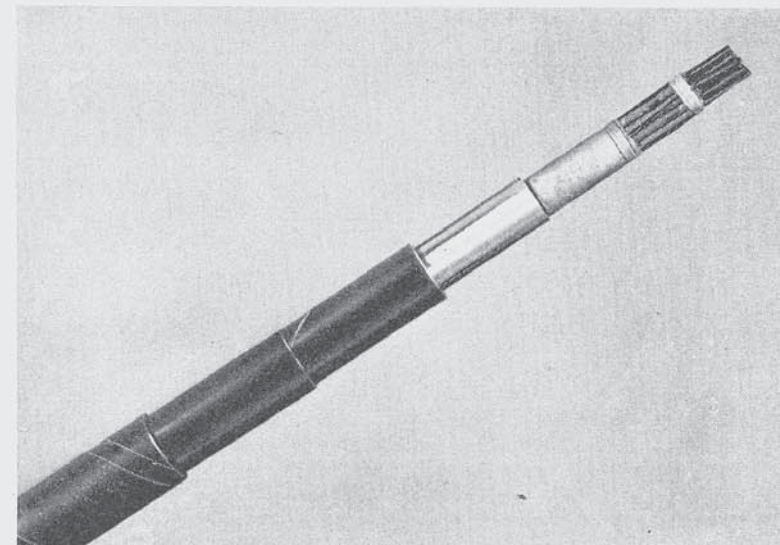


Abb. 25. Festungsinnenkabel, Stufenmuster

Das Festi-Kabel soll sich in Innenräumen bequem anschellen lassen, kurze Biegungen vertragen und die Einführung in Verteiler gestatten, ohne daß besondere Vergußräume, wie bei trockenen Papierkabeln, erforderlich werden. Die blanke Bänderbewehrung stellt einen Schutz gegen Verletzungen durch Stoß dar. Es werden außerdem Textilien vermieden, die an der Außenhaut Feuchtigkeit aufnehmen und früher oder später verrotten. Auch Kabelbrände und ein Verqualmen von Innenräumen werden durch die verwendete Bewehrungsart verhindert. Die elektrischen Eigenschaften des Fests-Kabels stimmen mit denen des Fests-Kabels überein. Es treten somit an Übergangsstellen keine Stoßdämpfungen durch elektrische Reflexionen auf (Abchnitt 114). Ein Stufenmuster zeigt Bild 25. Der Kabelaufbau wird bei den Fests-Kabeln je nach der Paarzahl wie folgt vorgenommen:

Paarzahl	Verseilung	Aufbau	Durchmesser über Blei	Durchmesser über alles	Gewicht kg/1000 m
1	Paar	1	5,7	10,0	330
2	St. Vierer	1	6,7	11,0	400
3	Paar	3	7,7	12,0	480
4	"	4	8,2	12,0	520
5	"	5	8,7	13,8	560
8	St. Vierer	4	9,7	14,0	660
10	"	5	11,2	15,0	780
14	"	1+6	11,7	16,0	860
20	"	2+8	13,7	18,0	1050
30	"	5+10	16,4	20,0	1390
40	"	1+7+12	17,9	22,0	1620
50	"	3+8+14	20,6	25,0	2050

Zur Verlegung in Panzertürmen eignet sich die Bewehrung des normalen Festi-Kabels weniger gut, da es sich den dort auftretenden Krümmungen nur schwer anpaßt. Für diesen Sonderfall wird das Festi-Kabel mit Geflecht (Festi-Kabel G) verwendet, das an Stelle der Band-eisenbewehrung mit einer Beflechtung aus 0,1 mm starken Stahldrähten versehen ist.

Näheres über Verlegen, Schneiden, Spleißen usw. von Festi-Kabeln bringen die betreffenden Abschnitte im Teil D.

(11) Das Festungsaußenkabel für Röhrenverlegung (Festa-Kabel R).

Das Festa-Kabel R soll das Einziehen längerer Kabel in Röhren, ähnlich der Verlegung von Röhren-Kabeln bei der Deutschen Reichspost, ermöglichen.

Der Kabelaufbau und die elektrischen Eigenschaften stimmen mit denen des Festi-Kabels überein. Um ein glattes Rutschen in den Röhren sicherzustellen, fehlt jedoch die äußere Isolierung. Ein derartiger Aufbau war im Gegensatz zu den entsprechenden Kabeln bei der Post aus folgendem Grunde erforderlich:

Die Deutsche Reichspost zieht im allgemeinen hochpaarige Kabel ein. Diese haben auch ohne Bewehrung durch die hohe Zahl der Adern und den verhältnismäßig starken Bleimantel eine so hohe Zugfestigkeit, daß das blanke Bleikabel über Längen von mehreren hundert Metern eingezogen werden kann, ohne daß ein Bruch des Kabels zu befürchten ist. Festa-Kabel R sind in der Regel wenigpaarig, so daß mit einer ausreichenden Stärke der Kabelseele nicht gerechnet werden kann. Hinzu kommt, daß oft in das gleiche Rohr weitere Kabel nachgezogen werden müssen, was zu groben Beanspruchungen der Kabel führt. Da meistens die Rohre im Festungsgelände nicht so gepflegt werden können wie bei

der Deutschen Reichspost, bietet die Bewehrung zugleich mit dem darunterliegenden Korrosionsschutz bei Verschmutzen und Feuchtigkeit Schutz gegen chemische Zersetzung des Bleimantels. Einzelheiten über den Aufbau, Außendurchmesser und die Aderkennzeichnung zeigt Bild 26. Abschnitt 93 beschreibt das Verlegen des Festa-Kabels R.

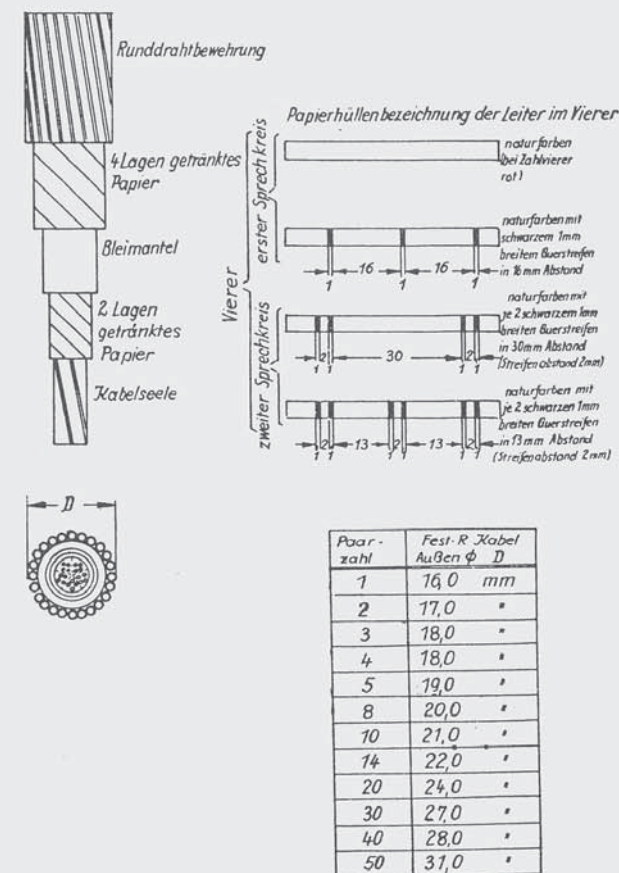


Abb. 26. Festungsaußenkabel für Röhrenverlegung (Festa-Kabel R), Aufbau

(12) Das Festungsaußenkabel für Flußbettverlegung (Festa-Kabel F).

Das Festa-Kabel F kommt zur Anwendung, wenn Kabel durch größere Flüsse und Seen geführt werden müssen.

Im Aufbau sowie in den elektrischen Eigenschaften entspricht das Fests-Kabel F dem normalen Fests-Kabel. Es besitzt darüber hinaus über der Jute-lage eine weitere Lage gegenläufig gewickelter Rundstahl-drähte von 2 mm Stärke, die ihrerseits wieder durch eine Lage Jute geschützt sind (Bild 27).

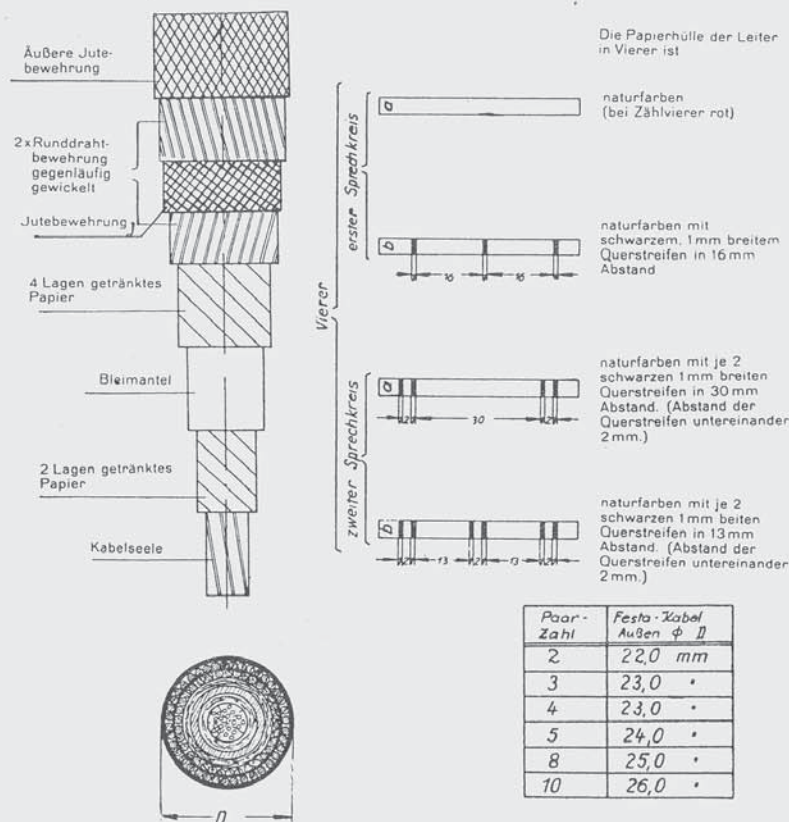


Abb. 27. Festungsaußenkabel für Flußbettverlegung (Fests-Kabel F), Aufbau

In Flüssen, Seen, Sumpfgebieten usw. verlegte Kabel werden stärker beansprucht als normale Erdkabel. Bei der Verlegung hängen die Kabel bis in oft beträchtliche Tiefe frei. Dabei treten leicht Knickungen am Kabel auf, besonders wenn das Wasser Strömung besitzt. Da das Kabel auf dem Grunde aufliegen soll und da das genaue Profil des Fluß-bettes meist nicht bekannt ist, ist die Verlegung eines Überschusses von

mehreren Prozenten der Kabellänge nötig. Diese Maßnahme führt, wenn das Kabel von der Verseilung und Amtrommelung in der Fabrikation einen Restdrall besitzt, leicht zu Kinkbildungen (zugezogene Schleife). Wird das Kabel bei etwa nötigen Instandsetzungen wieder aufgenommen, so verhindert das durch die Doppelbewehrung steifer und praktisch drallfrei gewordene Fests-Kabel F Beschädigungen am Bleimantel.

Auch gegen chemische Korrosion, die im Faulschlamm von Seen und Flüssen eintreten kann, ist das Kabel besser geschützt. Flüsse mit starkem Schiffsverkehr bringen Gefahrenmomente durch Staken und Ankern. Auch dagegen ist das Kabel besser gesichert als das normale Fests-Kabel. Durchmesser und Gewichte des Kabels zeigt die nachstehende Tafel.

Paarzahl	Verseilung	Aufbau	Durchm. über Blei	Durchm. über alles	Gewicht kg/1000 m
2	St. Vierer	1	6,7	22,0	1535
3	Paar	3	7,7	23,0	1650
4	"	4	8,2	23,0	1720
5	"	5	8,7	24,0	1830
8	St. Vierer	4	9,7	25,0	1985
10	"	5	11,2	26,0	2215

(13) Das Festungsfernkabel.

Zur Verbindung der höheren Stäbe im Bereich der Landesbefestigungen werden Fernsprekverbindungen benötigt, die gegenüber den normalen Festungskabeln eine wesentlich erhöhte Reichweite besitzen. Derartigen Verbindungen entsprechen bei der Reichspost die Fernleitungskabel. Um jedoch dieselben Vorzüge, die das Fests-Kabel bei Beschuß besitzt, auch hier zu erreichen, wurde das Festungsfernkabel eingeführt, das in elektrischer Hinsicht einem Fernleitungskabel der D.R.P. von 1,2 mm Cu-Leiter entspricht, in seinen mechanischen Verhältnissen jedoch an das Fests-Kabel angeglichen ist. Damit verbunden sind leichte Instandsetzungsmöglichkeit, Unempfindlichkeit gegen Wassereinträge und hohe Zugfestigkeit.

Das Festungsfernkabel (Bild 28) besitzt Cu-Leiter von 1,2 mm Durchmesser, die durch Lack und Hohlraum-Papierbespinnung isoliert sind. Die mit den Farben gelb-rot (Paar 1) und grün-schwarz (Paar 2) gekennzeichneten Adern sind zu Sternvierern verseilt. Die Vierer werden zur Kabelseele verseilt, mit drei Lagen Papier umwickelt und vor dem Aufbringen des Bleimantels mit der Masse E 234 getränkt. Das Kabel wird je nach Bedarf 10-, 20-, 30- usw. -paarig gefertigt.

Über dem Bleimantel befinden sich drei Lagen bituminiertes Papier als Korrosionsschutz, darüber Jutepolster und Rundstahl-drähte von 2 mm Durchmesser und zum Schutz dieser Drähte eine getränkte Jute-schicht. Die Fertigung des Kabels erfolgt in Längen von 500 m. Den Kabelquerschnitt eines 10paarigen Festungsfernkabels zeigt Bild 29.

In Abständen von $s = 1$ km werden Pupinspulen eingebaut mit einer Induktivität von 150 mH. Die Spulen sind in Kästen untergebracht (Bild 30), die zur festen Verlegung im Erdreich geeignet sind. Da das Kabel einen Gleichstromwiderstand von 32,5 Ω /km Schleife, eine Betriebskapazität von 65 nF/km, eine Ableitung von 2,0 μ S/km hat, ergibt sich bei dem vorhandenen Spulenabstand von $s = 1$ km eine

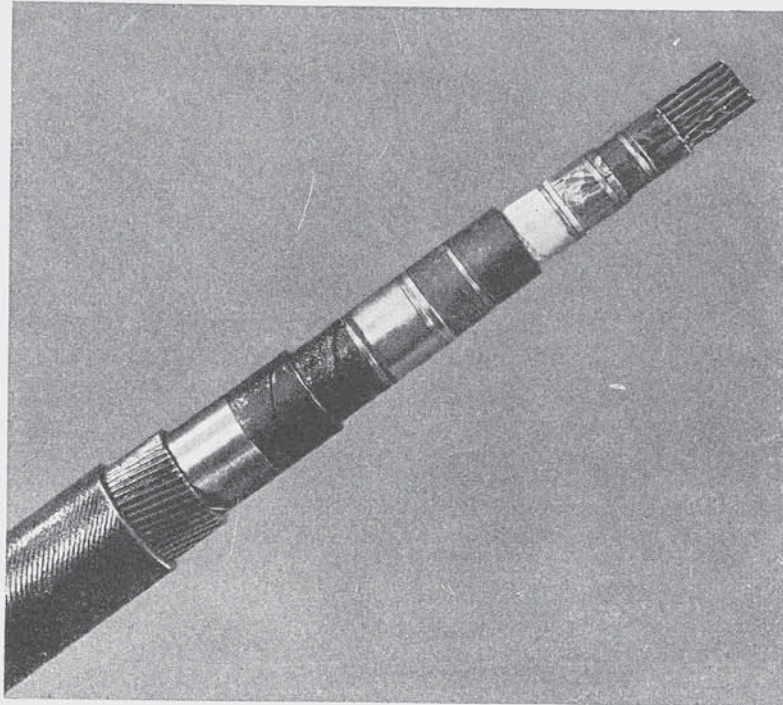


Abb. 28. Festungsfern-kabel, Stufenmuster

Grenzfrequenz von 3200 Hz, ein Wellenwiderstand von 1550 Ω und eine Leitungsdämpfung von 0,013 N/km, gemessen bei 800 Hz. Bei einer zugelassenen Gesamtdämpfung von 2,5 N ist die Reichweite des Festungsfern-kabels 190 km.

Während der Verlegung wird ein Nebensprechausgleich durch Einbau von Ausgleichskondensatoren vorgenommen, so daß eine mittlere Nebensprechdämpfung von 8,5 N erreicht wird.

Der Isolationswert des Kabels liegt infolge der hochwertigen Tränkung bei 5000 M Ω /km. Durch die sorgfältige Fertigung des Kabels und das genaue Einschneiden der Spulenfelder wird eine Gleichmäßigkeit des Wellenwiderstandes von $\pm 6\%$ erreicht, wodurch die Leitungen für Ver-

stärkerbetrieb benutzbar gemacht werden. Schaltstellen befinden sich in Abständen von je 3 km, wobei die eingeführten Spulenfelder mit $s/2$ ankommen und abgehen. In der Schaltstelle gestattet eine in den Endverschluß eingesezte Trennfleimmenplatte das Durchverbinden der Adern mit Trenn-
dügeln (Abchnitt 24)

Abb. 29. Festungsfern-kabel, Kabelquerschnitt

- a = Innen-Polster
- b = emaillierter Kupferleiter 1,26 mm ϕ
- c = Papierlagen
- d = Bleimantel 1,3 mm dick
- e = etwa 33 Runddrähte 2,0 mm ϕ
- f = Außen-Polster
- g = verflocht. Einlauf

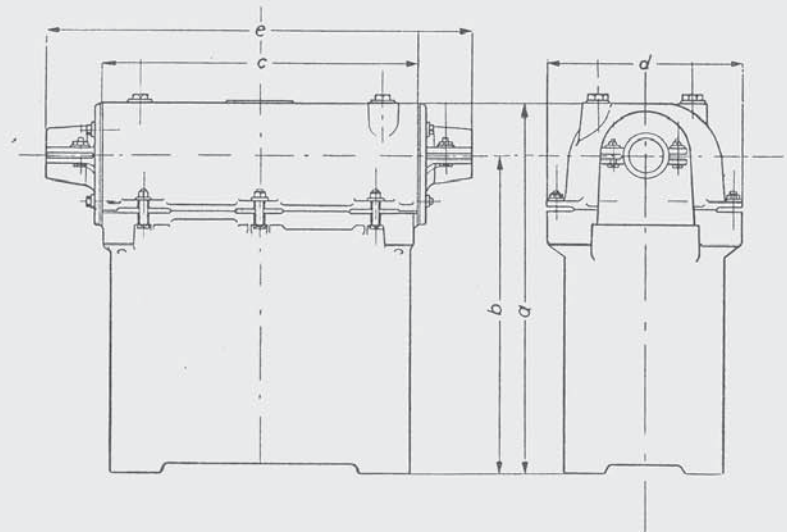
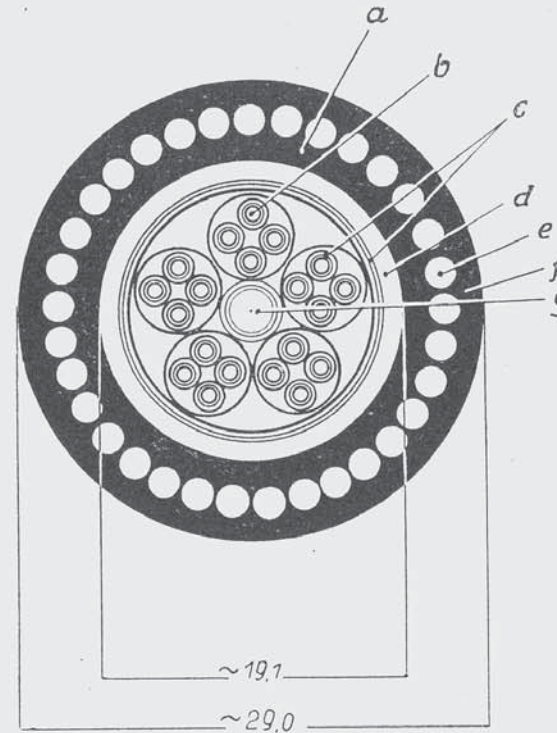


Abb. 30. Spulen-kasten für Festungsfern-kabel

a = 444 mm, b = 344 mm, c = 474 mm, d = 330 mm, e = 790 mm

(14) Der Festungsschaltdraht.

Festungsschaltdraht, auch Nipolam- oder MP-Draht genannt, wird zum Verschalten und Rangieren von Kabelendverschlüssen, zum Verteilen in Festungsinnenetzen und für Behelfsverbindungen an Festungsausnetzen verwendet. Er besitzt 0,6 bzw. 0,8 mm starke Kupferleiter, die mit einem hochwertigen Kunststoffmantel versehen sind (Bild 31). Dieser Kunststoffmantel ist aus inländischen Rohstoffen gefertigt. Der Kunst-

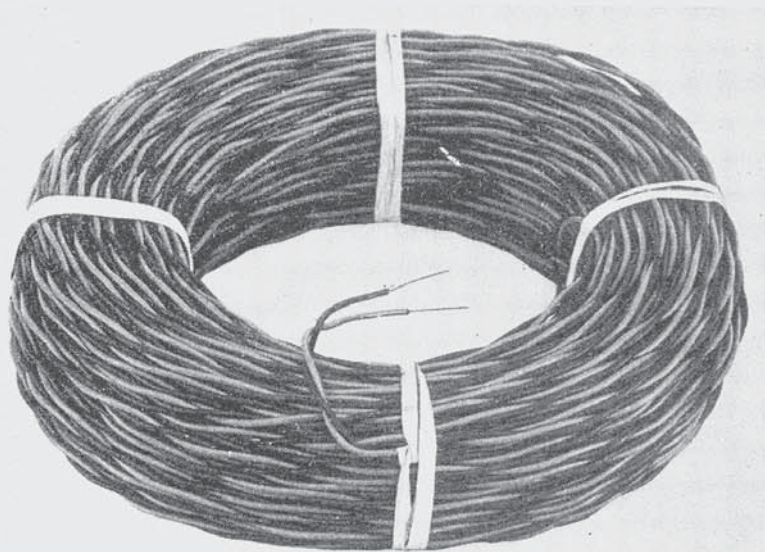


Abb. 31. Festungsschaltdraht

stoffmantel ist etwa 0,6 bis 0,8 mm stark, so daß der Außendurchmesser des Festungsschaltdrahtes etwa 1,8 bis 2,4 mm beträgt. Zwei Adern werden zu einem Paar verdreht. Der Festungsschaltdraht wird in Ringen zu 25 m und 100 m gefertigt. Er wird mit folgenden Mantelfarben hergestellt:

weiß-weiß,
weiß-rot,
weiß-blau,
weiß-grün und
weiß-schwarz.

Der Isolationswiderstand beträgt etwa 100 M Ω /km. Der Temperaturbereich, in welchem der Draht verwendungsfähig bleibt, liegt zwischen -30 und +40° Celsius. Der Gleichstromwiderstand beträgt je km Schleife bei 0,6 mm ϕ 125 Ω , bei 0,8 mm ϕ 70 Ω .

Festungsschaltdraht enthält im Gegensatz zum handelsüblichen Z.-Draht (Zimmerleitungsdraht) keinen Gummi und keine Baumwollbeflechtung. Er zeigt daher nicht die Neigung, in besonders feuchten Schaltstellen Schimmel anzusehen und Feuchtigkeit aufzunehmen. Im Gegensatz zu Gummi ist die Lagerfähigkeit von Kunststoff unbegrenzt; hohe Isolationswerte sind somit sichergestellt.

Betreffs Verwendung des Festungsschaltdrahtes vgl. die Abschnitte 100, 103, 104 und 107.

(15) Das verdrehte schwere Feldkabel (Doppelleitungskabel).

Verdrilltes schweres Feldkabel wird der im Festungsgelände eingesetzten Truppe zur Verfügung gestellt, um sicherzustellen, daß alle an das Festungskabelnetz angeschlossenen Feldleitungen als symmetrische

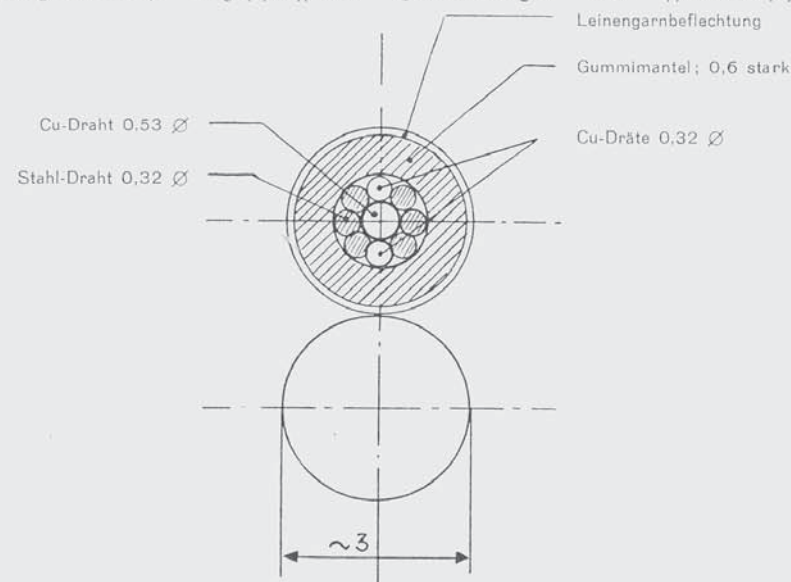


Abb. 32. Verdrilltes schweres Feldkabel, Aufbau

Doppelleitungen weitergeführt werden. In gewissen Fällen dient es zur Netzverdichtung bzw. zur Überbrückung ausgefallener Fests-Kabelstrecken.

Das Doppelleitungskabel besteht aus zwei verdrehten schweren Feldkabeln. Das schwere Feldkabel besitzt einen Leiter, der sich aus 3 Kupferdrähten und 6 Stahldrähten zusammensetzt (Bild 32) und dessen Gleichstromwiderstand 90 Ω je km Schleife beträgt. Der Leiter ist damit befähigt, sowohl den elektrischen Strom zu leiten, als auch mechanische Zugkräfte aufzunehmen. Über dem Leiter befindet sich ein Gummi- bzw.

Gummimantel zur Isolation des Leiters. Um den Gummimantel vor mechanischen Verletzungen zu schützen, ist er mit einem Leinwandgewebe bedeckt, das seinerseits wieder zum Schutz gegen Feuchtigkeit mit Asphaltmasse getränkt ist.

Bei einwandfreier Verlegung des verdrehten schweren Feldkabels (Abschn. 95) beträgt der Isolationswiderstand etwa 100 M Ω /km, die Betriebskapazität 60–130 nF/km und die Leitungsdämpfung 115 bis 185 mN/km bei 800 Hz. Der Wellenwiderstand des verdrehten schweren Feldkabels beträgt bei 800 Hz 310 Ω .

Um die vorhandenen Verlegegeräte für schweres Feldkabel verwenden zu können, ist auch das verdrehte schwere Feldkabel auf den normalen Kabeltrommeln untergebracht. Es können jedoch nur Längen von 350 m aufgetrommelt werden.

Das Kabel ist durch seine hohe mechanische Festigkeit und seine große Widerstandsfähigkeit gegen Nässe für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet. Es wird zweckmäßig hoch oder auf niedrigen Pfählen verlegt. Werden diese Pfähle in kleinen Gräben untergebracht (Abschnitt 95), so ist das Kabel gleichzeitig gegen Splitter des feindlichen Artilleriefeuers geschützt. Da der Gummimantel des Kabels bei völliger Lagerung in Wasser in wenigen Wochen durchfeuchtet, ist eine Verlegung des Kabels auf nassem Boden oder gar in die Erde zu vermeiden. Das verlegte Kabel bedarf, um lange Zeit betriebsfähig zu bleiben, ständiger Überwachung und Pflege. Den Aufbau des Kabels zeigt Bild 32.

(16) Das zehnpaarige Anschlusskabel.

Das zehnpaarige Anschlusskabel (Sonder-Gummischlauchleitung 10 \times 2 \times 0,5 mm²) wird zum Anschluß des kleinen Klappenschrankes zu 10 Leitungen (Abschnitt 52) an das Festungskabelnetz verwendet.

Es besteht aus 10 Aderpaaren, die zu 5 Sternvierern verseilt, mit Seide beflochten, mit Masse getränkt und mit einem gemeinsamen Gummimantel überzogen sind (Bild 33–34). Jede Ader ist aus 12 verzinnnten Kupferdrähten von 0,225 mm Durchmesser zu Litze verseilt. Der Isolationswiderstand beträgt 50 M Ω /km, der Gleichstromwiderstand höchstens 80 Ω /km Schleife. Die Werte für die Nebensprechdämpfung sind so hoch wie die des Festkabels. Das Anschlusskabel ist an beiden Enden mit je einem 30-teiligen Stecker abgeschlossen und wird in Längen von 25 und 100 m eingeführt.

Das Gerät, das zur Ausrüstung der Feldtruppe gehört, soll im Festungsnachrichtennetz den sauberen und schnellen Einsatz von kleinen Vermittlungen an Stellen des Netzes ermöglichen, wo Sonderverhältnisse dies erforderlich machen. Die Anschlußleiste (Bild 35–37) wird dazu über dem Kabelendverschluß einer Schaltstelle oder eines Panzerwerkes

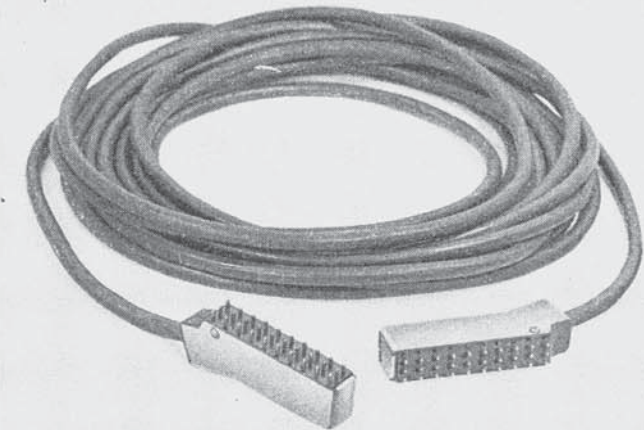


Abb. 33. Das 10-paarige Anschlusskabel mit 30-teiligem Stecker

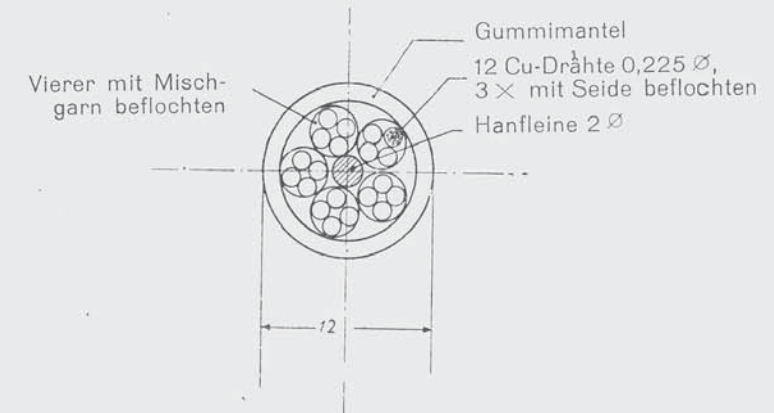


Abb. 34. Das 10-paarige Anschlusskabel, Aufbau

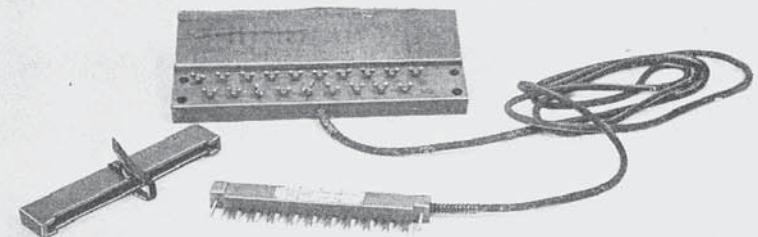


Abb. 35. Die Anschlußleiste für den kleinen Klappenschrank zu 10 Leitungen

aufgehängt und durch Festungsschalt Draht mit den Klemmen des Kabel-
endverschlusses verbunden. Die Vermittlung kann dann an zweckdienlicher

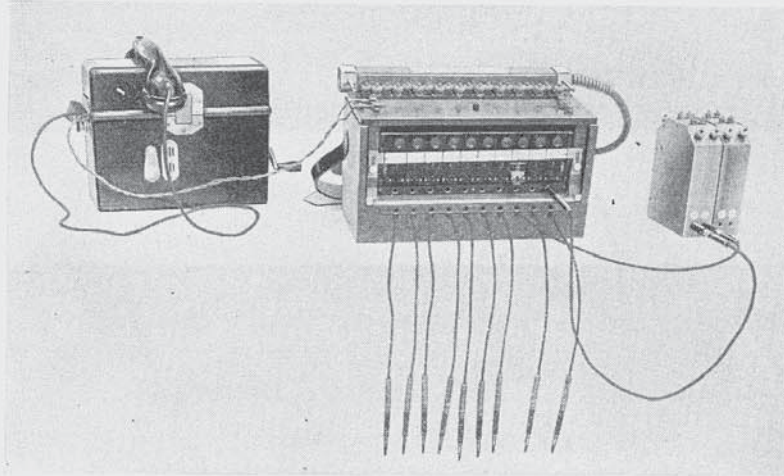


Abb. 36. Anschlußleiste für den kleinen Klappenschrank
zu 10 Leitungen, betriebsfertig eingebaut

Stelle durch das andere Ende des Anschlußkabels erfasst werden, indem
der 30-teilige Stecker des Anschlußkabels in den entsprechenden Buchsen-
streifen des kleinen Klappenschrankes gestöpselt wird.

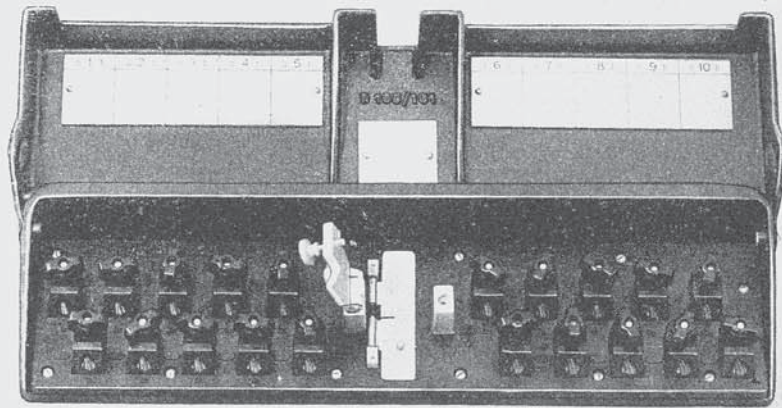


Abb. 37. Die Anschlußleiste neuer Art

II. Kabelzubehörteile

(17) Die Kabelspleißmuffe für Festungsaußenkabel.

Kabelspleißmuffen verbinden die außerhalb von Schaltstellen endenden
Festa-Kabellängen mit der anschließenden Kabellänge und werden zur
Instandsetzung beschädigter Festa-Kabellängen verwendet. Sie bestehen
aus einer sich an den Enden verjüngenden zylindrischen Bleimuffe und
einer gußeisernen Schuhmuffe. Um die Bleimuffe um den fertigen Spleiß
legen zu können, ist sie über die ganze Länge aufgeschlitzt (Bild 38). Die
Bleimuffe hat nach dem Verlöten die Aufgabe, den Feuchtigkeitsschutz
im Erdreich zu übernehmen.

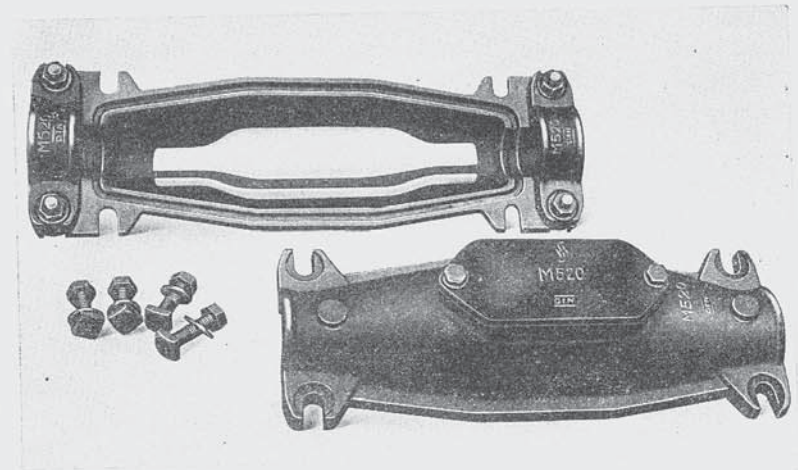


Abb. 38. Kabelspleißmuffe mit gußeiserner Schuhmuffe

Zum mechanischen Schutz wird um die Bleimuffe die gußeiserne Schuh-
muffe gelegt. An den Enden der Schuhmuffe sind Schellen angebracht
zum Abfangen der Bewehrung. Eine Nut gestattet das Einlegen einer
Dichtungsschnur. Nach der Montage wird der Raum zwischen Löt-muffe
und Schuhmuffe durch das mit einem Deckel verschließbare Vergußloch
mit Masse ausgefüllt.

Die Kabelspleißmuffe gestattet also, den Kabelspleiß vor Feuchtigkeit zu
schützen, die weiche Bleimuffe vor Druck- und Schlagverletzungen zu be-
wahren, und auftretende Zugkräfte am Kabel von der empfindlichen
Bleimuffe abzuhalten.

Aufbau, Abmessungen und Gewicht der Muffen zeigt Bild 39. Einzel-
heiten über die zum Spleißen eines Festa-Kabels erforderlichen Ver-
richtungen bringt Abschnitt 97.

Bei der Verlegung ist darauf zu achten, daß die Halbtteile immer um eine halbe Länge versetzt sind. Stoßstellen werden durch besondere Schellen zusammengehalten. Krümmungen werden durch feste Bogenstücke oder Gelenkbogen dargestellt. Die Gelenkbogen werden aus einzelnen Gliedern zusammengesetzt und können mit 4, 6, 8 oder mehr Gliedern ausgeführt sein.

Kabelschuheisen sind durch zusätzliche Erdung geeignet, Kabel blitzfest zu machen. Die gebräuchlichen Profile zeigt Bild 134.

(37) Kabelwegzeichen.

Kabelwegzeichen werden bei der Verlegung von Erdkabelnetzen zur Kenntlichmachung des Kabelweges und der Kabelmuffen (Spleißstellen) verwendet.

Form und Größe der Kabelmerksteine werden an die örtlichen Verhältnisse angepaßt. Um einen Hinweis auf den weiteren Weg des Kabels zu geben bzw. um anzudeuten, was sich unter dem Kabelmerkstein befindet, sind die Kabelmerksteine mit Zeichen versehen (Bild 135). Sie

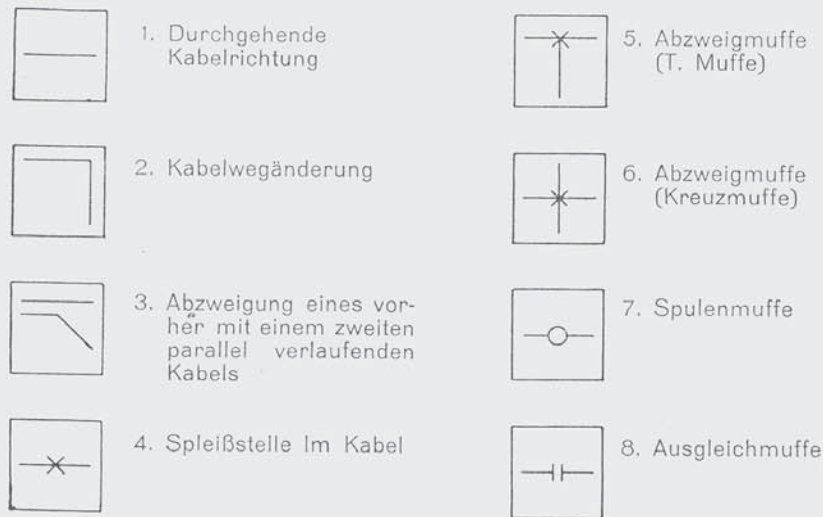


Abb. 135. Bezeichnung der Kabelmerksteine

werden aus natürlichem Gestein oder aus Beton hergestellt. Kabelmerksteine werden nur dort angewendet, wo die Geheimhaltung des Kabelweges dies nicht verbietet. Die Kabel sind im allgemeinen nur in Kabellageplänen verzeichnet. Die genaue Lage wird dann mit dem Kabelsuchgerät (Abschnitt 65) bestimmt.

In einer Tiefe von 40 cm (Pflugschartiefe) wird beim Verfüllen des Kabelgrabens ein Kabelwegband verlegt. Es hat die Aufgabe, bei Grab-

arbeiten auf das Vorhandensein von Erdkabeln aufmerksam zu machen. Das Kabelwegband besteht aus einem Kunststoffband (Mipolam) und ist leuchtend rot eingefärbt. Es hat eine Breite von ungefähr 20 mm und eine Stärke von 0,3 mm und wird auf Papprollen in Fabrikationslängen von etwa 30 m gewickelt. Seine Haltbarkeit ist unbegrenzt.

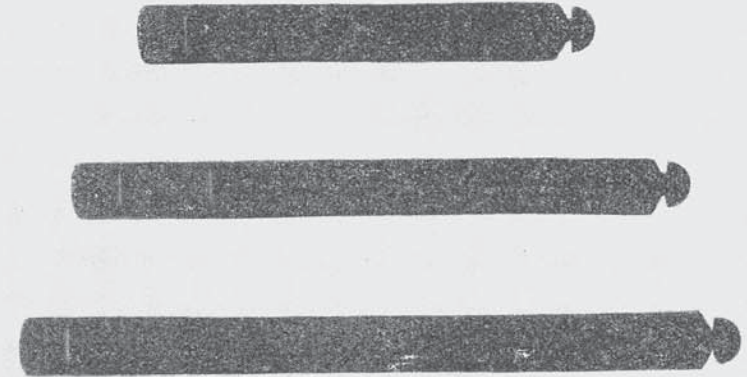


Abb. 136. Kabelerkennungstreifen

Werden zwei oder mehr Kabel in einem gemeinsamen Kabelgraben verlegt, so können zur leichteren Unterscheidung der Kabel sogenannte Kabelerkennungstreifen (Bild 136) verwendet werden, die in ihrer Größe dem Kabeldurchmesser angepaßt sind und durch Lochung den betreffenden Kabeltyp erkennen lassen. Die Kabelerkennungstreifen sind aus rot eingefärbtem Mipolam gefertigt.

III. Fernsprengeräte, Fernsprech-Vermittlungen und Zubehör

(38) Der Festungsfernsprecher mit und ohne Schauzeichen.

Der Festungsfernsprecher kommt in allen Anlagen der Landesbefestigungen zur Anwendung. Er ist nur zum Abschluß an O.B.-Vermittlungen mit Induktorsruf und Induktorschlußzeichengabe vorgesehen.

Sind mehrere Apparate in einem Raum untergebracht, so werden Festungsfernsprecher mit Schauzeichen eingebaut. Das Gleiche gilt, wenn das Panzerwerk mit Alarmeinrichtungen ausgerüstet ist.

Bei Verwendung einzelner Festungsfernsprecher oder bei Parallelschaltung mehrerer Stationen werden Festungsfernsprecher ohne Schauzeichen verwendet.

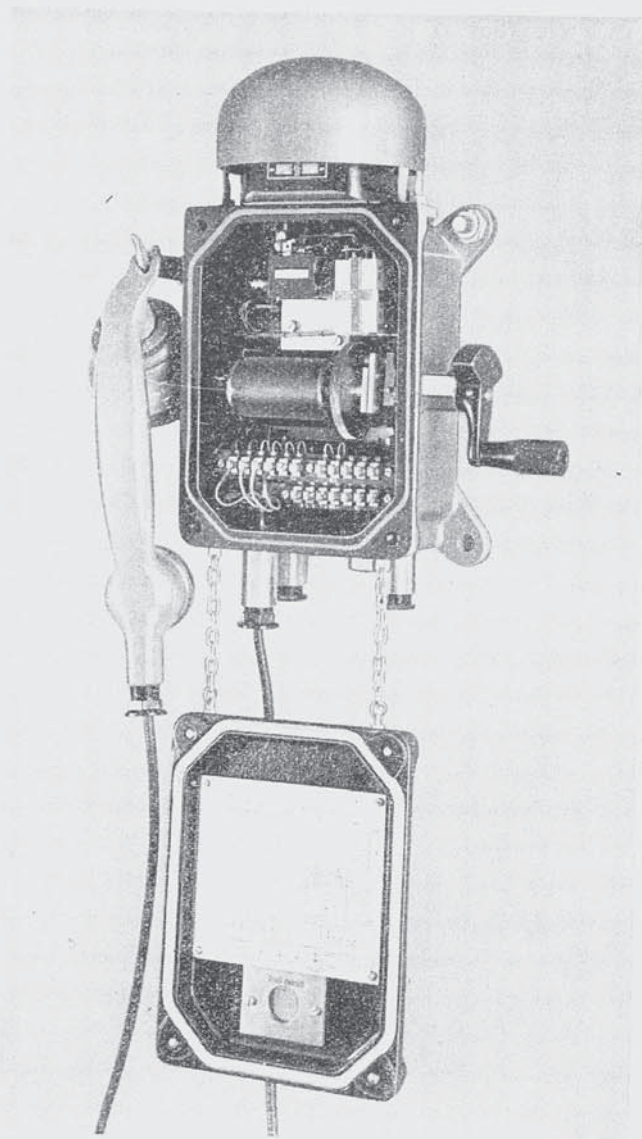


Abb. 137. Festungsfernsprecher 35 mit Schauzeichen, geöffnet

Wird außer dem Handapparat des Festungsfernsprechers (Festungshandapparat) ein Kopffernsprecher benötigt, so ist der Festungsfernsprecher mit Schauzeichen und mit großem Batteriekasten vorzusehen. Der Fernsprecher erhält dann eine Anschlußdose für Kopffernsprecher (Abchnitt 54).

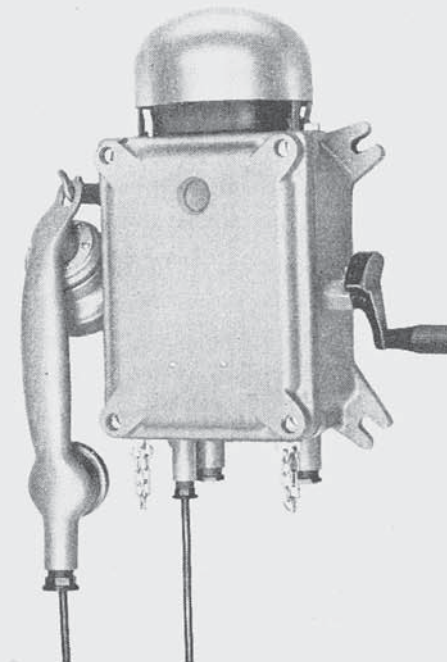


Abb. 138. Festungsfernsprecher 38

Die elektrische Ausrüstung des Festungsfernsprechers ist in einem widerstandsfähigen und wasserdichten Graugußgehäuse untergebracht (Bild 137 bis 140). Um eine den privaten Stationen ähnliche Betriebsweise zu erreichen, wird die Unterbrechung des Mikrophonstromes nicht durch eine Sprechtafel, sondern durch Aufhängen des Festungshandapparates am Hakenumschalter bewerkstelligt. Um unnötige Stromentnahme aus der Batterie zu vermeiden, wird der Festungshandapparat im unbenutzten Zustand stets auf den Hakenumschalter aufgehängt.

Der Festungshandapparat ist durch eine Gummischlauchleitung fest mit der Station verbunden. Der Induktor ist ebenso wie Mikrophon, Telephon usw. aus dem Feldfernsprecher übernommen, um möglichst einfache

Nachschubverhältnisse zu erhalten. Die Induktorkurbel ist rechts an der Station wasserdicht herausgeführt. Der auf dem Gehäuse angebrachte Wecker stellt wegen der erforderlichen größeren Lautstärke eine Sonderkonstruktion dar.

Die Bedienung der Station ist einfach und ohne besonderen Hinweis möglich. Der beim Betrieb erforderliche Abruf wird in der Beschriftung

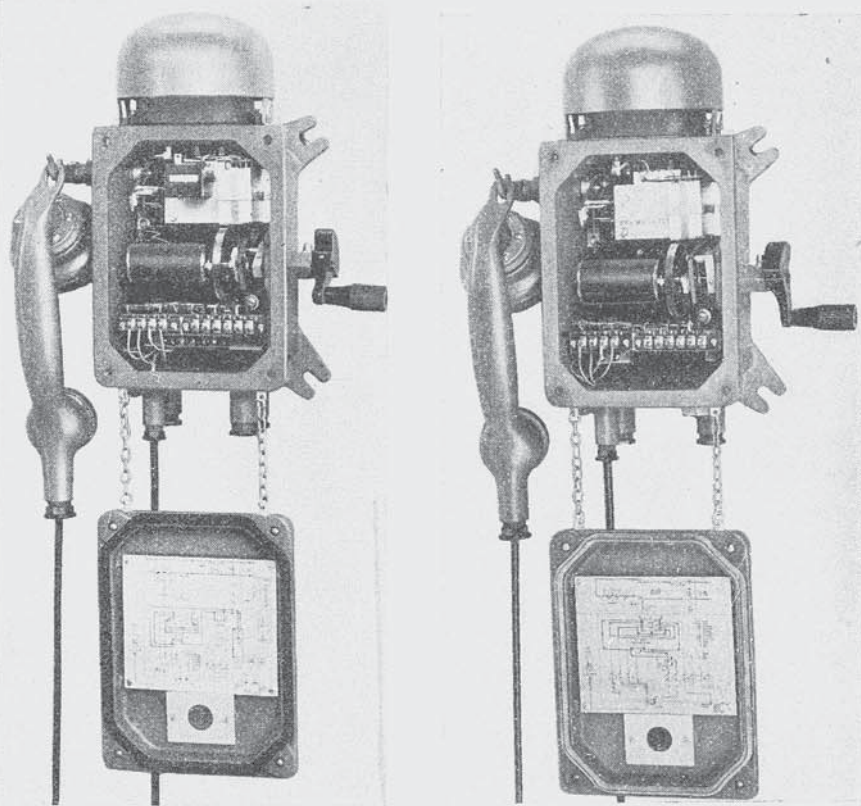


Abb. 139. Festungsfernsprecher 38 mit Schanzeichen, geöffnet

Abb. 140. Festungsfernsprecher 38 ohne Schanzeichen, geöffnet

des Gerätes gefordert. Alle Anschlüsse werden durch Stopfbuchsendichtungen von unten in das Gehäuse eingeführt.

Zur Speisung des Mikrophons dienen drei Feld- bzw. Trockenelemente, die in einem wasserdichten Batteriekasten untergebracht sind. Mit dem Festungsfernsprecher ist es möglich, große Lautstärke zu erzielen und in-

folge der günstigen Anpassung seiner Sprechspule an das Festungsfernsprechers Dämpfungen bis zu 4 Neper zu überbrücken. Damit ist der Festungsfernsprecher eine der betriebstechnisch günstigsten Fernsprekstationen.

Die große Lautstärke ist auch aus anderen Gründen erwünscht. Die besonderen Verhältnisse in Festungswerken führen oft zu einem verhältnismäßig hohen Geräuschpegel. Er hat seine Ursachen in den Maschinen-

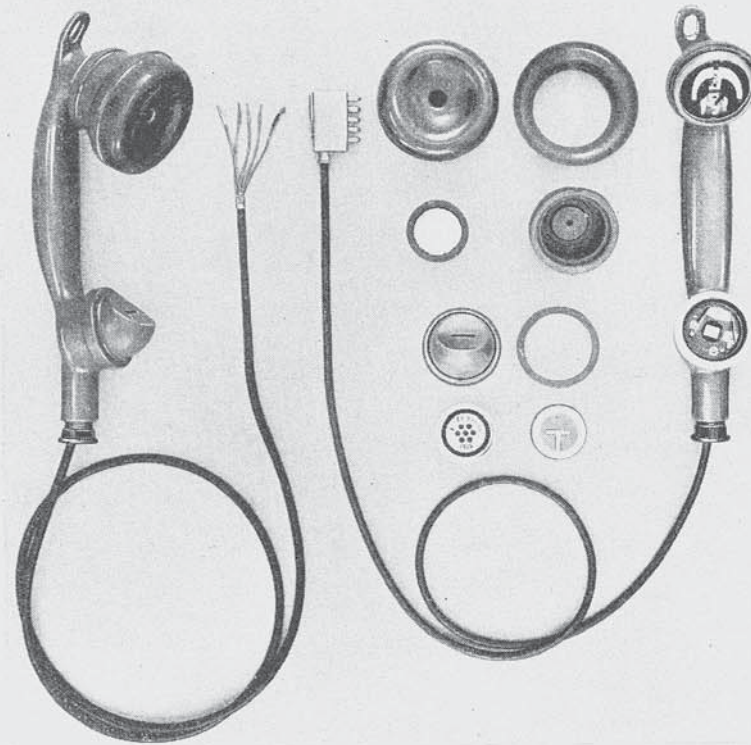


Abb. 141. Festungshandapparat mit Einzelteilen

geräuschen, dem Waffenlärm und besonders in den ungünstigen akustischen Verhältnissen, die die Betonwände und Decken in den Räumen der Panzerwerke bringen. Um trotzdem einen guten Sprechbetrieb zu gewährleisten, werden eine Reihe besonderer Hilfsmittel angewendet. Versuche haben ergeben, daß unmittelbar am Mund des Sprechers so große Schalldrucke zur Verfügung stehen, daß dort auch starke Raumgeräusche übertönt werden. Es kam also darauf an, das Mikrophon vor-

nehmlich Sprache und wenig Raumgeräusch aufnehmen zu lassen. Diese Forderung wurde durch die sogenannte Schlißeinsprache am Mikrophon erfüllt (Bild 135). Sie gewährleistet eine gute Sprechverständigung auch bei Raumgeräuschen von 90 bis 100 Phon, d. h. bei Geräuschen, wie sie in Dieselmotoren oder in der Nachbarschaft von startenden Flugzeugen auftreten. Dem gleichen Zweck dient eine Gummimuschel über dem Fernhörer. Durch die weiche Federung eines Luftkissens wird das Ohr innig gegen Geräusche von außen abgedichtet. Verwendet man einen zweiten

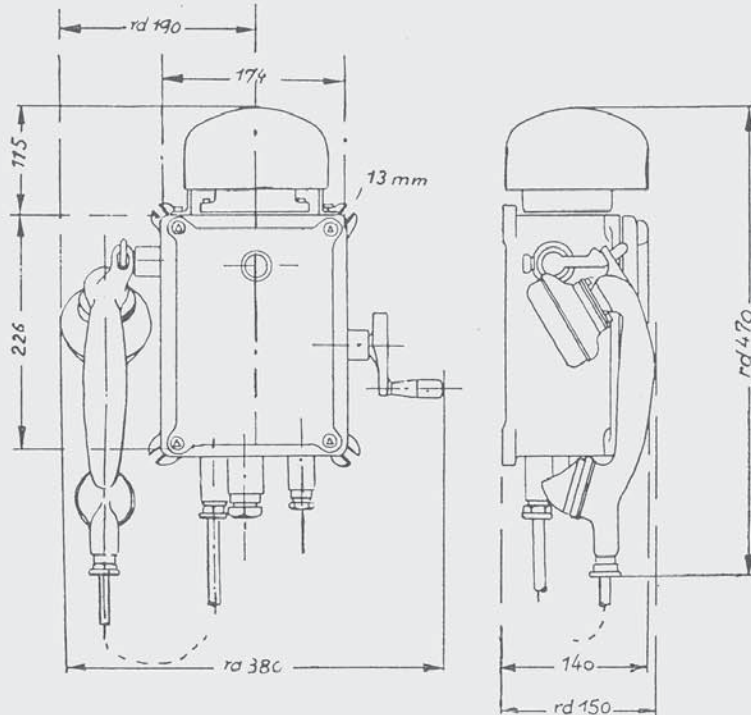


Abb. 142. Festungsfernsprecher 38, Maßbild

Hörer, so läßt sich die Geräuschempfindlichkeit noch erhöhen. Eine Glimmermembran schützt das Mikrophon und die stromführenden Teile im Festungshandapparat vor Feuchtigkeit.

Fernhörer und Mikrophonkapseln sind leicht auswechselbar. Nach Lösen des Hörerteils am Handapparat (Bild 141) durch einige Linksdrehungen kann die Fernhörererkapsel entnommen werden. Zum Auswechseln des Schwarzringmikrophons ist der über der Einsprache sitzende Verschlüßring durch Linksdrehung zu lösen. Nach dem Einsetzen der neuen Mikrophon-

kapsel ist die Glimmermembran und die Einsprache mit der linken Hand aufzusehen, während die rechte Hand den Verschlüßring festzieht. Näheres über die Beseitigung von Störungen am Festungsfernsprecher bringt Abschnitt 109.

Die Station, deren äußere Abmessungen Bild 142 zeigt, ist mit Stein-schrauben an der Wand befestigt. Um sie vor Erschütterungen zu sichern, erfolgt die Befestigung an der Wand unter Zwischenschaltung von

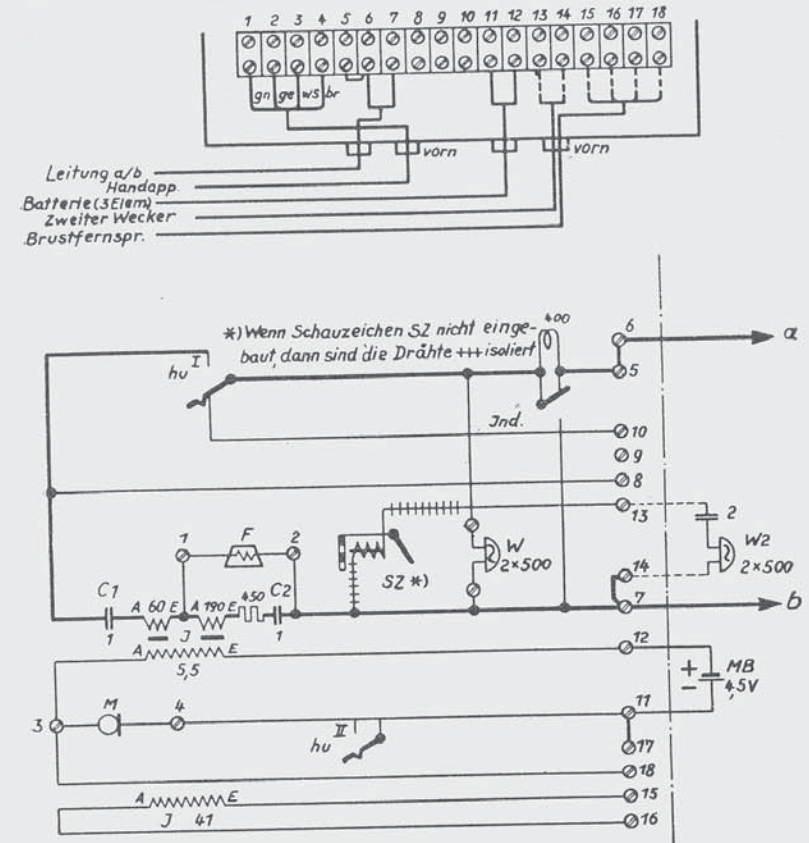


Abb. 143. Festungsfernsprecher 35, Stromlaufplan

Gummipuffern oder Stahlfedern. Weitere Einzelheiten über den Einbau des Festungsfernsprechers bringt Abschnitt 105. Es wurden zwei Typen von Festungsfernsprechern beschafft: Der Festungsfernsprecher 35 und 38. Sie sind äußerlich bis auf die Ausbildung der Befestigungsaugen fast gleich, unterscheiden sich jedoch durch die Schaltung und die Verbesserung der Isolation der Einzelteile gegen

das Gußgehäuse. Der in den letzten Jahren nur noch zum Einbau ge-
kommene Festungsfernsprecher 38 besitzt eine symmetrierte Schaltung,

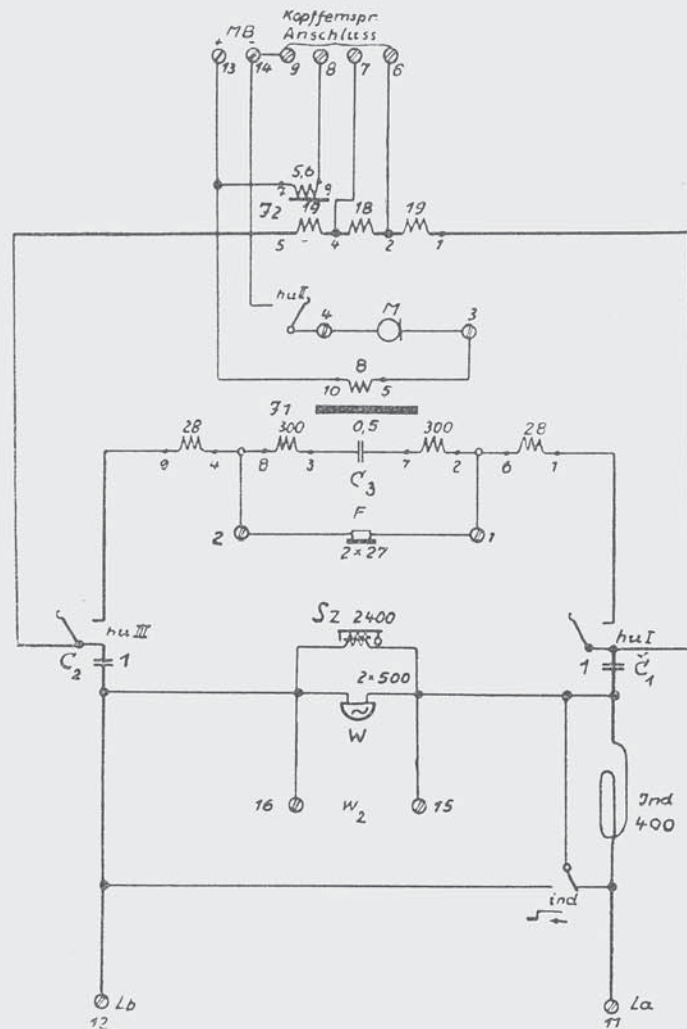


Abb. 144. Festungsfernsprecher 38 mit Schanzeichen,
Stromlaufplan

Isoliergrundplatten und eine isoliert angelenkte Induktormelle. Er ist
damit völlig lauschkfest gemacht, was in Anbetracht des Einfaches in der
vordersten Linie von großer Bedeutung ist.

Die klare und einfache Schaltung des Festungsfernsprechers zeigt Bild
143—145. Da der Wecker vor dem Hakenumschalter liegt, ist der Anruf
auch dann gesichert, wenn der Festungsbandapparat nicht wieder ord-
nungsgemäß an den Hakenumschalter gehängt wurde. Falls der Raum,
in dem der Fernsprecher angebracht ist, nicht dauernd besetzt sein sollte,
kann ein zweiter Wecker W_2 in einen anderen Raum geführt werden.

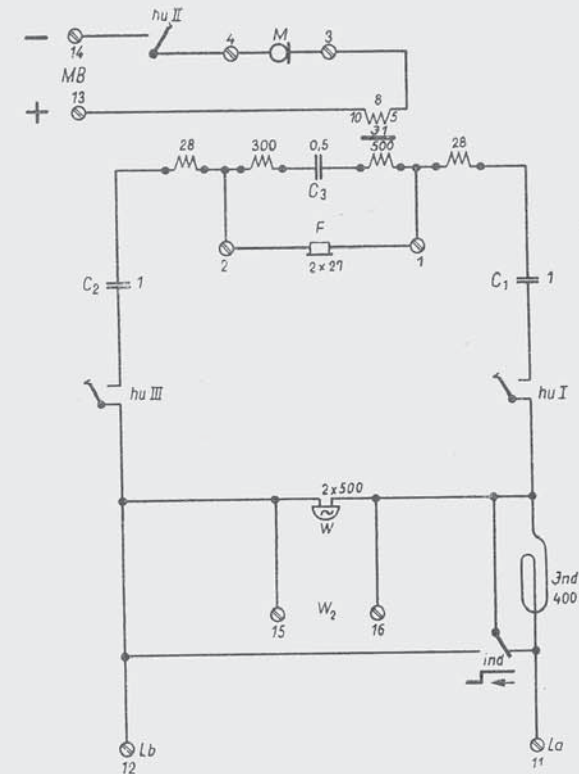


Abb. 145. Festungsfernsprecher 38 ohne Schanzeichen,
Stromlaufplan

Der Scheinwiderstand des Festungsfernsprechers beträgt 400Ω bei
800 Hz und ist somit an den Wellenwiderstand des Festungskabels an-
gepaßt.

Der Mikrophonstrom bei 4,5 V beträgt etwa 60 mA.

Der zur Station gehörende kleine Batteriekasten dient der Aufnahme
von drei Feldelementen, der große Batteriekasten von drei Troden-
elementen (Abschnitt 53).

(39) Der Festungsfernsprecher R.

Der Festungsfernsprecher R besteht aus dem Fernsprechgehäuse R (rund), enthaltend die elektrischen Einbauteile (Bild 146—148), sowie dem großen Batteriefasten und einem Kopffernsprecher (Abchnitt 44).

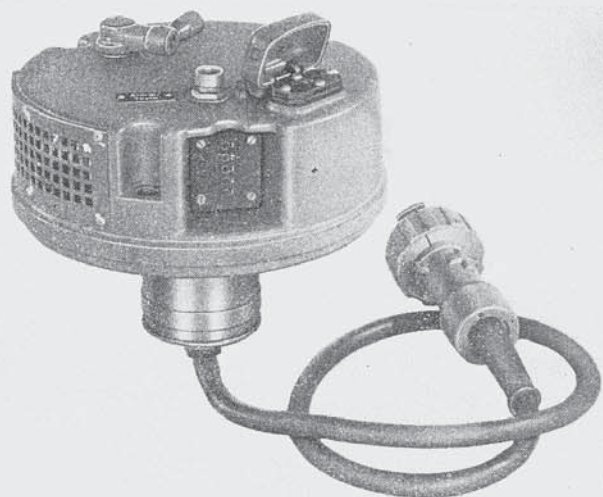


Abb. 146. Festungsfernsprecher R

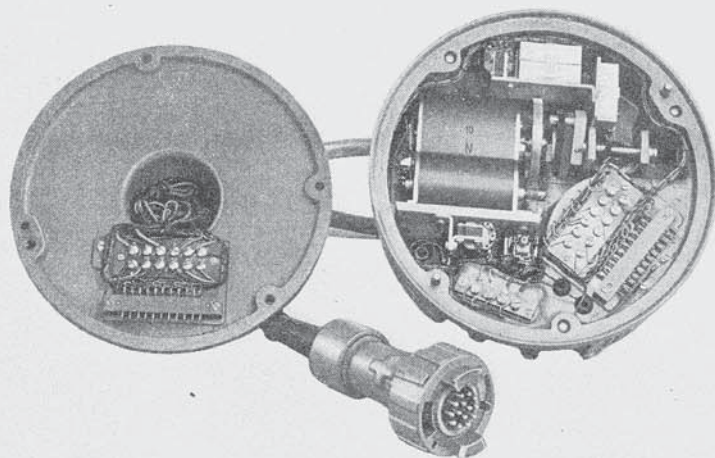


Abb. 147. Festungsfernsprecher R, geöffnet

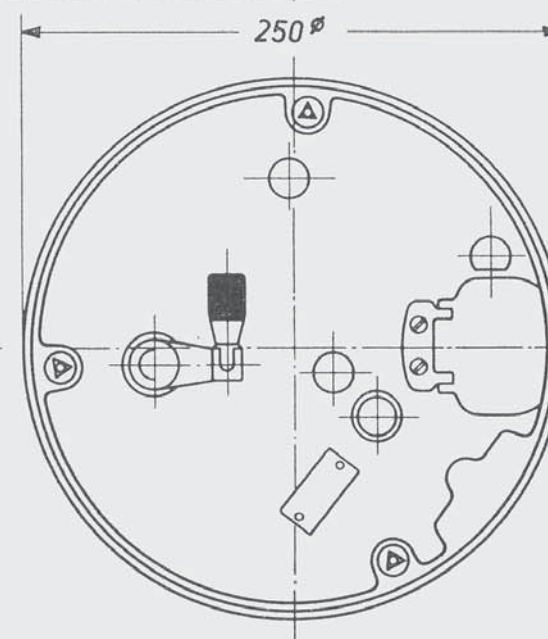
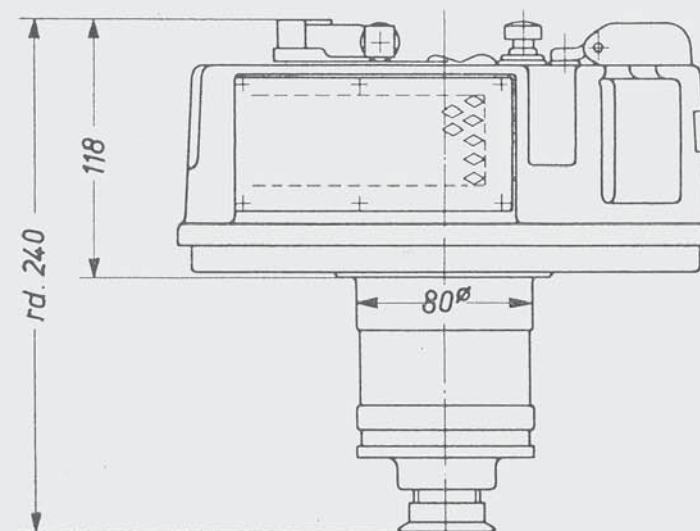


Abb. 148. Festungsfernsprecher R, Maßbild

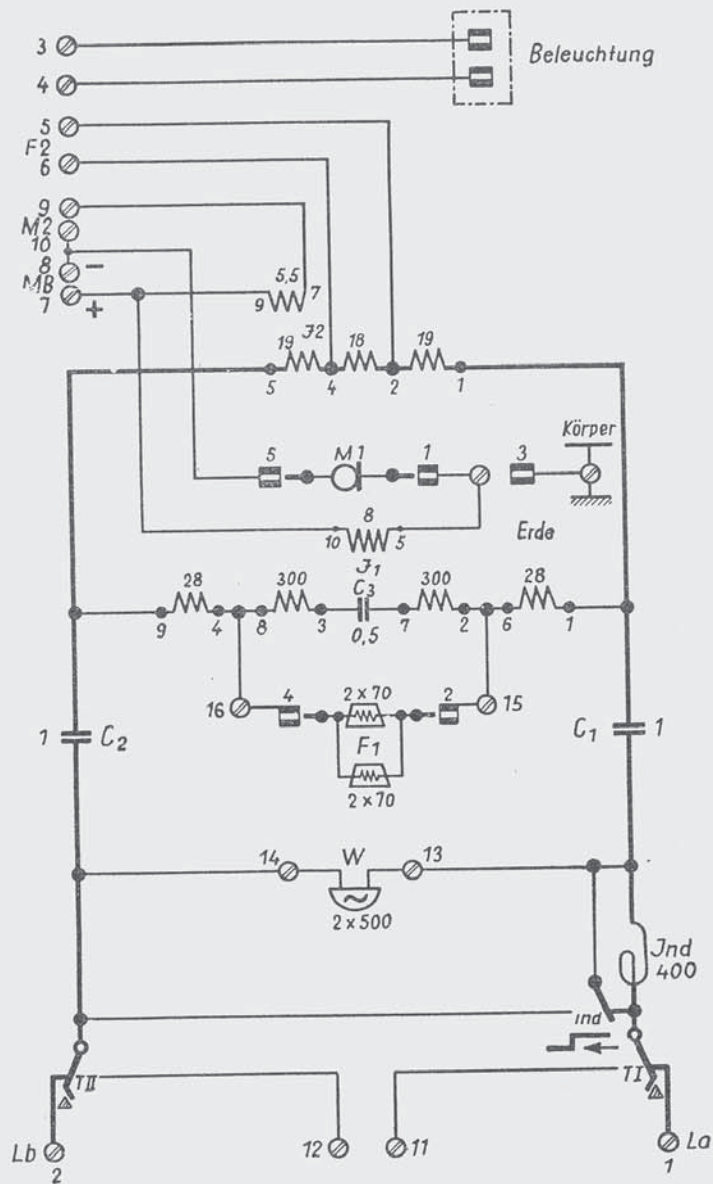


Abb. 149. Festungsfernsprecher R, Stromlaufplan

Der Festungsfernsprecher R ist eine Sonderausführung des normalen Festungsfernsprechers, besitzt jedoch keinen Festungsbandapparat. Zur Speisung des Mikrophons dienen drei Feldelemente (4,5 V). Um vorzeitige Erschöpfung der Batterie zu verhindern, sind die Kopffernsprecher bei Nichtgebrauch stets auszuschalten. Zur Durchführung des Fernsprechbetriebes wird der Kopffernsprecher benutzt, dessen Heeresfünffachstecker in die seitlich am Fernsprechgehäuse angebrachte Stedbuchsenleiste eingeführt wird.

Wie das Schaltbild (Bild 149) zeigt, besitzt der Festungsfernsprecher R wie der Festungsfernsprecher mit Schauzeichen zwei Sprechspulen, um mehrere Kopffernsprecher gleichzeitig betreiben zu können. Der Anschluß des Festungsfernsprechers R erfolgt durch einen Rohrstecker, der ein

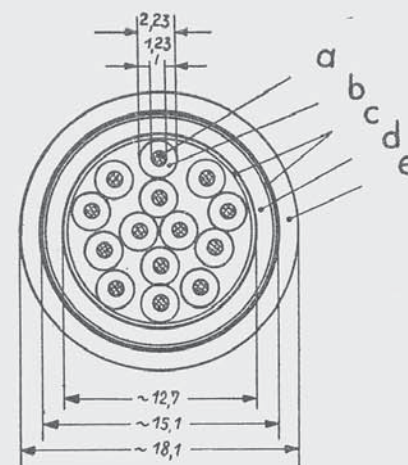


Abb. 150. FLAS-Rabel, Aufbau

- a = verz. Stahl/Gu-Feiter aus 0,20 Ø Dr.
- b = Gummiisolation 0,5 mm dick
- c = 1 Lg. gum. Textilband
- d = Gummiisolation 1,0 mm dick
- e = Gummiisolation 1,5 mm dick

Gummitafel (FLAS-Rabel) mit Renkstecker aufnimmt. Der Renkstecker führt zu einer Sondersteckdose, die als Krümmerrenksteckdose ausgebildet ist.

Der Griff der Induktorkurbel klappt aus Raumersparnisgründen nach dem Gebrauch in die Ruhelage zurück. Durch Drücken einer besonders angebrachten Signaltaste und gleichzeitiges Drehen der Induktorkurbel wird Bereitschaftsalarm gegeben. Eine zweipolige, mit VB bezeichnete Steckdose dient Beleuchtungszwecken, hat also mit dem Fernsprecher nichts zu tun.

Solange das Panzerwerk nicht belegt ist, wird der Festungsfernsprecher R durch eine besondere Schutzkappe vor Feuchtigkeit geschützt.

Das Flas-Kabel ist ein drallfreies Gummikabel, dessen Querschnitt Bild 150 zeigt.

(40) Der Festungsfernsprecher M.

Der Festungsfernsprecher M wird als Sonderfernsprecher verwendet. Er besteht aus dem Fernsprechgehäuse M, dem großen Batteriekasten und dem Kopffernsprecher (Abchnitt 44).

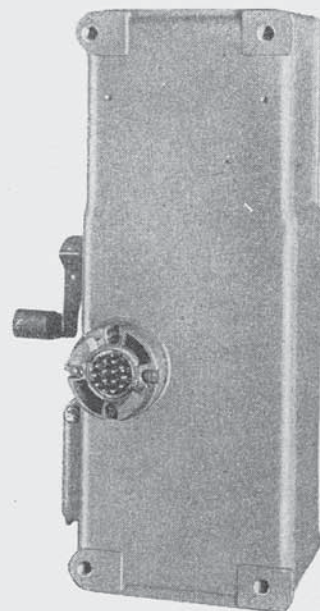
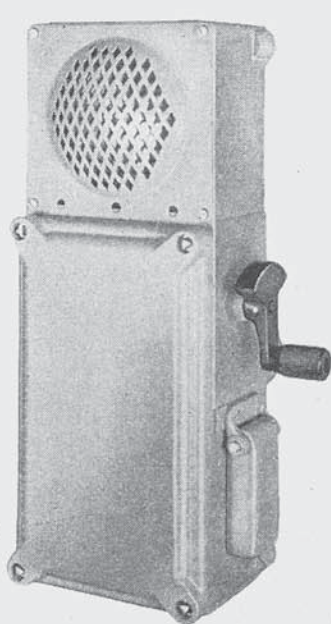


Abb. 151. Festungsfernsprecher M, Vorderseite

Abb. 152. Festungsfernsprecher M, Rückseite

Der Festungsfernsprecher M ist wie der Festungsfernsprecher R eine Sonderausführung des normalen Festungsfernsprechers ohne angebauten Handapparat (Bild 151—154). Der Fernsprechbetrieb erfolgt mit Kopffernsprecher, der in die seitlich angebrachte fünfteilige Stedbuchsenleiste eingeführt wird. Ein klappbarer Deckel schützt die Leiste vor Tropfwasser. An der Rückseite des Gehäuses ist eine Sondersteddose untergebracht zum schnellen Anschluß des beweglichen Gummikabels (Flas-Kabel) (Abchnitt 39). Das Gerät kann damit wie der Festungsfernsprecher R bei Beschädigungen rasch ausgewechselt werden.

Eine zweite Sprechspule J_2 (Bild 155) gestattet die Parallelschaltung mehrerer Kopffernsprecher. Bei Nichtbenutzung werden die Kopffern-

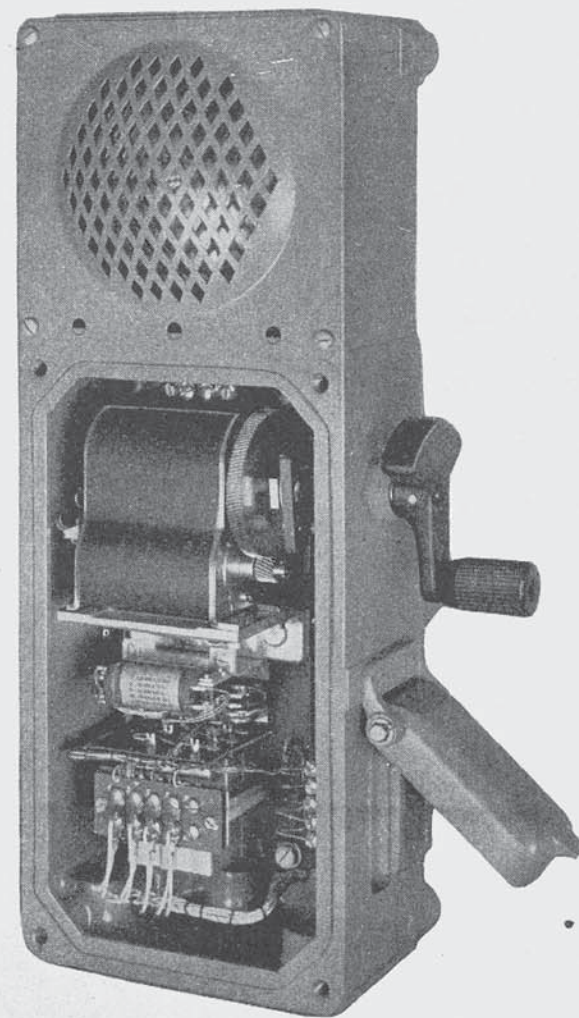


Abb. 153. Festungsfernsprecher M, geöffnet

sprecher ausgeschaltet (Mikrophonhalter nach links drehen) oder die Stecker aus den Anschlußdosen gezogen. Dadurch wird die Mikrophon-Batterie gespart.

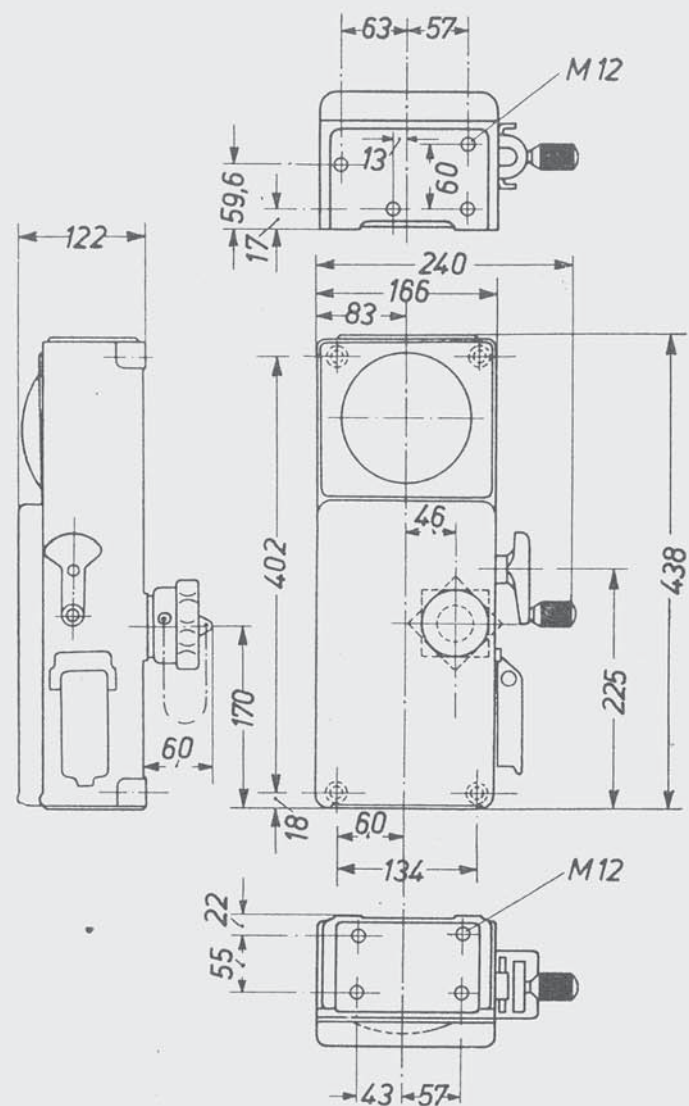


Abb. 154. Festungsfernsprecher M, Maßbild

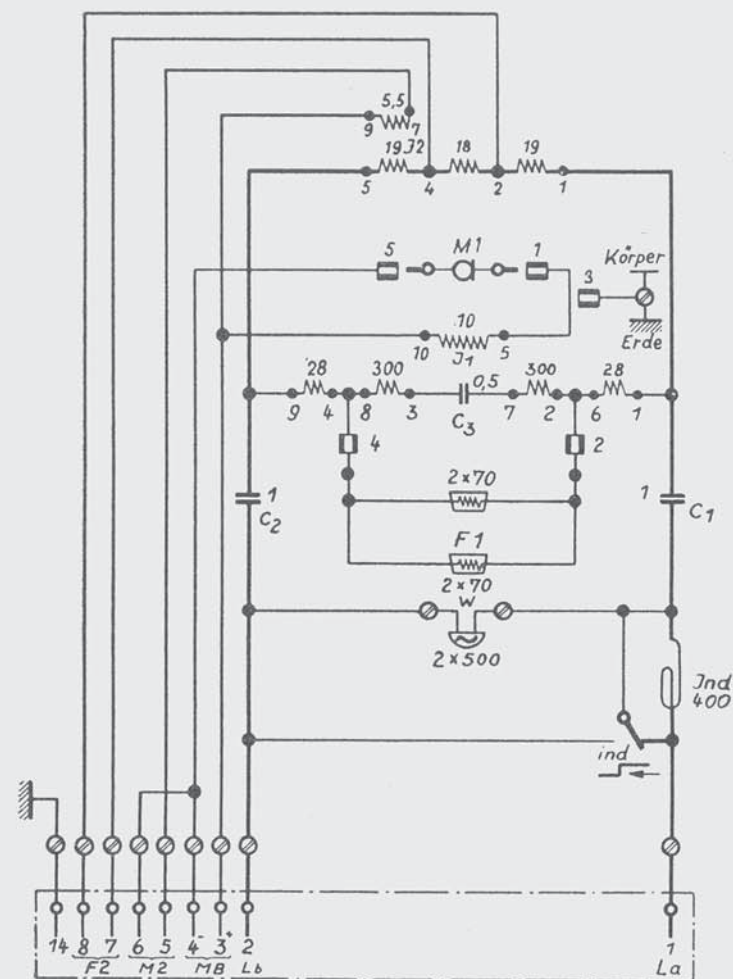


Abb. 155. Festungsfernsprecher M, Stromlaufplan

(41) Der Festungsfernsprecher D.

Der Festungsfernsprecher D wird in allen Fällen eingebaut, wo aus betriebstechnischen Gründen zwei Sprechstellen erforderlich sind, aus Raumgründen aber zwei getrennte Stationen nicht untergebracht werden können.

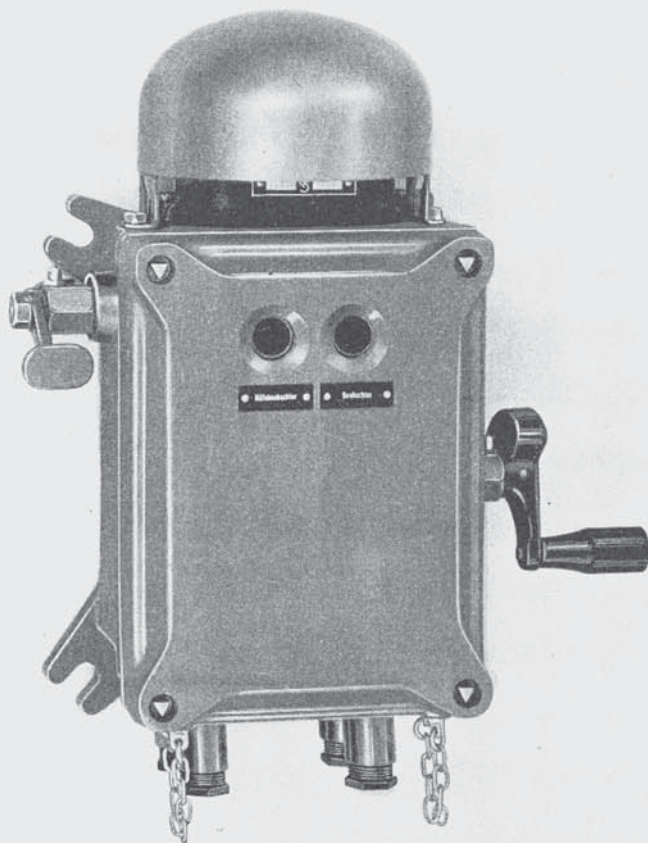


Abb. 156. Festungsfernsprecher D

Er besteht aus dem Fernsprechgehäuse D (doppelt), zwei großen Batteriefächern, zwei Kopffernsprechern, zwei Anschlußdosen für Kopffernsprecher und einem besonderen Wechselstromweder (Abchnitt 57) für das

Sprechsystem II. Ab Baujahr 1939 ist dieser Wechselstromweder an System I angeschlossen.

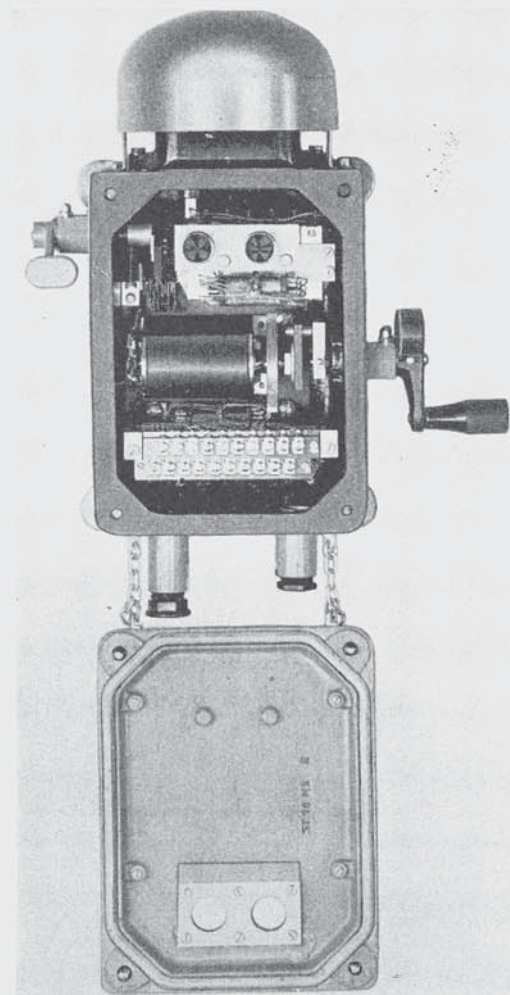


Abb. 157. Festungsfernsprecher D, geöffnet

Der Festungsfernsprecher D wird als Sonderausführung des normalen Festungsfernsprechers gefertigt (Bild 156—158). In dem normalen

Gußgehäuse befinden sich zwei getrennte Sprechsysteme I und II, die auf verschiedenen Anruflappen der Festungsvermittlung enden. Zwei Kopffernsprecher, angeschlossen an zwei Anschlußdosen, gestatten, zwei Gespräche gleichzeitig zu führen. Zwei Schau- bzw. Leuchtzeichen im Gehäusedeckel zeigen an, welches Sprechsystem gerufen wurde. An Stelle des Hafenumschalters ist eine Taste getreten, durch deren Betätigung der Rufinduktor von System I auf II umgeschaltet wird (Bild 159).

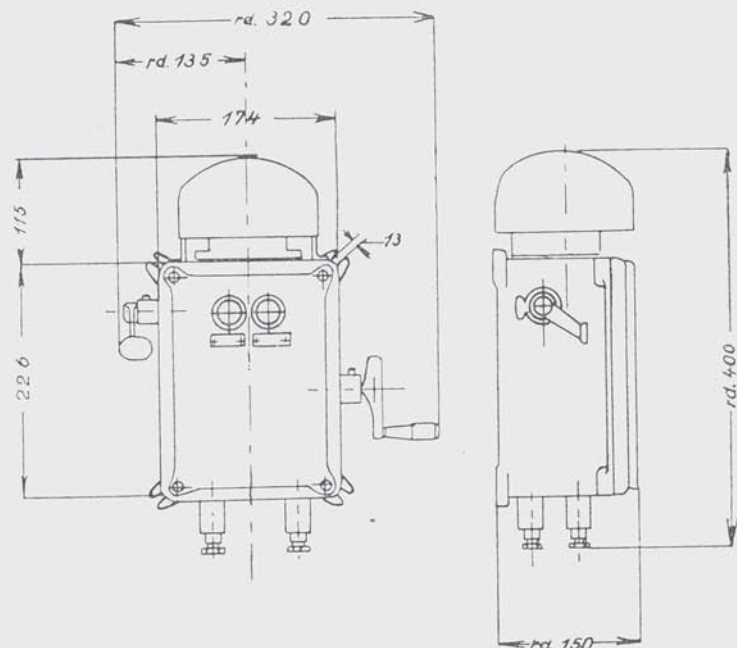


Abb. 158. Festungsfernsprecher D, Maßbild

Die Bedienung der Station entspricht der des normalen Festungsfernsprechers. Lediglich bei Benutzung der Sprechsystems II wird beim Anruf und Schlußruf die Rufaste zugleich mit dem Induktor betätigt. Beim Anruf von der Vermittlung spricht mit dem Wecker gleichzeitig das zugehörige Schauzeichen an. Da eine Rückstellung durch den Hafenumschalter nicht möglich ist, sind diese als Sternschauzeichen bzw. Glühlampen ausgebildet. Nach Beendigung des Sprechbetriebes sind die Stecker der Kopffernsprecher aus den Anschlußdosen zu entfernen, um unnötigen Stromverbrauch zu vermeiden.

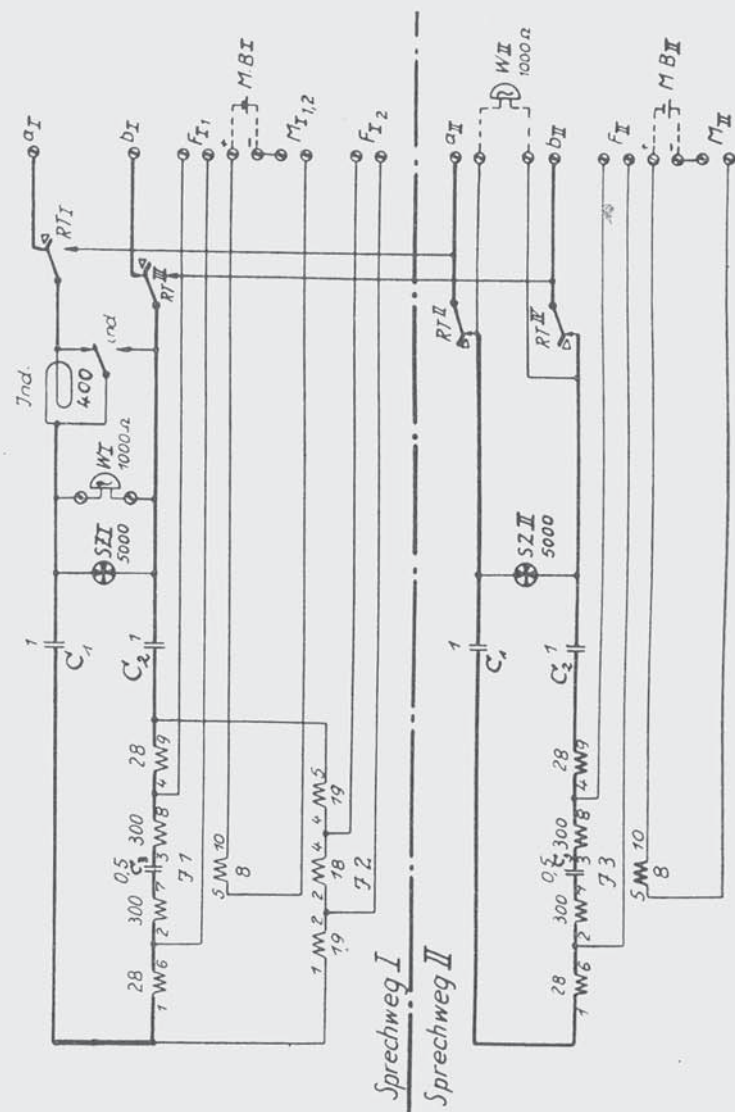


Abb. 159. Festungsfernsprecher D, Stromlauplan

(42) Der Festungsfernsprecher mit E-Zusatz.

Der Festungsfernsprecher mit E-Zusatz wird eingesetzt in kleinen selbständigen Anlagen bis zu sechs Teilnehmer und in Anlagen mit Vermittlungsanschluß bis zu fünf Teilnehmer.

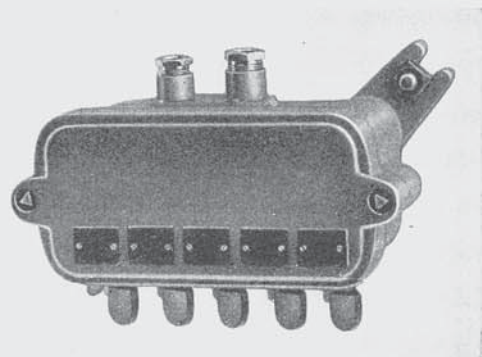


Abb. 160. Zusatzkasten E für Festungsfernsprecher

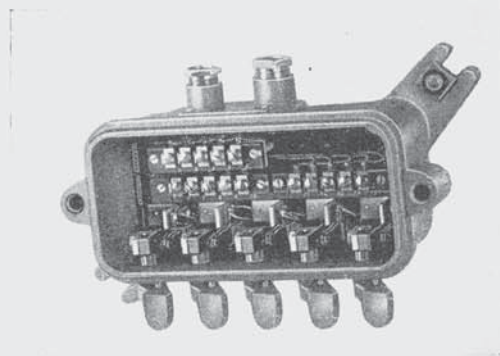


Abb. 161. Zusatzkasten E, geöffnet

Die sogenannte E-(Einzelruf-)Anlage besteht aus Festungsfernsprechern der verschiedenen Ausführungen in besonderer E-Schaltung sowie einem Zusatzkasten E zu jedem Fernsprecher (Bild 160—162).

Die E-Anlage soll es ermöglichen, die genannte Zahl von Fernsprechern, die auf einer Fernsprechleitung parallel liegen, einzeln zu rufen. Dies wird durch fünf Rufstufen des Zusatzkastens E erreicht, welche besondere

Rufleitungen zu den einzelnen Sprechstellen für die Dauer der Betätigung einschalten (Bild 163—164). Zum Rufen muß die der gewünschten Station zugeordnete Taste gedrückt werden, während gleichzeitig der Rufinduktor betätigt wird.

Eine Station ist als Endstelle geschaltet. Bei ihr kommt der Ruf der Vermittlung an. Dieser Teilnehmer fragt ab und gibt notfalls den Ruf an eine andere Station weiter.

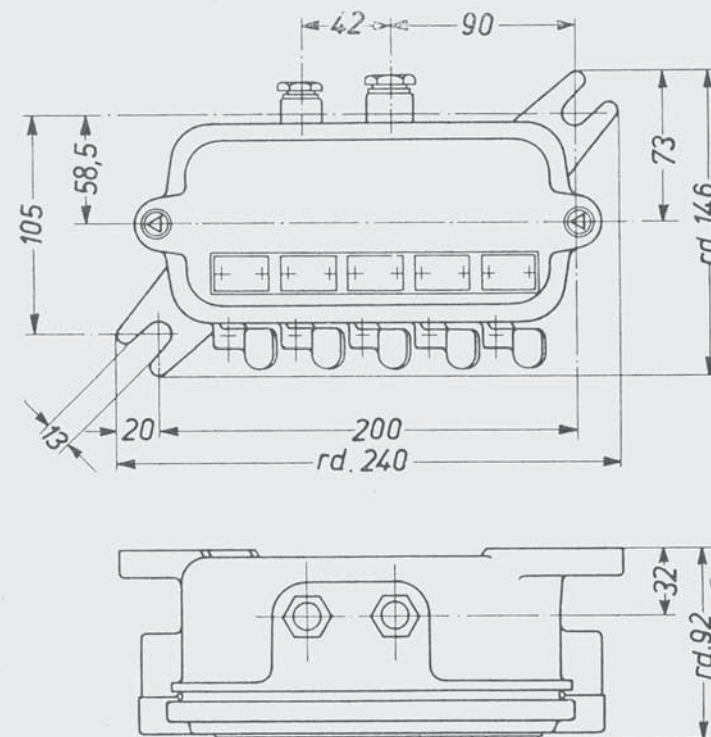


Abb. 162. Zusatzkasten E, Maßbild

Der Zusatzkasten E besteht aus einem Gusskasten mit fünf Hebeln. Auf dem Deckel sind Bezeichnungsschilder vorgesehen, im Innern des Gehäuses befinden sich Federstöße sowie Klemmenleisten zur Befestigung der Kabel. Zwei Kabelstufen nehmen das ankommende Kabel und die Verbindung zum Festungsfernsprecher auf.

Abb. 163. E-Gernsprechanlage, Stromlaufplan

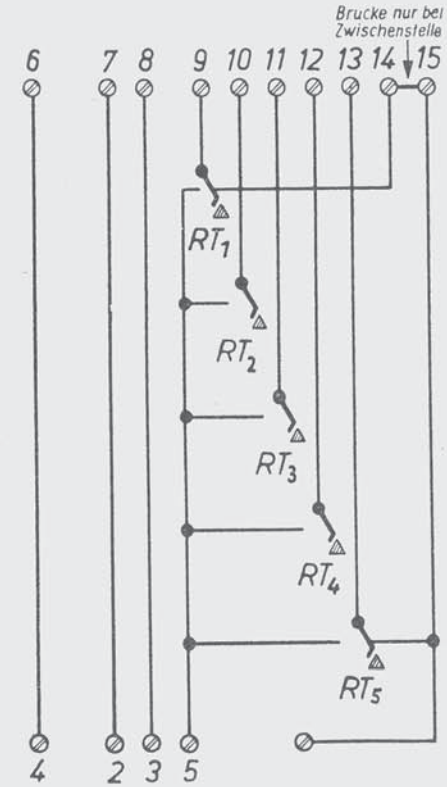
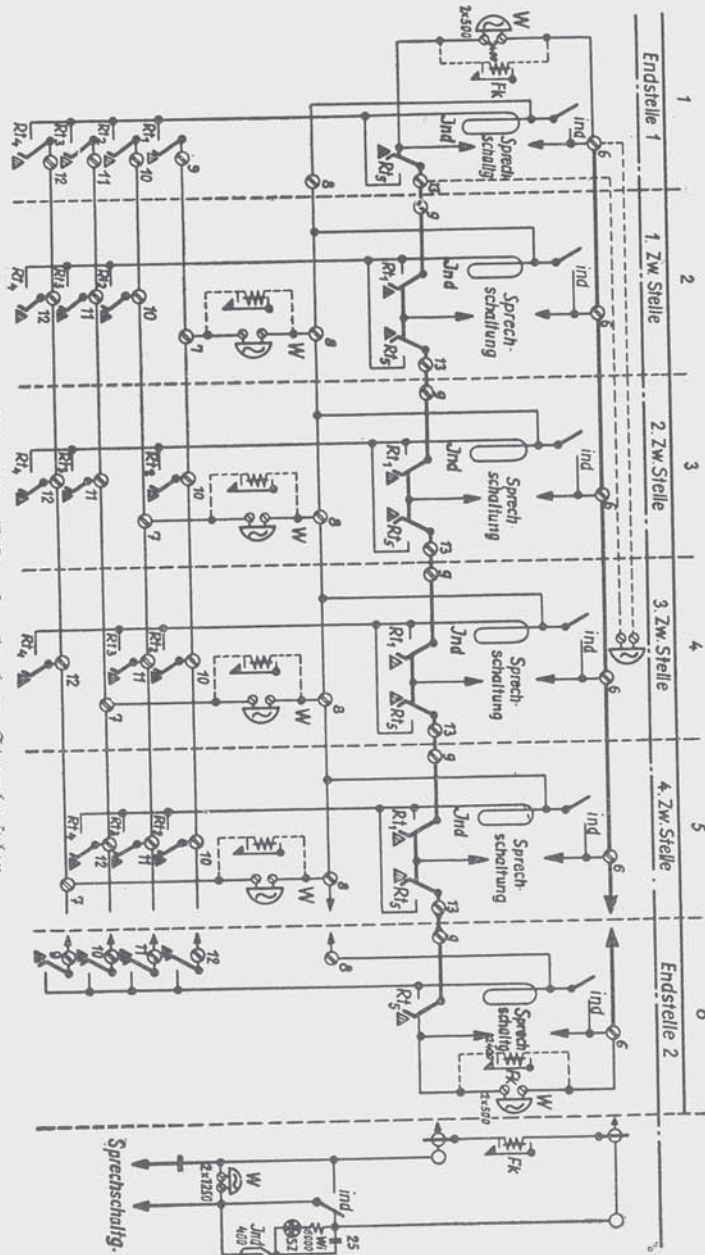


Abb. 164. Zusatzkasten E, Stromlaufplan

(43) Der Festungs-Tischfernsprecher 39.

Der Festungs-Tischfernsprecher 39 wird an Stelle des als Wandfernsprecher ausgebildeten Festungsfernsprechers verwendet. Er soll eine bequemere Benutzung, besonders vom Arbeitstisch aus, ermöglichen. Er wird an die fest eingebaute Innenanschlufdose angeschlossen.

Das Gerät besteht aus dem Gehäuse, der Montagegrundplatte mit elektrischem Einbau, dem Handapparat, der Gummianschlufleitung, der Innenanschlufdose und dem kleinen Batteriekasten.

Der Festungs-Tischfernsprecher 39 besitzt ein schwarzes Pressstoffgehäuse, das nach vorn pultartig abgeschrägt ist (Bild 165—167). Die Abschrägung trägt eine Buchstabier- und eine Schreibtaste. Der Rand der Abschrägung ist hochgezogen und als Auflage für den Handapparat ausgebildet. Die Auflage enthält die Betätigungsbolzen für den Gabel-



Abb. 165. Festungs-Tischfernsprecher 39

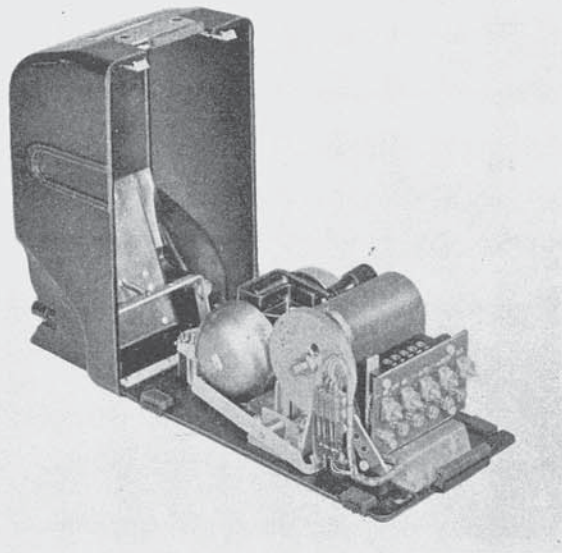


Abb. 166. Festungs-Tischfernsprecher 39, geöffnet

umschaltekontakt. Das Eindringen von Tropfwasser wird durch besondere zylindrische Rappen verhindert.

Auch das Durchführungsloch für die Induktorkurbel auf der rechten Seite der Station ist durch Ablaufanten vor Tropfwasser geschützt. Die Anschlußleitungen werden von hinten durch Gummidurchführungen eingeführt.

Die Montageplatte trägt die elektrischen Einbauteile, die aus folgenden Einzelementen bestehen: Der Sprechspule, dem Wechselstromwider 33 jedoch mit $2 \times 700 \Omega$ Wicklungen in Parallelschaltung, einer Preßstoffhalterung zum Einlagern der Induktorkurbel, dem Kurbelinduktor 33,

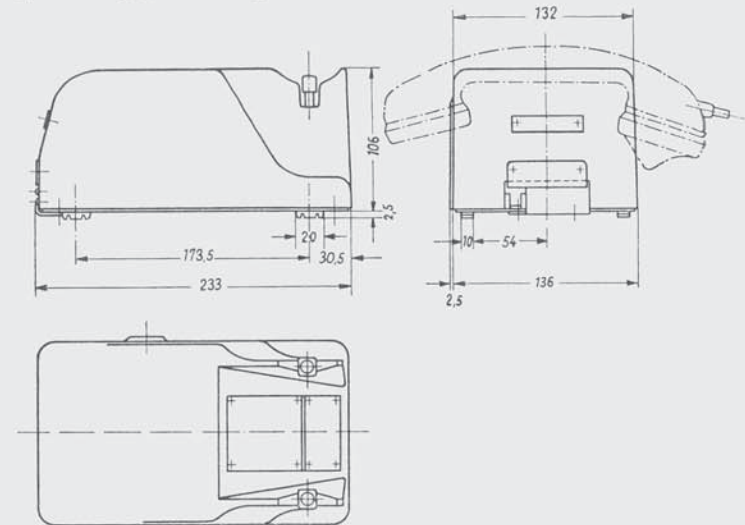


Abb. 167. Festungs-Tischfernsprecher 39, Maßbild

einem Lagerwinkel mit Übertragungshebel zum Umschaltefach, dem Umschaltefedersatz und einem Montagewinkel mit Anschlußklemmenplatte. An dem Montagewinkel sind befestigt: eine fünfteilige Steadbuchsenleiste zu ausfallsweiser Benutzung eines Feldhandapparates 33 bzw. eines Kopffernsprechers, eine zweiteilige Steadbuchsenleiste zum Anschluß eines zweiten Hörers (Festungsfernhörer 39, vgl. Abschnitt 56).

Auf der Anschlußklemmenleiste sind die Rändelklemmen für den Anschluß der Mikrophonbatterie (MB) und die Teilnehmerleitung (L_a und L_b/E), sowie Schraubklemmen für den Anschluß eines zweiten Widerstands (W_2) und des Handapparates (FM) untergebracht.

Die Unterseite der Montageplatte trägt einen Stromlaufplan sowie geriffelte Gummifüße, um den Apparat rutschfest zu machen.

Als Handapparat wurde eine den Postapparaten ähnliche Type verwendet, um die gleiche Bedienung wie beim Festungsfernsprecher und hohe Festigkeit beim Fall auf Beton zu erreichen. Eine Sprechtafel ist daher nicht vorgesehen.

Als austauschbare Teile enthält der Handapparat eine Fernhörmuschel 33 und ein Grünkreuz-Mikrophon (Teile des Feldfernsprechers 33). Eine vieradrige Gummischlauchleitung dient als Anschlußsnur.

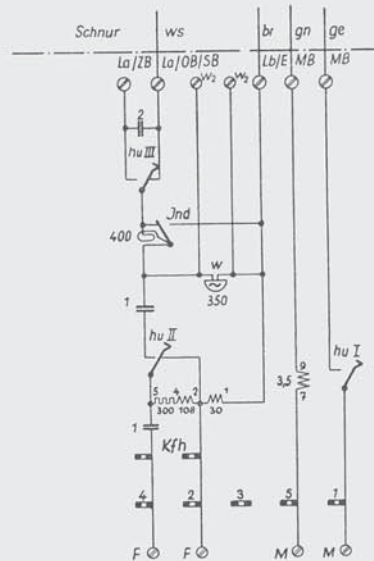


Abb. 168. Festungs-Tischfernsprecher 39, Stromlaufplan

abgeschaltet. Das Gerät ist außerdem zur Abgabe eines Gleichstromschlußzeichens vorbereitet.

Da die Station nur gegen Tropfwasser geschützt ist, muß sie in Friedenszeiten trocken eingelagert werden.

(44) Der Kopffernsprecher.

Der Kopffernsprecher ermöglicht der Bedienung von Vermittlungen sowie Kampfbefehlen, Ferngespräche zu führen, ohne daß die Hände mit benutzt werden. Er ist so durchgebildet, daß auch bei großen Raumgeräuschen einwandfreie Verständigung möglich ist. Der Kopffernsprecher setzt sich aus 2 Fernhörmuscheln, dem Bandgestell, einer Kinnschale mit Mikrofonhaltern und der Zuleitung mit

Sie endet auf der Apparatseite in Metallstiften, die Anschlußseite ist mit Kabelschuhen zum Anschluß an die Schraubklemmen der Innenanschlußdose versehen. Ein Paar dient dabei zum Anschluß der Teilnehmerleitung, während das andere zum Anschluß der 3 Volt-Batterie bestimmt ist. Die Aderpaare tragen Bezeichnungen. An der Gabelung greift eine Metallkette an, die zur Zugentlastung mit einem Haken in den Verschlussbügel der Innenanschlußdose eingehängt wird. Als Anschlußstelle dient eine zweipaarige Innenanschlußdose mit Schnellverschluss (Abchnitt 27). Ein kleiner Batteriekasten nimmt die benötigten zwei Feldelemente auf. Die Sprechschaltung des Festungs-Tischfernsprechers 39 (Bild 168) entspricht der des Feldfernsprechers 33, umgeändert auf 800 Ω Scheinwiderstand. Bei aufgelegtem Handapparat ist auch der Fernhörmuschel

Heeresfünffachstecker zusammen (Bild 169—170). Die beiden Fernhörmuscheln sind mit Gummipolstern versehen, um ein schalldichtes Abschlüssen der Ohren zu erreichen. Dadurch steigt die Verständlichkeit der Sprache bei Raumgeräusch, während gleichzeitig schmerzhafter Druck auf die Ohren bei längerem Tragen des Kopffernsprechers vermieden wird.

Das Bandgestell muß durch Verstellen der verschiedenen Schiebeseinlagen genau an die Kopfform der Bedienungsperson angepaßt werden (Bild 171—182).

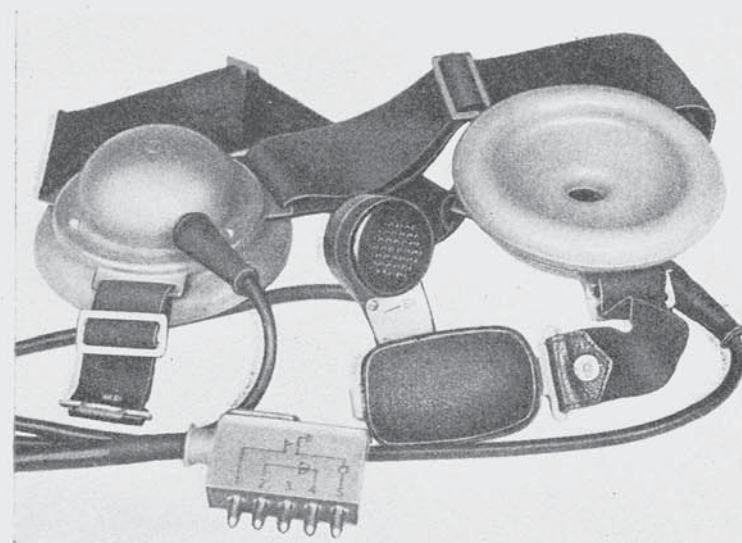


Abb. 169. Kopffernsprecher 35

Das Mikrofon wird von der Kinnschale getragen, die mit verstellbaren Gummibändern an den beiden Fernhörmuscheln befestigt ist. Die Ose des losen Gummibandes wird in dem an der Kinnschale befindlichen Haken eingehängt. Das Mikrofon wird auf den Mikrofonhalter, der auf der Kinnschale befestigt ist, aufgeschraubt. Der Mikrofonhalter ist um eine Achse drehbar gelagert. Zum Sprechen muß das Mikrofon unmittelbar vor den Mund gebracht werden (rechter Anschlag), im abgedrehten Zustand ist das Mikrofon ausgeschaltet.

Die Zuleitung des Kopffernsprechers besteht aus einer Gummischlauchleitung, die an dem freien Ende den Heeresfünffachstecker trägt. Mit diesem kann der Kopffernsprecher unmittelbar an die Festungsfernsprecher

R, M, an die Festungsvermittlungen zu 10, 20, 30 und 100 Leitungen, sowie über Anschlußdosen an den Festungsfernsprecher 38 und D angeschlossen werden. Außerdem kann der Kopffernsprecher an Stelle des Feldhandapparates bei den Feldfernsprechern 33 und 26 bzw. den Feldvermittlungen treten.

Infolge seiner guten Übertragungseigenschaften ist der Kopffernsprecher auch zum Fernbesprechen von Funk- und Lichtsprechern geeignet. Er besitzt einen Gleichstromwiderstand von $70\ \Omega$ und einen Scheinwiderstand von etwa $300\ \Omega$ bei 800 Hz (Bild 173). Die Mikrophon-



Abb. 170. Kopffernsprecher 35, betriebsfertig

Abb. 171. Kopffernsprecher 35, Mikrophon ausgeschaltet

speisung erfolgt aus 3 Feld- bzw. Trockenelementen (4,5 Volt). Bei geringeren Ansprüchen an die Lautstärke genügen auch 1—2 Feldelemente, z. B. beim Anschluß an einen Feldfernsprecher 33.

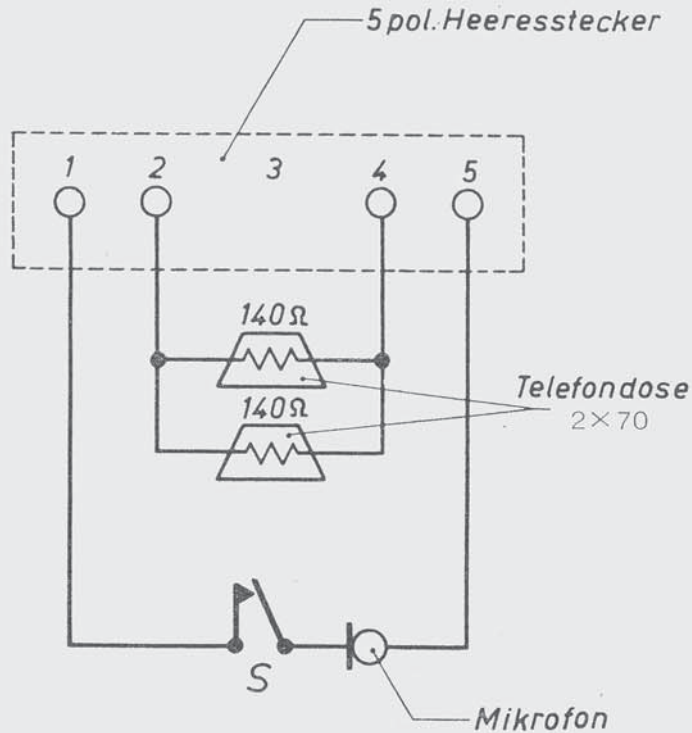
Es wurden 2 äußerlich etwas voneinander abweichende Typen gefertigt: Der Kopffernsprecher 35 und 40. Beim Kopffernsprecher 40 ist an Stelle der dreifach gegabelten Gummischlauchleitung eine einfache getreten; die Verbindung zum Mikrophon wird durch eine zusätzliche Gummischlauchleitung hergestellt. Dadurch werden Störungen im Sprechbetrieb durch Schadhafwerden des empfindlichen Herzstückes der



Abb. 172. Kopffernsprecher 40

Gummischlauchleitung verhindert. Ferner ist die Rinnshale in ihrer Form verändert und den Betriebserfahrungen angepaßt worden.

Ähnliche Gesichtspunkte wie bei der Ausgestaltung der Schließeinsprache des Festungshandapparates waren bei der Entwicklung des Kopffernsprechers maßgebend. Die unmittelbare Stellung des Mikrophons vor



Gleichstromwiderstand an 1 und 5: etwa 150 Ω
an 2 und 4: etwa 70 Ω

Abb. 173. Kopffernsprecher 35 und 40, Stromlaufplan

dem linken Mundwinkel des Sprechers (Abstand etwa 1 cm), verbunden mit einem guten Frequenzgang, machen es besonders geeignet, bei großen Raumgeräuschen (110—115 Phon) Sprechverständigung zu erzielen. 115 Phon treten z. B. in der unmittelbaren Nachbarschaft feuernder Maschinengewehre auf.

Da das Mikrophon durch die Bewegungen des Rinns beim Sprechen leicht erschüttert wird, sind Störungen, wie sie bei feststehenden Rohle-

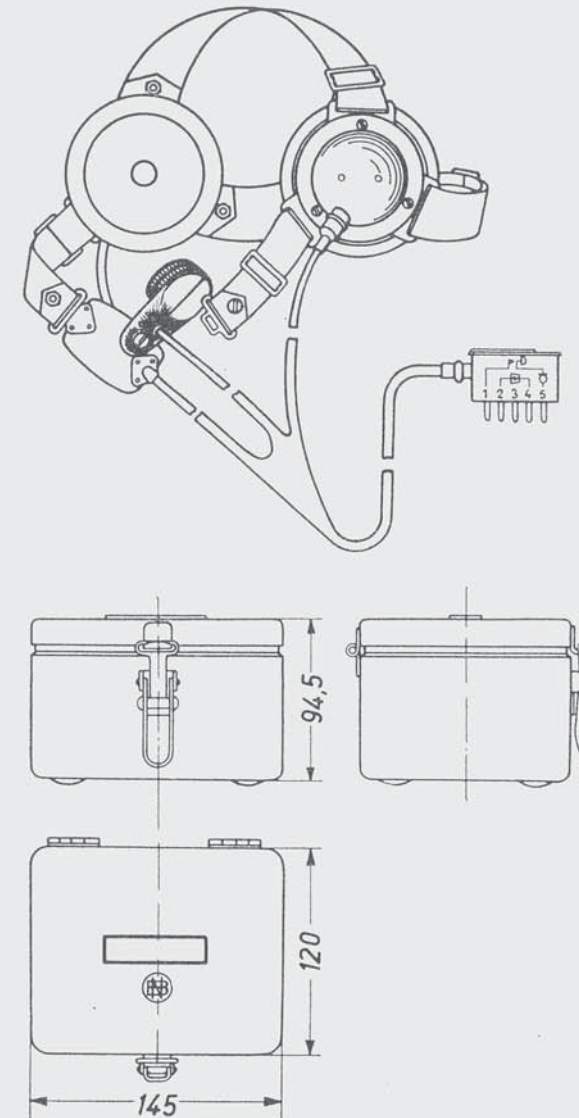


Abb. 174. Kopffernsprecher 35, mit Aufbewahrungskasten, Maßbild

mikrophonen (z. B. Brustmikrophon der DRP.) durch Zusammenbadern des Kohlegrießes eintreten, nicht zu befürchten.

Der Kopffernsprecher wird so aufgesetzt, daß der Mikrophonhalter rechts steht, ein Band über den Kopf führt und ein Band im Nacken sitzt. Die Hörmuscheln müssen das Ohr mit leichtem Druck voll umschließen, auch dürfen weder die Kinnshale noch die Bänder einen lästigen Druck ausüben.

Zum Auswechseln des Mikrophons wird die kleine seitlich an der Mikrophonkapsel angebrachte Madenschraube gelöst und das Mikrophon durch eine kurze Linksdrehung abgeschraubt. Beim Einsetzen des Mikrophons ist darauf zu achten, daß der Dichtungsring eingelegt und das Mikrophon fest aufgeschraubt wird, damit die Dichtung wirksam wird.

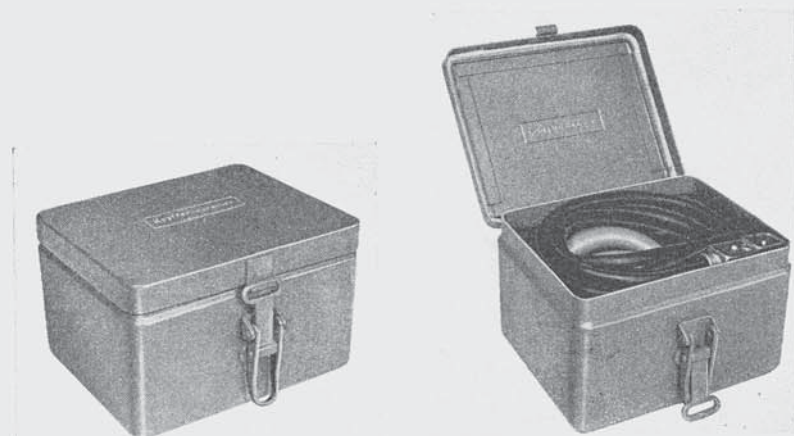


Abb. 175. Aufbewahrungskisten für Kopffernsprecher 35 und 40

Beim Kopffernsprecher 40 fehlt die Madenschraube, da sich die Befestigung durch das an der Mikrophonkapsel befindliche Gewinde als ausreichend erwiesen hat.

Die Aufbewahrung des Kopffernsprechers geschieht in einem dicht verschließbaren Aufbewahrungskasten (Bild 174—175). Es ist zu empfehlen, nach dem Gebrauch den Kopffernsprecher zunächst trocken zu lassen und ihn erst dann wieder in den Aufbewahrungskasten einzulegen. Die Gummischlauchleitung muß dabei sorgfältig gerollt werden, um beim Schließen des Deckels Quetschungen zu vermeiden.

Über Prüfen und Fehlerfuchen am Kopffernsprecher vgl. Abschnitt 109 und Anlage.

(45) Der Linienfernsprecher 39.

Der Linienfernsprecher 39 wird zur Einrichtung von Kurzverbindungen besonders innerhalb von Panzerwerken eingesetzt. Er vereinigt den Vorteil der Sprachrohrverbindungen (keine Batterie) mit den Vorzügen einer neuzeitlichen Fernsprechverbindung.

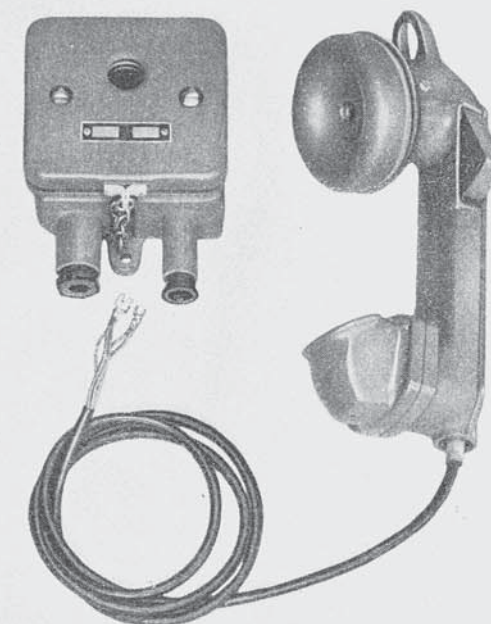


Abb. 176. Linienfernsprecher 39 mit Anschlußbeifasten

Der Linienfernsprecher besteht aus dem Handfernsprecher mit Gummischlauchleitung und dem Anschlußbeifasten (Bild 176—179). Die Sprechverbindung setzt sich in der Regel aus 2 Linienfernsprechern zusammen. Der Handfernsprecher enthält in einem Leichtmetallgehäuse alle Teile, die zu einer Fernsprechverbindung gehören, nämlich das Mikrophon, das Telephon, eine Rufmaschine sowie die erforderlichen Klemmenleisten. Der batterieelose Betrieb wird ermöglicht durch Verwendung von elektromagnetischen Sondersystemen, die in der Lage sind, durch ihre hohe Empfindlichkeit bei Verwendung als Mikrophon so viel Schallenergie in elektrische Energie umzuwandeln, daß zusammen mit dem

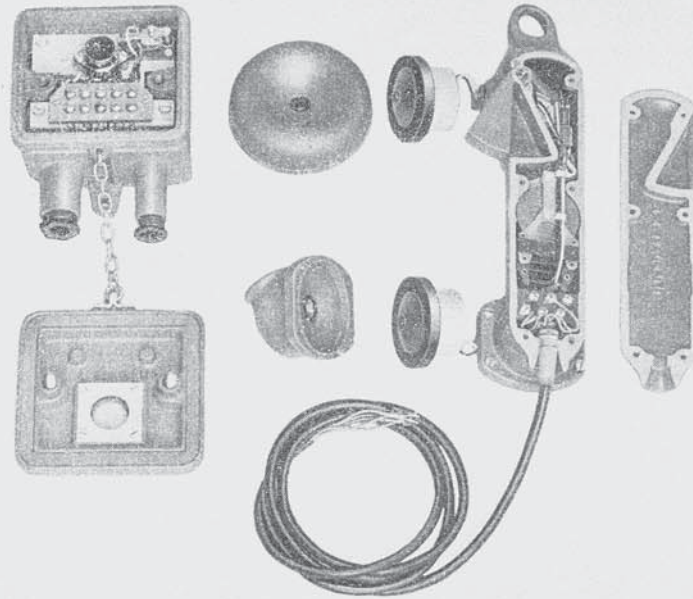


Abb. 177. Linienfernsprecher 39 mit Anschlußbeifasten, Einzelteile

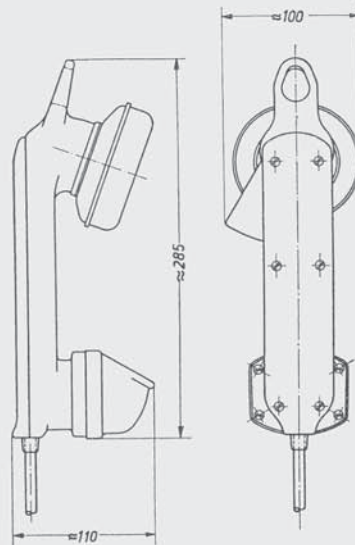


Abb. 178. Handfernsprecher zum Linienfernsprecher 39, Maßbild

gleichen System als Hörer eine lautstarke Fernsprechverbindung entsteht. Im Längsteil des Handfernsprechers befinden sich außen die Aufhängeöse und der Antriebshebel für die Rufeinrichtung, im Inneren der

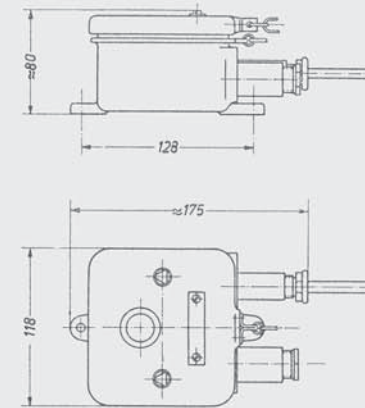


Abb. 179. Anschlußbeifasten zum Linienfernsprecher 39, Maßbild

Kontaktfederzahn für die Umschaltung beim Rufen, der Antriebshebel für die Rufmaschine, die Rufmaschine selbst sowie eine Klemmenplatte für die Heranführung der Gummischlauchleitung. Das Oberteil wird abge-

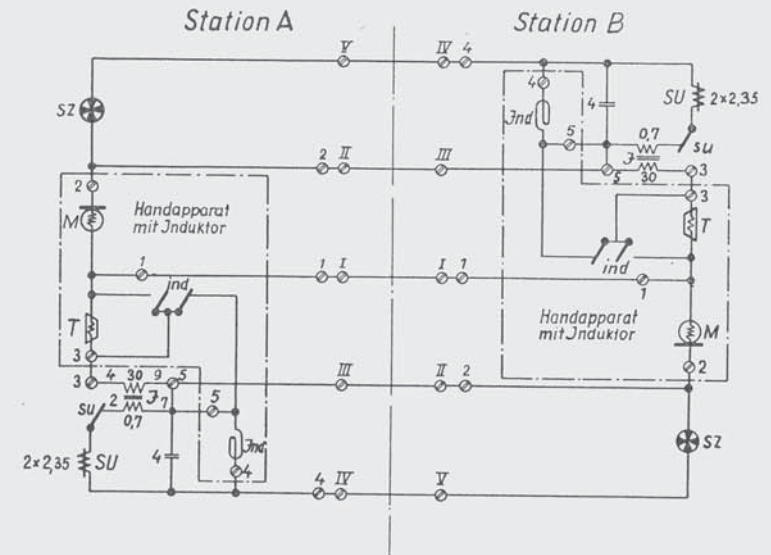


Abb. 180. Linienfernsprecher 39, Stromlaufplan

schlossen durch den Hörer, unten ist hinter einer besonders ausgeformten Einsprache das Mikrophon untergebracht. Die Innenteile sind nach Abschrauben des auf der Rückseite des Handgriffes befindlichen Verschlussdeckels zugänglich. Die bearbeiteten Kanten des Deckels sind zur Erzielung der Abdichtung gefettet.

Der Handfernsprecher wird mit einer fünfadrigen Gummischlauchleitung an den aus Grauguß bestehenden Anschlußbeifasten angeschlossen. In dem Deckel befindet sich ein Schauzeichen, um auch bei Aufhängen mehrerer Fernsprecher im gleichen Raum feststellen zu können, von wo der Ruf erfolgte.

Der Ruf wird durch kräftiges Drücken des Antriebshebels bewirkt. Die kleine Rufmaschine erzeugt Wechselströme von etwa 100 Hz, welche in einem im Anschlußbeifasten sitzenden Summerzerhader tonfrequent (700—800 Hz) moduliert werden. Dieses Frequenzgemisch wird auf das Mikrophon der zweiten Sprechstelle geleitet, wo es einen lautstarken Heulton erzeugt. Wie Bild 180 zeigt, werden zur Verbindung zweier Linienfernsprecher 5 Adern (z. B. Festi-Kabel, 2-paarig, und Bleimantel) benötigt.

Beim Sprechverkehr ist der Trichter der Einsprache möglichst dicht an den Mund zu führen und mit kräftiger Stimme in diesen hineinzusprechen. Ruf und Sprache werden im eigenen Hörer nicht mitgehört. Eine chemische Kraftquelle ist nicht erforderlich.

(46) Der Feldfernsprecher 33.

Der Feldfernsprecher 33 (Bild 181) findet in Festungsnachrichtenanlagen umfangreiche Anwendung. Er wird nicht nur von der Feldtruppe mitgeführt und feldmäßig an das Festungsnetz angeschlossen, sondern auch zum Ersatz zerstörter und beschädigter Festungsfernsprecher eingesetzt. Ferner ist der Feldfernsprecher 33 in den Panzerwerken eingelagert zum Anschluß von Feldwachen, Feldbefestigungen usw. Das zahlreiche, zur Betreuung der Neze eingesetzte Personal führt ihn als tragbare Station zur Prüfung der Leitungen mit sich.

Der Feldfernsprecher 33 besteht aus einem Preßstoffgehäuse mit abnehmbaren Tragriemen, einem Einsatz, enthaltend die elektrischen Einbauteile, einem Feldelement als Stromquelle für das Mikrophon, dem Feldhandapparat, der Induktorkurbel und einer Vermittlungsschnur (Bild 182).

Das Preßstoffgehäuse besitzt Durchbrüche für die Induktorkurbel, für zwei Anschlußklinken und für die Schallöffnungen des Webers. Alle Durchbrüche sind durch bewegliche Bleche verschließbar oder durch feste Bleche verschlossen. Außerdem trägt das Gehäuse einen Schnappverschluss sowie auf dem Deckel eine Buchstabier- und eine Beschriftungstafel. Weichgummipolster an der linken Apparateseite gestatten, Leitungen ohne

Quetschgefahr einzuführen. Der Tragriemen wird rechts und links eingehakt, und zwar so, daß das Lösen des Riemens nur durch Druck an einer bestimmten Stelle der Riemenplatte möglich ist. Feldfernsprecher neuerer

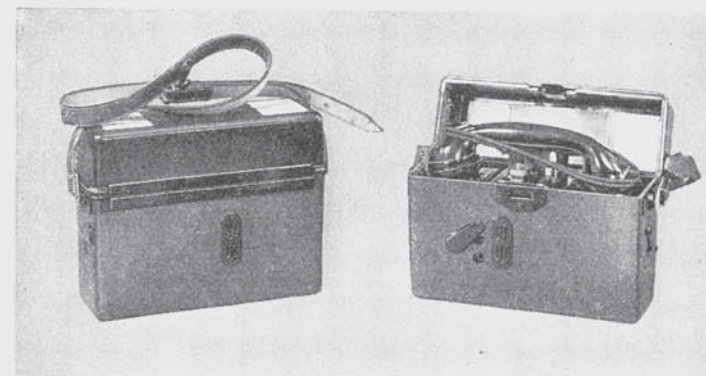


Abb. 181. Feldfernsprecher 33

Fertigung haben auf der Beschriftungstafel einen grünen Strich. Diese Apparate haben eine niederohmige Anpassung der Sprechspule (800 Ω Scheinwiderstand bei 800 Hz), sind also besonders für den Einsatz in Festungsnachrichtennetzen geeignet. Im Inneren des Deckels hält eine

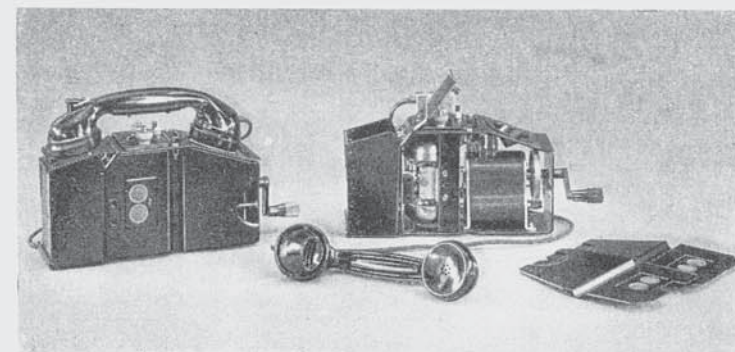


Abb. 182. Feldfernsprecher 33, Einzelteile

breite Blattfeder den Feldhandapparat im Gehäuse fest, ferner sind hier das Schaltbild und der Stromlaufplan untergebracht (Bild 183). Zum Herausnehmen des Apparateinsatzes werden nach dem Entfernen

der Induktorkurbel zwei rot umranderte, unverlierbar angebrachte Schrauben gelöst.

Der Einsatz besteht aus einem Leichtmetallrahmen und zwei seitlichen, mit staubsicheren Schalllöchern versehenen Schutzblechen, die nach Anlegen einer Stahlkammer abnehmbar sind. Der Einsatz trägt den Induktor, den Wechselstromweder, die Sprechspule, zwei Kondensatoren, zwei Anschlußklinken, die Prüftaste und den Klemmensockel. Auf letzterem sind von oben zugänglich die Leitungsklemmen L_a und L_b/E , die fünfteilige Buchsenleiste für den Handapparatstecker und das Buchsenpaar für den Kopffernhörer untergebracht. Vertiefungen neben dem Klemmensockel gestatten, die Induktorkurbel und die Einsprache des Feldhandapparates bequem einzulagern. Das Batteriefach nimmt ein einsehbares Preßstoffgehäuse auf und enthält die Batterieanschlusssklemmen. Da das Batteriefach kleiner als das Apparateghäuse ist, kann in dem Zwischenraum die Vermittlungsschnur aufbewahrt werden.

Der Induktor hat einen breiten Dauermagneten (Ankerwicklung 400 Ω), der zum Schutz gegen Verschmutzung allseitig abgedeckt ist. Er ist als Kurzschlußinduktor (Abschnitt 66) ausgebildet, der den dahinter liegenden Sprechkreis nie abtrennt, so daß auch Fehler am Ruhkontakt der

Induktorkurbel die Verständigung nicht beeinträchtigen können (Bild 178). Der Wechselstromweder (2500 Ω Gleichstromwiderstand) ist sehr empfindlich und ermöglicht zusammen mit dem Induktor annähernd die gleiche Reichweite wie das Sprechsystem. Der Wederanker betätigt zwei Klöppel, die gegen zwei Glockenschalen schlagen.

Die Anschlußklinken liegen parallel zu den Leitungsklemmen L_a und L_b/E und haben keine Trennkontakte. Beim Zusammenschalten mehrerer Feld-

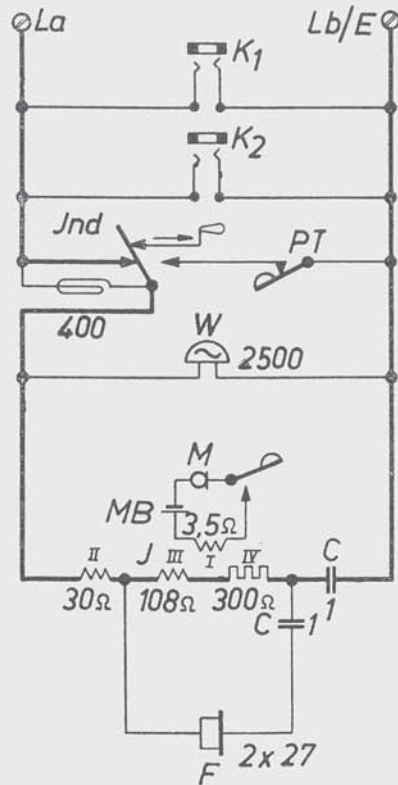


Abb. 183. Feldfernsprecher 33, Stromlaufplan

jersprecher mit der Vermittlungsschnur sind hier also alle Feldfernsprecher angeschaltet. Neben diesen Klinken liegt die Sprechspule und die Prüftaste zum Prüfen des eigenen Induktors und Weders.

Die Sprechspule besitzt vier Windungen und bezüglich der abgehenden Sprechströme eine Dämpfungsschaltung. Diese bewirkt, daß im Fernhörer die eigene Sprache nur schwach zu hören ist. Die Wirkungsweise der Sprechspule ist dabei folgende:

Das Mikrophon verwandelt, wenn es besprochen wird, den im Mikrophonkreis fließenden Gleichstrom (etwa 30 mA) in einen schwankenden (modulierten) Gleichstrom. Die Windung I induziert, wenn sie von dem schwankenden Gleichstrom durchflossen wird, in den Windungen II und III einen reinen Wechselstrom, der dann über den Kondensator C auf die abgehende Leitung fließt. Die Sprechspule ist also praktisch ein Transformator, der aus dem schwankenden Gleichstrom die Wechselstromanteile herauszieht.

Die in der Schaltung liegenden zwei Kondensatoren stellen für die Sprache infolge ihrer Bemessung (1 μ F) keinen Verlust dar, erhöhen aber für die Induktorrufströme (etwa 20 Hz) den Widerstand so weit, daß der ankommende Rufstrom praktisch ganz über den Weder fließen muß.

Der Feldhandapparat ist ebenfalls aus Preßstoff gefertigt und trägt am oberen Ende das Fernhörergehäuse, am unteren Ende die Einsprache mit dem Mikrophongehäuse. Mikrophon und Fernhörer sind als auswechselbare Kapselfn ausgebildet. Die Sprechstaste am Handgriff ist beim Sprechen zu drücken und hat die Aufgabe, nach dem Weglegen des Handapparates den Batteriestromkreis zu unterbrechen. Drei am Sprechstastenrahmen angebrachte Nocken verhindern ein unbeabsichtigtes Drücken der Taste beim Ablegen des Handapparates auf das Preßstoffgehäuse. Die Handapparateschnur ist vieraderig und endet in einem fünfteiligen Stecker. Zum Lauthören ist die Sprechstaste loszulassen.

Bei Inbetriebnahme ist durch die Blasprobe zunächst festzustellen, ob ein brauchbares Element sich im Becher befindet. Der abgehende Ruf wird geprüft durch Drehen der Induktorkurbel, während gleichzeitig die Prüftaste gedrückt und die Klemmen L_a und L_b/E kurzgeschlossen werden. Die Zuleitungsdrähte sowie die Handapparateschnur, im Bedarfsfall noch ein gesteckter Kopfhörer, werden zwischen die Gummistreifen gelegt, worauf der Apparat verschlossen werden kann. Der Teilnehmer wird durch kräftiges Drehen der Induktorkurbel gerufen und der Handapparat in Sprechstellung gebracht unter gleichzeitigem Drücken der Sprechstaste. Die Beendigung des Gesprächs wird durch dreimaliges Abläuten angezeigt. Zum Verpacken des Feldfernsprechers ist lediglich nach Ablegen der Leitung die Induktorkurbel einzulegen, die Vermittlungsschnur in das Sonderfach hinter der Batterie zu stecken und der Feldhandapparat mit Schnur aufzulegen. Der Gehäusedeckel kann dann geschlossen werden.

(47) Die Festungsvermittlung zu 5 Leitungen.

Die Festungsvermittlung zu 5 Leitungen wird in solchen Befestigungsanlagen verwendet, wo eine feuchtigkeitsichere Vermittlung erforderlich ist und nicht mehr als 5 Teilnehmer erfasst werden. Sie setzt sich zusammen aus der eigentlichen Vermittlungseinrichtung, einem Festungsfernsprecher ohne Schauzeichen als Abfrageapparat und einem großen Batteriekasten.

Die Vermittlungseinrichtung ist als schnurloser O.B.-Klappenschrank in wasserdicht abschließbarem Gehäuse ausgebildet (Bild 184—187). Das bei geöffnetem Deckel sichtbare Bedienungsfeld ist mit 5 Anrufklappen, einer Leerklinke für den Mithörstößel, 5 Ruheklippen mit Verbindungsfedern, 5 Abfrageklippen und 2 × 5 Verbindungsklippen ausgerüstet. Die beiden Verbindungsreihen tragen links je eine Schlussschleife. Oben links unterbricht ein Deckelausschalter den Batteriestromkreis des Wenders beim Schließen des Deckels, auf der Unterseite des Bedienungsfeldes sitzen 5 Ersahsticker sowie die Wenderumschaltetasche. Die Außenleitungen können durch vier Kabelstutzen in das Gehäuse eingeführt werden. Im Deckel befindet sich eine Bedienungsanweisung.

Hinter der Bedienungsplatte ist der Gleichstromwender und eine Klemmenleiste untergebracht. Die Wenderumschaltetasche gestattet die Umschaltung zu einem zweiten, in einem anderen Raum liegenden Wender (Abchnitt 57).

Der rechts von der Vermittlung an der Wand befestigte Festungsfernsprecher ohne Schauzeichen ist an die Abfragereihe der Vermittlungseinrichtung angeschlossen. Durch diese Trennung von Sprechereinrichtung und Vermittlungseinrichtung konnte die Vermittlung sehr klein gehalten werden.

Die Arbeitsweise der Vermittlung ist folgende: Die den angeschlossenen Teilnehmern zugeordnete Anrufklappe besitzt eine aus zwei Bronzespiralfedern bestehende parallele Verdrahtung in senkrechter Anordnung (Bild 188). Die Abfrage- und Verbindungsreihen besitzen eine entsprechende Verdrahtung in waagerechter Anordnung. Durch Stecken von

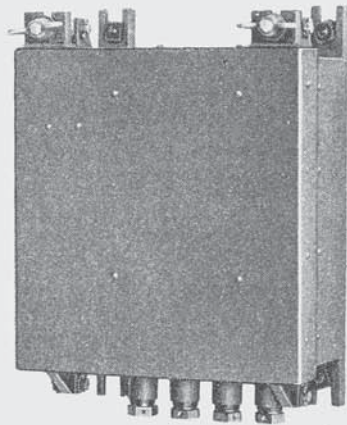


Abb. 184. Festungsvermittlung zu 5 Leitungen

zwei gegeneinander isolierten Stahlstiften werden die zusammengehörenden a- und b-Leitungen verbunden. Werden auf diese Weise zwei Teilnehmerleitungen auf eine Verbindungsreihe gesteckt, so sind sie miteinander verbunden.

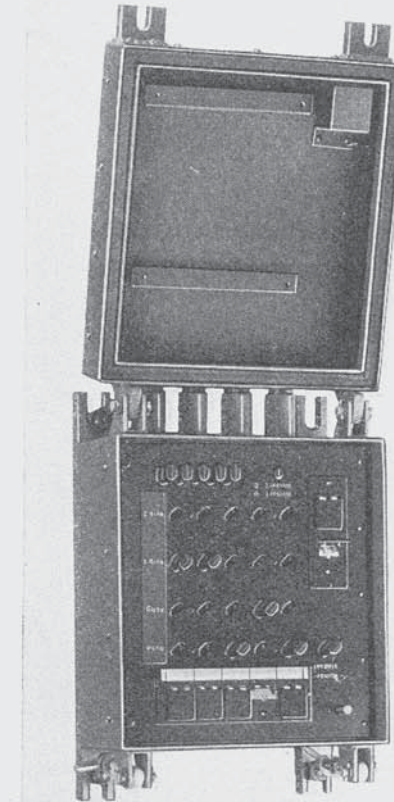


Abb. 185. Festungsvermittlung zu 5 Leitungen, Deckel geöffnet

Dieses Vermittlungsprinzip, das sich in dem Schrank zu 10, 20 und 30 Leitungen wiederholt, hat folgende Vorteile: Da Textilschnüre, Federfäden, Klippen, Relais usw. vermieden sind und im übrigen nur widerstandsfähige Einbauelemente verwendet werden, ist die Vermittlung gegen Feuchtigkeit unempfindlich. Sie trägt rauhe Behandlung von wenig geschultem Personal und kann mit einfachsten Mitteln instandgesetzt werden. Der Vermittlungsperson gibt sie einen klaren Überblick über die vorgenommene Verbindung. Es kann ferner bequem die oft erforderliche Parallelschaltung mehrerer Sprechstellen vorgenommen werden.

Die Bedienung der Vermittlung geht folgendermaßen vor sich: Dreht der Teilnehmer die Induktorkurbel seiner Sprechstelle, so fällt die betreffende Anrufklappe der Vermittlung und der Gleichstromwender ertönt. Die Vermittlungsperson fragt ab, indem sie den Stößel unter der betreffenden Anrufklappe aus der Ruheklinke in die Abfrageklinke steckt. Die Anrufklappe wird zurückgestellt,

der Stößel in die Verbindungsklinke einer freien Verbindungsreihe gesteckt. Der gewünschte Teilnehmer wird gerufen, indem der Stößel aus der Ruheklinke des gewünschten Teilnehmers in die Abfrageklinke gesteckt und der Kurbelinduktor des Festungsfernsprechers gedreht wird. Darauf wird der Stößel in die Verbindungsklinke derselben Verbindungsreihe

gesteckt. Bei Gesprächsschluß fällt durch Abkurbeln die Schlußklappe der betreffenden Verbindungsreihe, und der Gleichstromwecker ertönt. Die

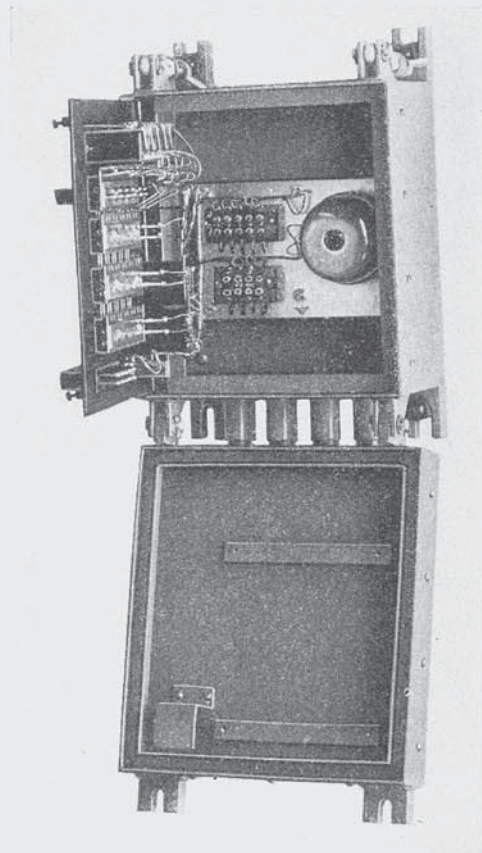


Abb. 186. Festungsvermittlung zu 5 Leitungen, Deckel und Bedienungsplatte geöffnet

Bedienungsperson tritt in die Verbindung ein und fragt: „Wird noch gesprochen?“ Dann werden beide Stecker in die Ruheklanke zurückgesteckt und die Schlußklappe zurückgestellt.

Zum Mithören wird der Mithörstöpsel aus der Leerklanke in die Abfrageklanke eines der beiden vermittelten Teilnehmer gesteckt.

Ein Sammel- oder Rundgespräch wird auf folgende Weise hergestellt: Die Befehlsstelle meldet das Rundgespräch an. Die verlangten Teilnehmer werden einzeln gerufen und aufgefordert, am Apparat zu bleiben. Dann wird aus der Abfragereihe in eine freie Verbindungsreihe umgesteckt. So wird fortgefahren, bis alle Teilnehmer gerufen

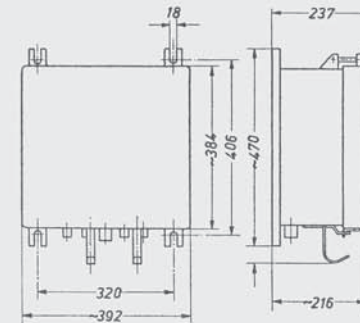


Abb. 187. Festungsvermittlung zu 5 Leitungen, Maßbild

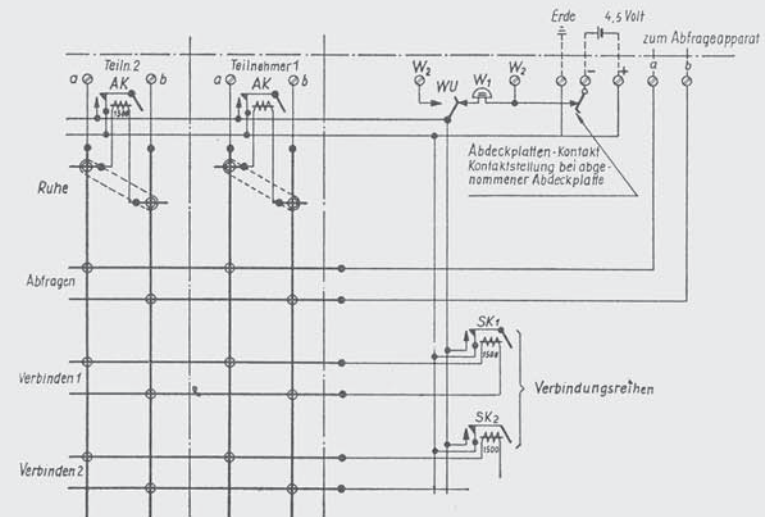


Abb. 188. Festungsvermittlung zu 5 Leitungen, Stromlaufplan

sind. Dann ruft die Vermittlungsperson die Befehlsstelle wieder an und steckt den zugehörigen Stöpsel ebenfalls auf die gleiche Verbindungsreihe. Das Rundgespräch ist nach Möglichkeit zu überwachen. Nach Gesprächsschluß sind alle Stöpsel in die Ruheklanke zurückzustechen. Um sicherzustellen, daß vom Teilnehmer aus stets eine Anrufmöglichkeit

besteht, dürfen die Stecker in der Vermittlung nur in senkrechter Reihe umgesteckt werden. Steckt der Stöpsel in der Ruheklanke, so fällt durch den Rufstrom die Anrufklappe, und der Gleichstromweder läutet. Steckt der Stecker bereits in der Abfrageklappe, so ertönt beim Anruf der Wechselstromweder des Festungsfernsprechers, während die Schlußklappe fällt, wenn der Stöpsel in der Verbindungsreihe steckt. In einer senkrechten Reihe ohne Stecker kommt kein Ruf mehr an. Betr. Einbau der Vermittlung vgl. Abschnitt 105.

(48) Die Festungsvermittlung zu 10 Leitungen.

Die Festungsvermittlung zu 10 Leitungen ist eine feuchtigkeitsunempfindliche, schnurlose Stedervermittlung zum Einbau in Festungen. Sie besteht aus der Vermittlungseinrichtung und dem großen Batteriekasten. Im Gegensatz zur fünfteiligen Vermittlung ist die Sprech-einrichtung bis auf den Festungshandapparat im Schrank untergebracht (Bild 189—192).

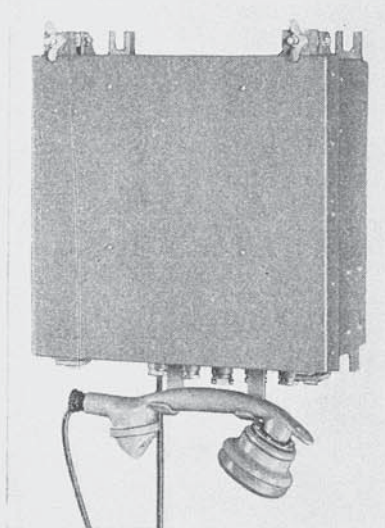


Abb. 189. Festungsvermittlung zu 10 Leitungen

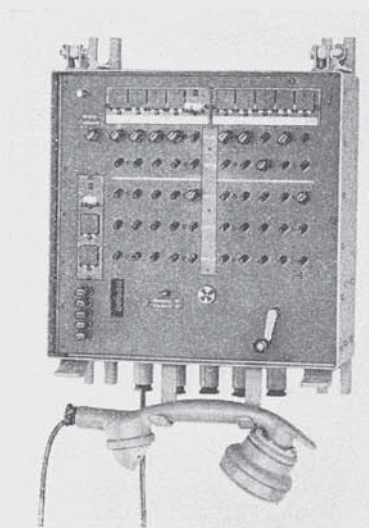


Abb. 190. Festungsvermittlung zu 10 Leitungen, Deckel entfernt

Das Bedienungs-feld enthält 10 Anrufklappen, eine Leerklanke für den Mithörstöpsel, 10 Ruheklanken mit Verbindungssteckern, 10 Abfrageklanken und 3×10 Verbindungs-klinken mit je einer linksitzenden Schlußklappe. Oben links ist ein Deckelausschalter angebracht, unten befindet sich eine fünfteilige Stedbuchsenleiste, eine Wederumschaltetafte, ein

Sternschauzeichen zum Prüfen des abgehenden Rufstromes und die Induktorkurbel.

Als Abfrageapparat dient ein Festungshandapparat, der durch eine vieraderige Gummischlauchleitung an die Vermittlung fest angeschlossen ist und auf zwei Bänderisenhaltern, die unten am Gehäuse befestigt sind, aufgelegt wird. Einen Hakenumschalter besitzt die zehnteilige Festungsvermittlung nicht. Der Mikrophonstromkreis wird beim Stöpseln des Steders in die Abfrageklinken geschlossen (Kontakt U_1 im Bild 193). Es

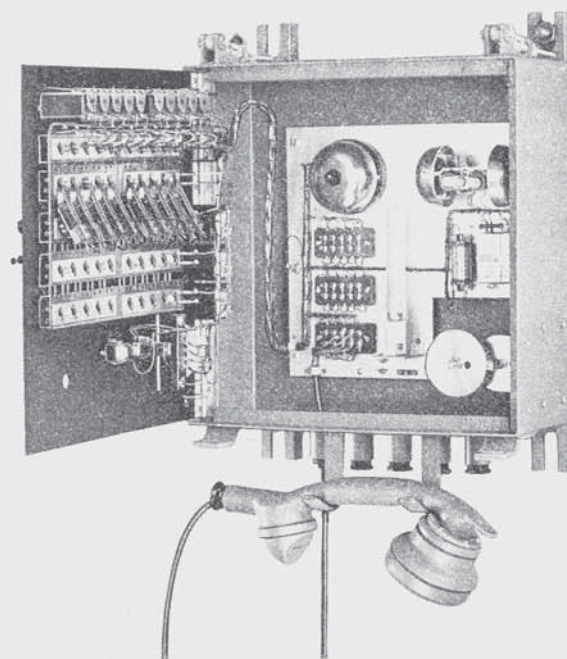
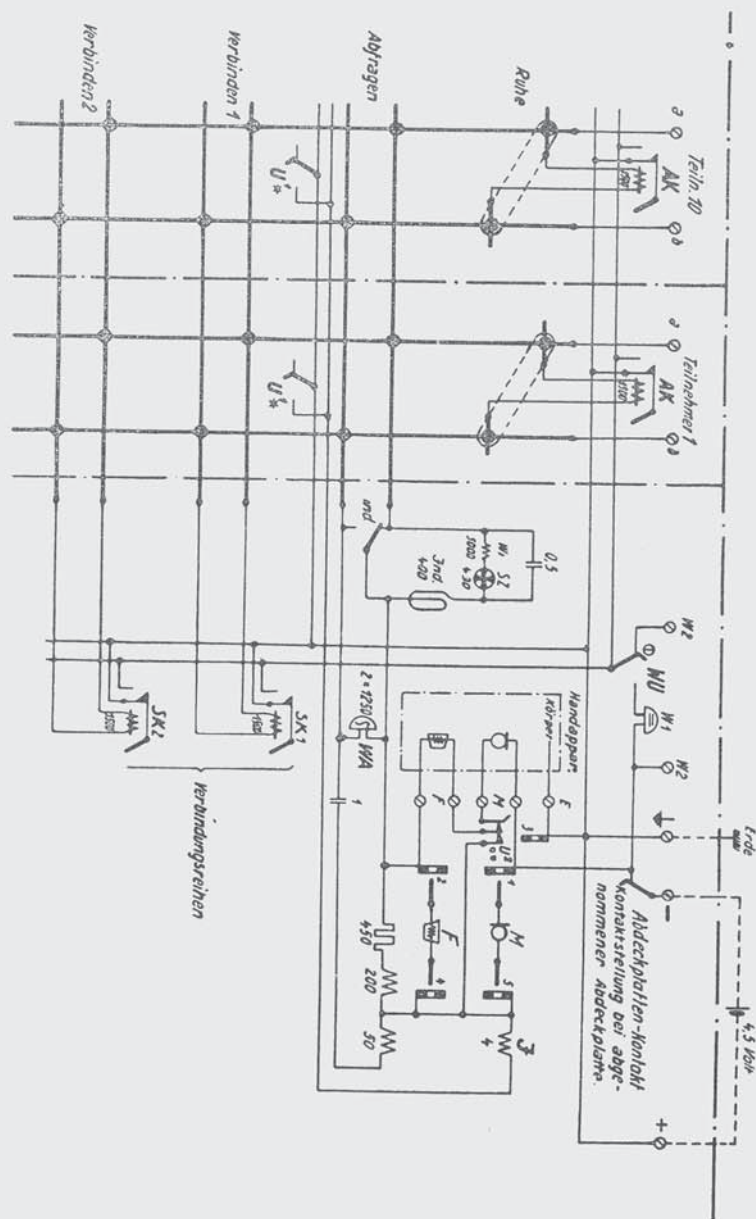


Abb. 191. Festungsvermittlung zu 10 Leitungen, Deckel entfernt und Bedienungsplatte geöffnet

ist daher zu vermeiden, den Mithörstöpsel bei offener Vermittlung unnötig in der Abfragereihe stecken zu lassen. Die Außenleitungen werden durch fünf Kabelstutzen in das Gehäuse eingeführt.

Hinter dem Bedienungs-feld im Gehäuse sind untergebracht: ein Gleichstromweder, ein Wechselstromweder, eine Sprechspule, ein Kondensator zu $1 \mu F$, drei Anschlußklemmenleisten, eine Heizlampe, ein Kurbel-induktor 33. Bei geschlossenem Deckel ist der Mikrophon- und Weder-

Abb. 193. Festungsvermittlung zu 10 Leitungen, Stromlaufplan



Stromkreis durch den Deckumschalter unterbrochen. Die fünfteilige Steckbuchenleiste dient zum Anschluß eines Kopffernsprechers. Der Mikrophonkreis des Handapparates wird beim Stöpseln des Kopffernsprechers unterbrochen (Schalter U_2 im Bild 193). Die Wederumschaltaste gestattet die Umschaltung auf einen zweiten, in einem anderen Raum liegenden Weder (Abchnitt 57).

Die Elemente für die Speisung von Mikrophon und Gleichstromweder (4,5 V) werden in einem großen Batteriefasten untergebracht.

Zum Schutze der Vermittlung vor Feuchtigkeit in offenem Zustand ist eine Kohlefadenlampe mit einer Leistung von 25 Watt im Inneren der Vermittlung untergebracht.

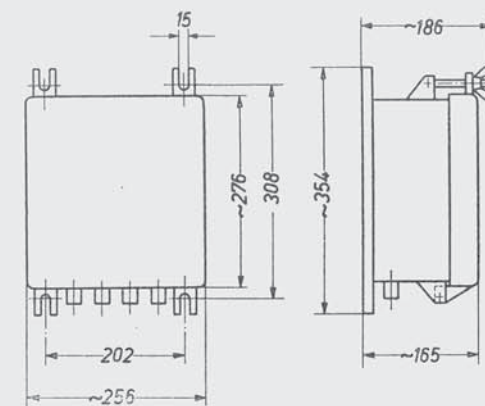


Abb. 192. Festungsvermittlung zu 10 Leitungen, Maßbild

Die Bedienung der Vermittlung entspricht den in Abschnitt 47 aufgeführten Richtlinien. Über Einbau sowie Prüfen und Fehlersuchen vgl. Abschnitt 105 und 109, sowie Anlage.

(49) Die Festungsvermittlung zu 20 und 30 Leitungen.

Die Festungsvermittlungen zu 20 und 30 Leitungen sind, wie die bereits geschilderten Vermittlungen zu 5 und 10 Leitungen, feuchtigkeitsunempfindliche schnurlose Stedervermittlungen zum Einbau in Festungen.

Sie bestehen aus der Vermittlungseinrichtung und zwei großen Batteriefasten. Das Bedienungsfeld ist ausgerüstet wie das der kleinen Vermittlungen, jedoch besitzt die 20-teilige Vermittlung (Bild 194—197) 8 Verbindungsreihen und die 30-teilige 12 Vermittlungsreihen (Bild

198—201). Abweichend von der Vermittlung zu 10 Leitungen nimmt die fünfteilige Stedbuchsenleiste wahlweise den Festungshandapparat oder einen Kopffernsprecher auf. Ein Hakenumschalter dient der Unterbrechung des Mikrophonstromes, ein fester Haken zum Ablegen des nicht gestöpfelten Sprechapparates. Bei Verwendung eines Kopffernsprechers als Abfrageeinrichtung wird der Festungshandapparat auf den festen Haken umgehängt, da sonst das Mikrophon keine Speisung erhält. Der

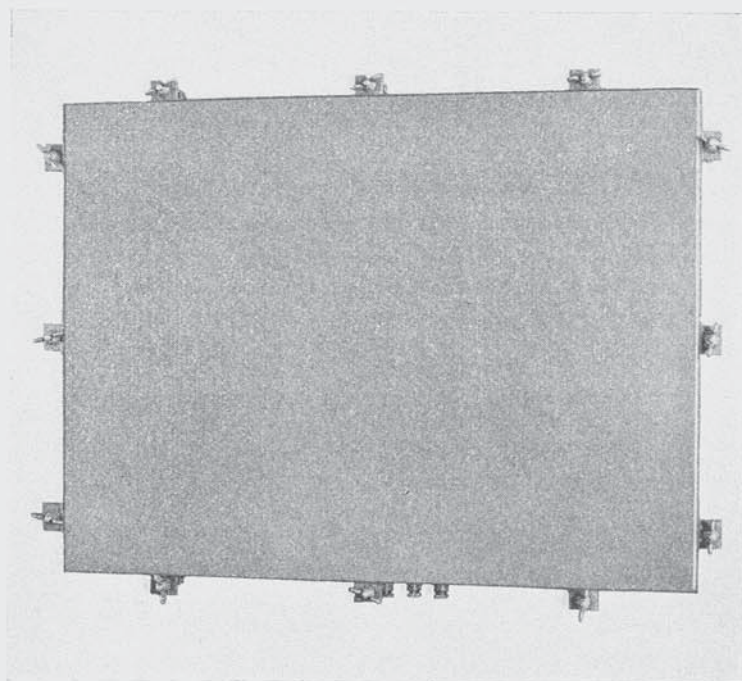


Abb. 194. Festungsvermittlung zu 20 Leitungen

Raum links neben dem Bedienungsfeld enthält außerdem Erfahsticker und Abdeckschienen. Diese sollen die Möglichkeit geben, für längere Zeit geschaltete Sammelverbindungen vor unbeabsichtigtem Trennen zu schützen. Die Schienen werden dazu an besonderen Stiften über die ganze Verbindungsreihe gehängt. Während die kurzen Abdeckschienen die Schlußklappe zur Schlußzeichengabe freilassen, bedecken die langen Schienen die ganze Verbindungsreihe.

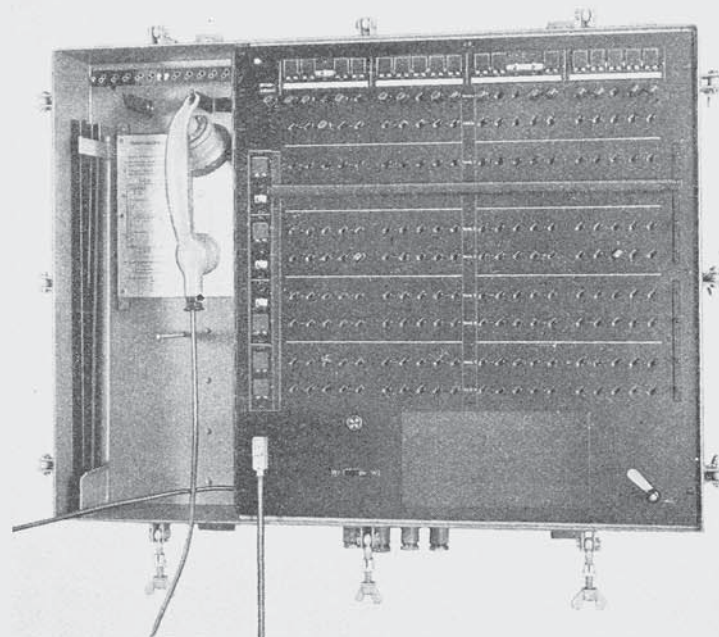


Abb. 195. Festungsvermittlung zu 20 Leitungen, Deckel entfernt

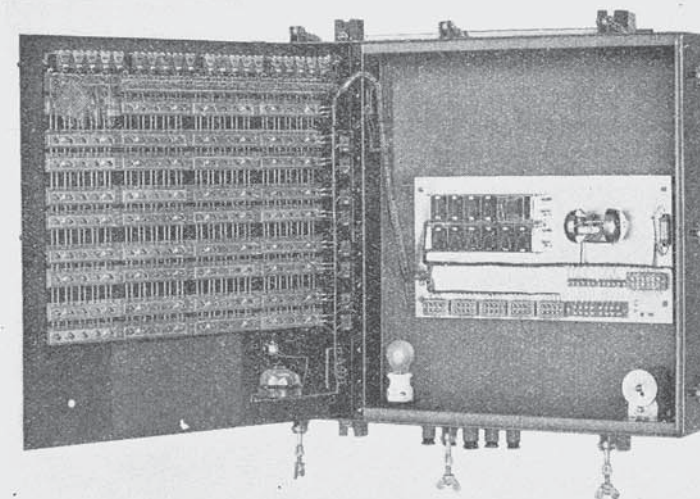


Abb. 196. Festungsvermittlung zu 20 Leitungen, Deckel entfernt und Bedienungsplatte geöffnet

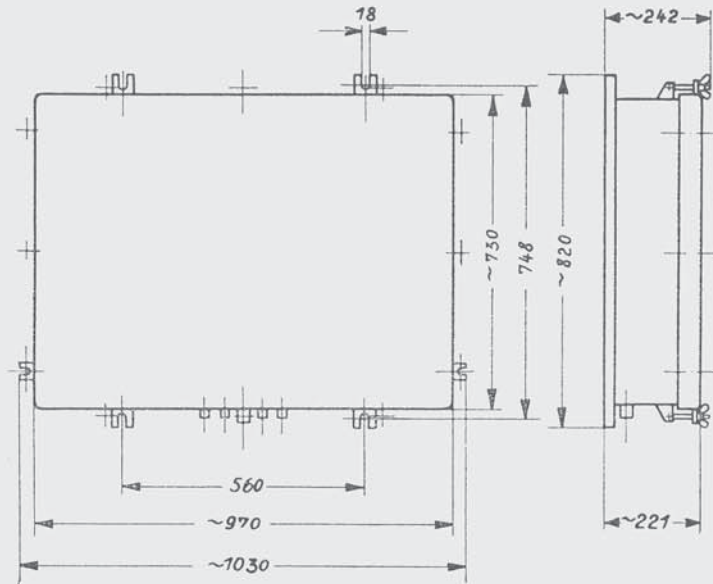


Abb. 197. Festungsvermittlung zu 20 Leitungen, Maßbild

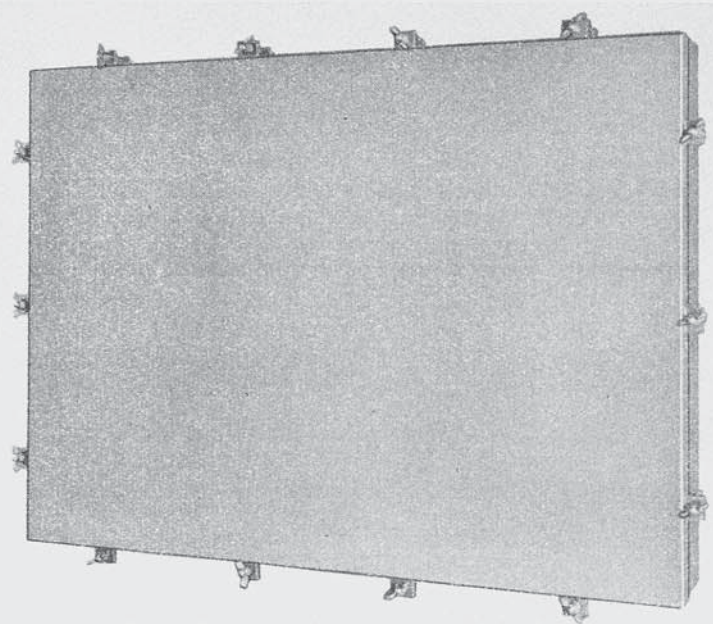


Abb. 198. Festungsvermittlung zu 30 Leitungen

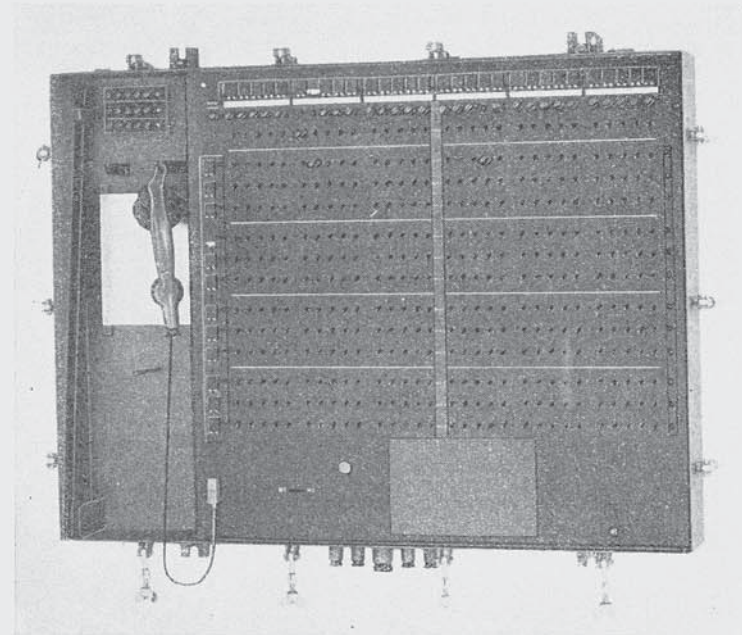


Abb. 199. Festungsvermittlung zu 30 Leitungen, Deckel entfernt

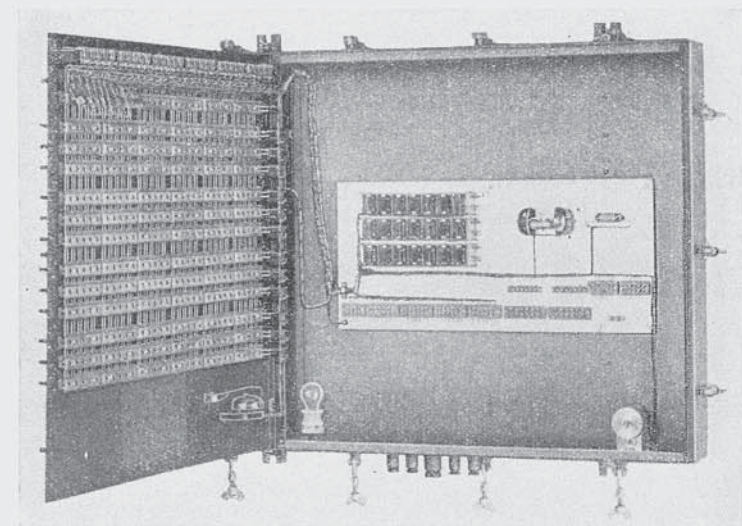


Abb. 200. Festungsvermittlung zu 30 Leitungen, Deckel entfernt und Bedienungsplatte geöffnet

Die Anschlußleitungen werden in fünf Kabelstufen in das Innere wasserdicht eingeführt. Auch die sonstigen Einbauteile entsprechen denen der Vermittlung zu 10 Leitungen (Abschnitt 49). Über die Bedeutung der in den letzten 5 bzw. 10 Anschlüssen eingebauten Kondensatoren vgl. Abschnitt 105. Die Vermittlung, die, wie alle Feld- und Festungsvermittlungen, eine O.B.-Vermittlung ist, kann auf der Vermittlungsplatte einen Amtszufuß zur Vermittlung bis zu 4 Z.B.-Teilnehmern erhalten (Abschnitt 51). Zu diesem Zweck sind die letzten vier Teilnehmer der Schränke für Z.B.- und W.-Amtsverkehr vorbereitet (Bild 202). Ent-

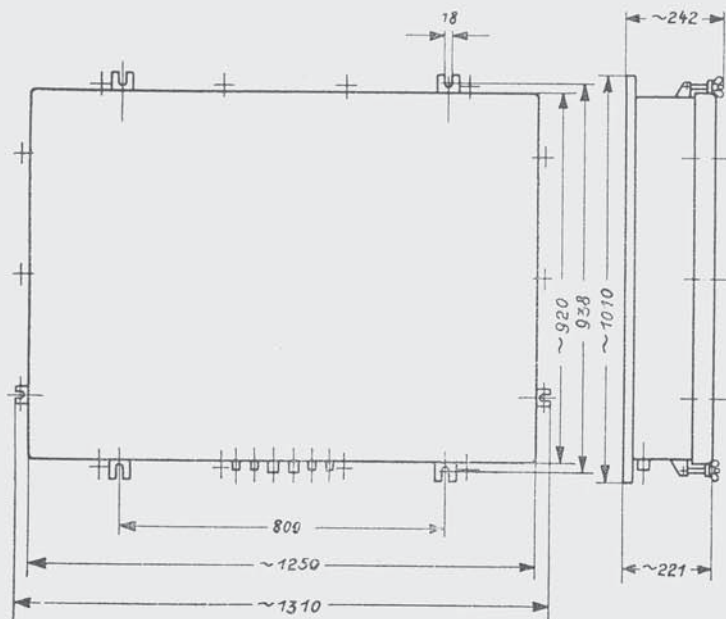


Abb. 201. Festungsvermittlung zu 30 Leitungen, Maßbild

sprechend dem größeren Verkehr haben die Vermittlungen zu 20 und 30 Leitungen eine große Batterie für die Mikrophonspeisung und eine zweite für den Gleichstromwider (je 4,5 V). Zum Schutz gegen Erschütterungen werden die Vermittlungen federnd aufgehängt (Abschnitt 105). Betr. Prüfung und Fehlerfuchen vgl. Abschnitt 109 und Anlage.

(50) Die Festungsvermittlung zu 100 Leitungen.

Die Festungsvermittlung zu 100 Leitungen wird hauptsächlich in Befehlstellen der Landesbefestigungen eingebaut, soweit mehr als dreißig Sprechstellen angeschlossen werden müssen.

Abchnitt 51 Abchnitt 49



Ac

20

Sie besteht aus dem Gehäuse, dem Bedienungsfeld, dem Bedienungspult, dem Schrankeinbau und dem Zubehör. Im Gegensatz zu den bisher geschilderten Festungsvermittlungen ist die Festungsvermittlung zu 100 Leitungen als Schnurschrank ausgebildet (Bild 203—206), da das

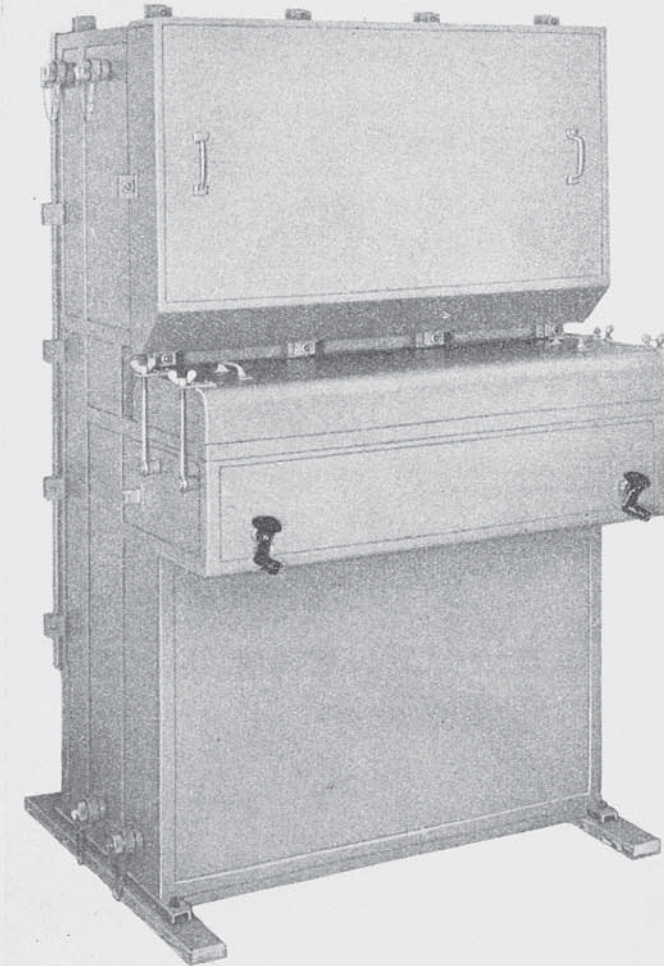


Abb. 203. Festungsvermittlung zu 100 Leitungen

Prinzip des Steckerschrankes bei 100 Klappen aus Raumgründen nicht ausführbar ist.
An die Vermittlung können Festungsfernsprecher, Festungs-Tischfernsprecher, Feldfernsprecher 33 sowie Post-O.B.-Stationen, ferner die ver-

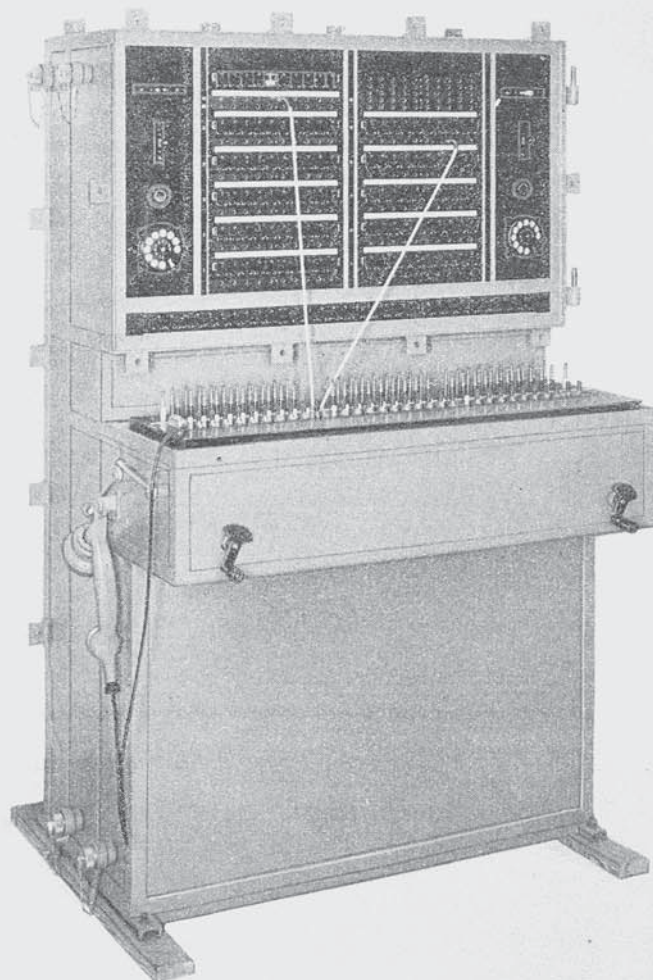


Abb. 204. Festungsvermittlung zu 100 Leitungen,
Schutzklappen entfernt

chiedenen Amtsleitungen der Deutschen Reichspost (Wähl-, Z.B.-, O.B.-Amt mit und ohne selbsttätigem Schlusszeichen) angeschlossen werden. Die Vermittlung kann je nach der Verkehrsdichte ein- oder zweipläßig bedient werden. Sie ist nicht erweiterbar, jedoch können zwei Schränke

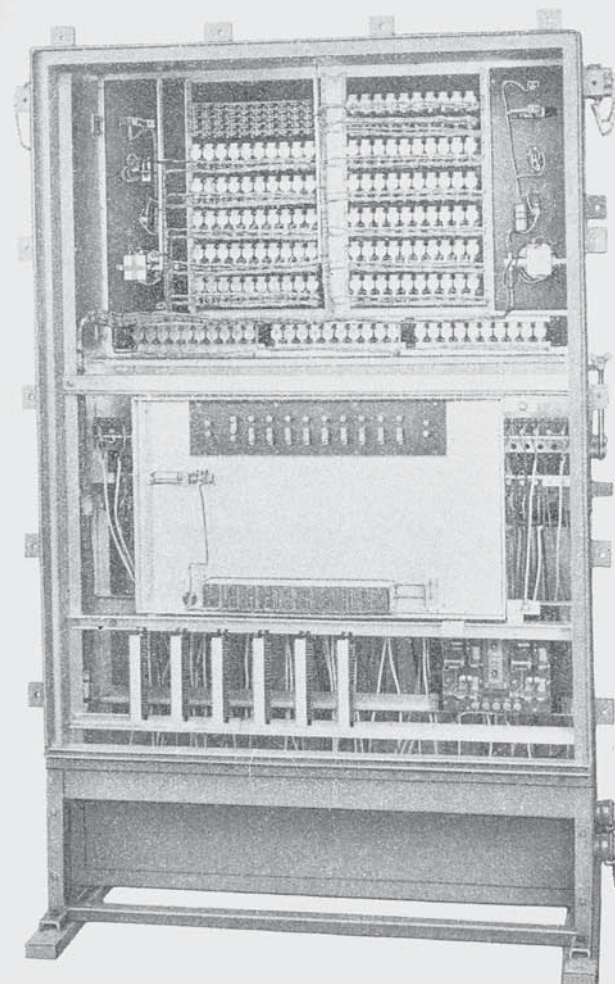


Abb. 205. Festungsvermittlung zu 100 Leitungen,
Rückwand entfernt

nebeneinander aufgestellt und mittels Übergreifens durchvermittelt werden. Als Verbindung von Schrank zu Schrank kann ein Teil der Parallelschaltklinken verwendet werden (Bild 207).

Die vorhandenen 30 Schnurpaare gestatten bei voller Belegung des Schrankes, 60 Teilnehmer im Höchstfalle gleichzeitig miteinander zu verbinden.

Das Gehäuse des Schrankes ist aus feuerverzinktem Eisenblech geschweißt. Es wird von einem kräftigen Winkelblechgestell getragen und ruht auf zwei Schienen aus U-Eisen. Auf der vorderen Seite befindet

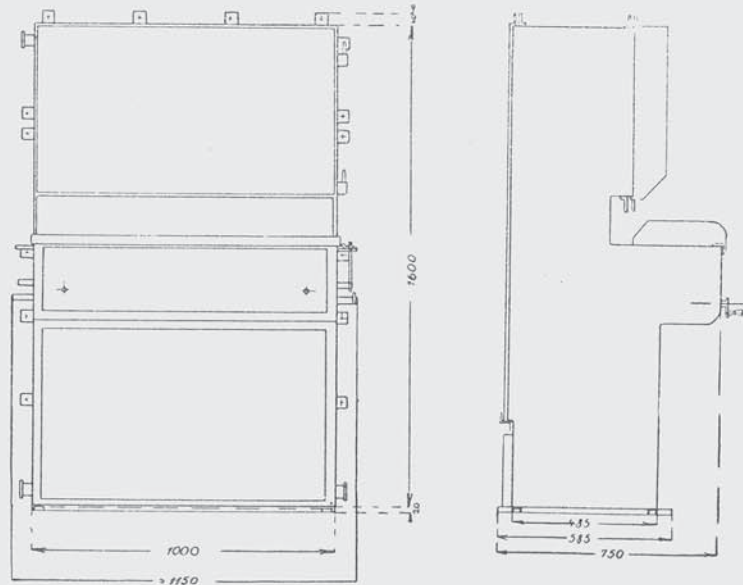


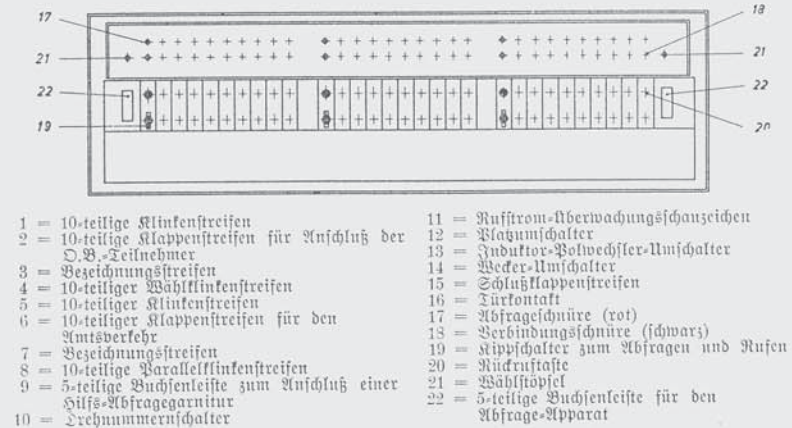
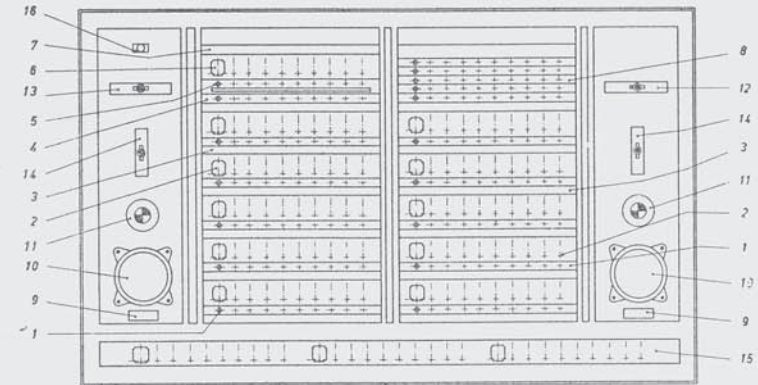
Abb. 206. Festungsvermittlung zu 100 Leitungen, Maßbild

sich eine in zwei Angeln nach rechts herauschwenkbare und abnehmbare Schutzklappe zur Abdeckung des Bedienungsfeldes. Die Schutzklappe ist ähnlich dem Gehäuse aufgebaut und gestattet durch eine ringsum laufende Nut mit Vierantidichtungsgummistreifen, das Gehäuse wasserdicht zu verschließen. Eine ebenso ausgebildete Schutzklappe schützt das Bedienungspult.

An der Vorderseite des Bedienungspultes sind auf jedem Platz je eine Achse des Kurbelinduktors 33 wasserdicht durchgeführt. Oben an den Seitenwänden sind verschraubbare Lüftungsfugen angebracht, die bei Beheizung des Schrankes mit Glühlampen geöffnet werden. Haken an den Seitenwänden gestatten, den Festungshandapparat oder Kopffern-

sprecher abzulegen. Die Rückwand des Schrankes ist ebenfalls abnehmbar und wasserdicht aufgeschraubt.

Die Einführung der Kabel erfolgt von unten auf der Rückseite durch acht Kabeleinführungsfugen. Das Bedienungsfeld (Bild 207) enthält



- | | |
|---|--|
| 1 = 10-teilige Klinkenstreifen | 11 = Ruffstrom-Überwachungschanzeichen |
| 2 = 10-teilige Klappenstreifen für Anschluß der O.B.-Teilnehmer | 12 = Plagumschalter |
| 3 = Bezeichnungstreifen | 13 = Induktor-Bothwechsler-Umschalter |
| 4 = 10-teiliger Wählklinkenstreifen | 14 = Wecker-Umschalter |
| 5 = 10-teiliger Klinkenstreifen | 15 = Schlußklappenstreifen |
| 6 = 10-teiliger Klappenstreifen für den Amtsverkehr | 16 = Türkontakt |
| 7 = Bezeichnungstreifen | 17 = Abfrageleuchte (rot) |
| 8 = 10-teilige Parallelschaltklinkenstreifen | 18 = Verbindungsschleife (schwarz) |
| 9 = 5-teilige Buchsenleiste zum Anschluß einer Hilfs-Abfragegarntur | 19 = Rippfalter zum Abfragen und Rufen |
| 10 = Drehschaltmechanismus | 20 = Rückrufaste |
| | 21 = Wählstapel |
| | 22 = 5-teilige Buchsenleiste für den Abfrage-Apparat |

Abb. 207. Festungsvermittlung zu 100 Leitungen, Belegungsplan

links fünf zehnteilige Klinken- und Klappenstreifen mit Bezeichnungstreifen für die O.B.-Anschlüsse 1 bis 50, einen zehnteiligen Wählklinkenstreifen und einen zehnteiligen Klinken- und Klappenstreifen mit Bezeichnungstreifen für den Amtsverkehr. Im rechten Teil des Bedienungsfeldes befinden sich fünf zehnteilige Klinken- und Klappenstreifen für die

O.B.-Teilnehmer 51—100 und fünf zehnteilige Parallellinkenstreifen für Gruppenverbindungen (Rundspruch). Auf den schmalen Seitenfeldern sind je Platz ein Drehnummernschalter, ein Ruffstromüberwachungsschaltzeichen, ein Polwechsler-Induktor-Umschalter, ein Umschalter für den zweiten Anrufweder und eine fünfteilige Buchsenleiste zum Anschluß eines zusätzlichen Abfrageapparates (Kopffernsprecher) untergebracht.

In einem schmalen Feld unter dem Bedienungsfeld befinden sich drei zehnteilige Schlußklappenstreifen für die 30 Schnurpaare.

Bei abgedecktem Bedienungsfeld sind die Batterien durch einen Türkontakt abgeschaltet.

Wie schon früher zum Ausdruck gebracht, enthält auch dieser Schrank weitgehend Bauelemente des entsprechenden Feldgerätes, nämlich des großen Feldklappenschrankes. Die Klappen- und Linkenstreifen sind diesem Gerät entnommen.

Das Bedienungspult (Bild 207) zeigt von oben zugänglich 30 Schnurpaare mit 30 Abfragechnüren mit rotem Stöpsel und 30 Verbindungschnüre mit schwarzem Stöpsel. Dazu gehören 30 Abfragegeräte, bestehend aus je einem Rippsschalter mit einer festen Arbeitsstellung (nach vorn) „Abfrage“ und einer losen Arbeitsstellung (nach hinten) „Ruf“, sowie einer weißen Rückruftaste. Ferner haben links und rechts außen für die beiden Arbeitsplätze je ein weißer Wählstöpsel mit Schnur und eine fünfteilige Buchsenleiste zum Anschluß des Festungsbandapparates oder eines Kopffernsprechers Platz gefunden. Schnüre, Stöpsel und Abfragegeräte sind wieder dem großen Feldklappenschrank entnommen. Die Farben der Schnüre decken sich mit der der zugehörigen Schlußklappe. Im Bedienungspult sind Induktor, Sprechspule usw. eingebaut.

Das Innere des Schrankes enthält von hinten zugänglich den Lötösenverteiler, eine Klemmenleiste für die Umschaltung der zehn Amtsleitungen auf die verschiedenen Amtsarten, einen Heeresdoppelpolwechsler, jedoch für 24 V, Kondensatoren und Drosselspulen für die Amtsleitungen sowie Weder, Relais, Lampensockel usw.

Die Amtsleitungen werden wie folgt auf die verschiedenen Amtsarten umgeschaltet: Bei Anschluß an ein Z.B.-, Wähl- oder O.B.-Amt ohne selbsttätiges Schlußzeichen ist der Schalterpunkt II mit III, bei O.B.-Amt mit selbsttätigem Schlußzeichen der Schalterpunkt II mit I durch Umlegen der Lasche an der Klemmenleiste zu verbinden.

Zum Einbau des Schrankes und zur Inbetriebnahme gehören außerdem ein oder mehrere Hauptverteiler, zwei Kopffernsprecher, ein Gleichstromweder als zweiter Weder, zwei große Batteriekästen zur Unterbringung der Mikrophonspaltung (4,5 V) für zwei Abfrageapparate sowie ein großer Batteriekasten, enthaltend drei Elemente als Wederbatterie.

Die Bedienung der Vermittlung entspricht allgemein der von Schnurvermittlungen. Durch den Ruf des Teilnehmers fällt die Anrufklappe.

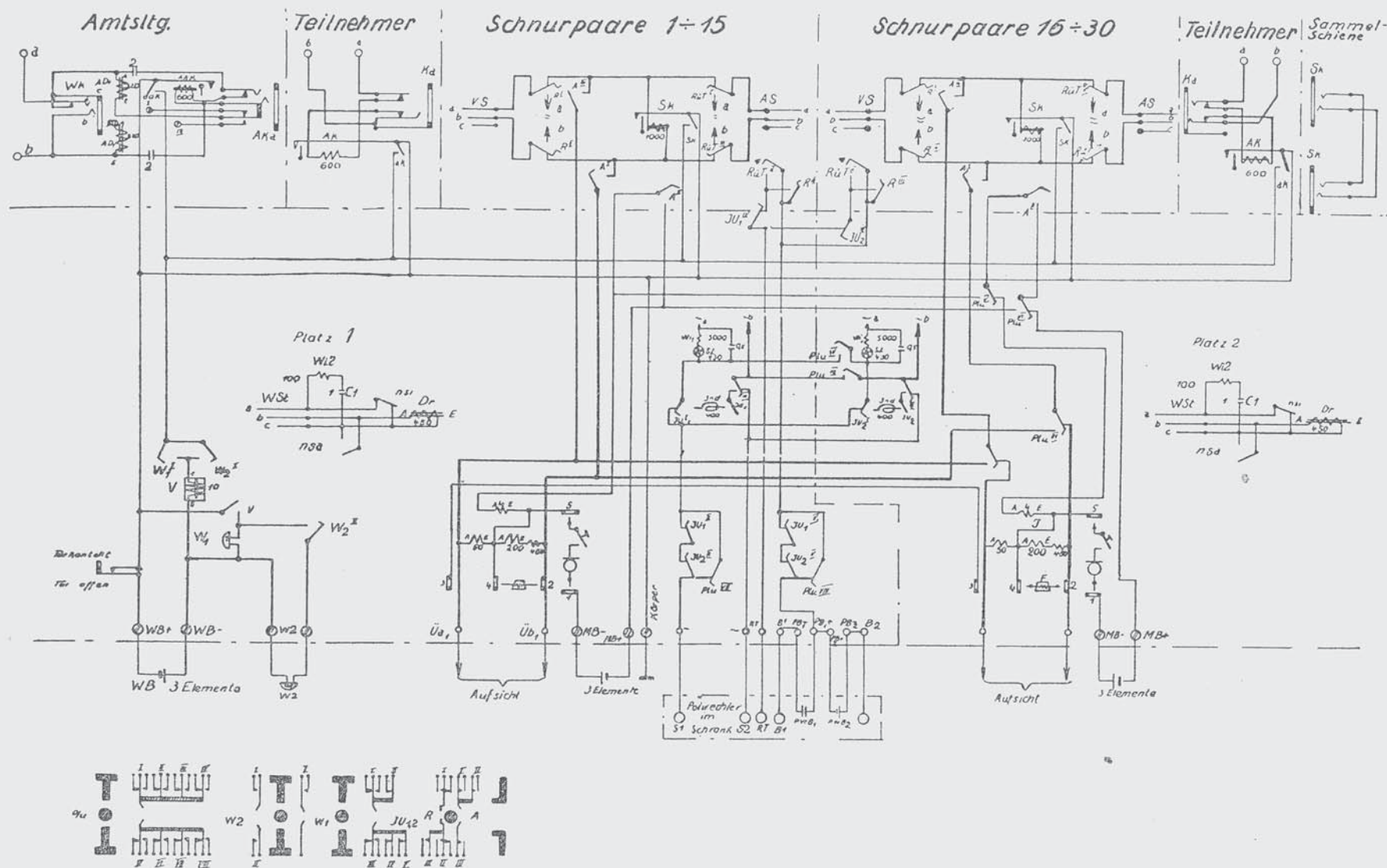


Abb. 208. Festungsvermittlung zu 100 Leitungen, Stromlaufplan

Die Vermittlungsperson steckt den roten Abfragestöpsel eines freien Schnurpaares in die zur Klappe gehörende Klinke und legt den zum Schnurpaar gehörenden Kipphebel nach rückwärts auf „Abfrage“. Hat der anrufende Teilnehmer die gewünschte Verbindung genannt, so wird der schwarze Verbindungsstöpsel in die Klinke des verlangten Teilnehmers gesteckt und der Teilnehmer durch kurzes Anlegen des Kippalters auf „Rufen“ mit dem Polwechsler gerufen. Ist der Polwechsler nicht eingeschaltet oder nicht betriebsbereit, so erfolgt zusätzlicher Ruf durch gleichzeitiges Drehen der Induktorkurbel (Umschalter auf „Induktor“ stellen). Nach jedem Ruf wird der Kippalters in Abfragestellung zurückgebracht, bis sich beide Teilnehmer gemeldet haben.

Hat bei längerem Warten der anrufende Teilnehmer seinen Apparat verlassen, so erfolgt Rückruf durch Drücken der weißen Taste des betreffenden Schnurpaares. Zeigt einer der beiden Teilnehmer durch dreimaliges Kurbeln die Beendigung des Gesprächs an, so fällt die zum Schnurpaar gehörende Schlußklappe. Durch nochmaliges Eintreten in die Verbindung überzeugt sich die Vermittlungsperson von der Beendigung des Gesprächs (Frage: „Wird noch gesprochen?“) und trennt die Verbindung durch Ziehen beider Stöpsel und Rückstellen des Kippalters.

Während verkehrsschwacher Zeiten werden die Schnurpaare des Platzes 2 durch Anlegen des Platzalters auf Platz 1 geschaltet.

Ankommender Amtsverkehr geht wie normaler O.B.-Verkehr vonstatten. Abgehender Amtsverkehr nach Wahlvermittlungen wird wie folgt abgewickelt: Zum Wählen des gewünschten Amtsanschlusses wird der weiße Wahlstöpsel in die Wahlklinke eingeführt. Dann erfolgt Nummernwahl in der üblichen Weise. Hat der angerufene Amtsteilnehmer sich gemeldet, so wird der Wahlstöpsel aus der Wahlklinke gezogen und die Verbindung wie eine normale O.B.-Verbindung weiter behandelt. Die Vermittlung wird bei der Montage federnd aufgestellt.

Den Stromlaufplan der Vermittlung zeigt Bild 208, den des eingebauten Heeres-Doppelpolwechslers Bild 209.

Eine Anweisung zur Fehlerbeseitigung bringt Abschnitt 109 und Anlage. Die Arbeitsweise eines Polwechslers, dessen Schaltbild in Bild 204 gezeigt wird, ist folgende: Das mit einem verstellbaren Gewicht versehene Pendel wird von einem Elektromagneten angetrieben und arbeitet als Selbstunterbrecher, wobei abwechselnd die beiden Hälften der primären Transformatorwicklung an die Batterie gelegt werden. Durch diese Stromstöße in der Primärwicklung werden in der Sekundärwicklung des Transformators Wechselströme induziert. Die Frequenz des Wechselstromes ist durch die Pendellänge bestimmt. Sie beträgt beim Heeres-Doppelpolwechsler etwa 18–25 Hz. Die Kondensatoren dienen zur Abflachung der Wechselstromkurve, um unangenehme Auswirkungen des

sonst zu steilen Stromanstieges auf benachbarte Leitungen zu vermeiden. Die zum Unterbrecherkontakt parallel geschaltete, aus Widerstand und Kondensator bestehende Funkenlöschung verhindert ein vorzeitiges Abklingen des Kontaktes.

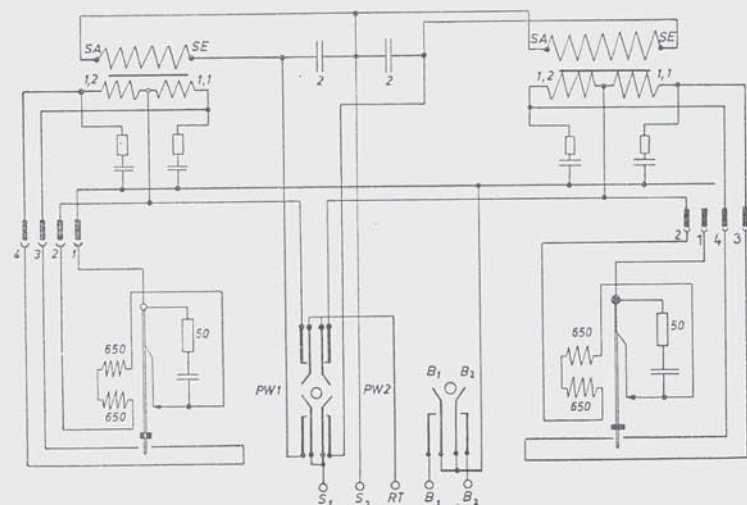


Abb. 209. Heeres-Doppelpolwechsler, Stromlaufplan

(51) Der Amtszusatz für Festungsvermittlungen zu 20 und 30 Leitungen.

Der Amtszusatz wird in Festungsvermittlungen zu 20 und 30 Leitungen eingebaut, wenn Fernspreverbindungen aus dem Festungsnachrichtennetz über Vermittlungen anderer Art (Wähl-, Z.B., O.B.-Ämter mit Gleichstromschlußzeichen) hergestellt werden sollen.

Er besteht aus einer Montageplatte, die auf der Vorderseite vier Wähltasten und einen Drehnummernschalter trägt (Bild 210—212). Auf der Rückseite der Platte sind die Kontaktfederfäße der vier Wähltasten, vier Drosseln, ein Kondensator nebst Widerstand zur Funkenlöschung, eine Klemmenleiste und ein Lötösenstreifen zum Anschluß eines Systemkabels untergebracht. Die letzteren Teile sind durch eine Blechhaube abgedeckt.

Der Amtszusatz ermöglicht es, über die Teilnehmerleitungen 17—20 und 25—30 bei der 20- bzw. 30teiligen Festungsvermittlung Amtsgespräche zu führen. Zu diesem Zweck sind in der Festungsvermittlung neben den Klemmen für die a- und b-Leitungen je drei besondere Anschlußklemmen und je ein Umschaltkontakt vorgesehen (Bild 213). Der Umschalte-

kontakt wird beim Ziehen des Stöpsels aus der Ruhezlinke betätigt. Dadurch wird für die Dauer des Amtsgesprächs eine Drossel in die Teil-

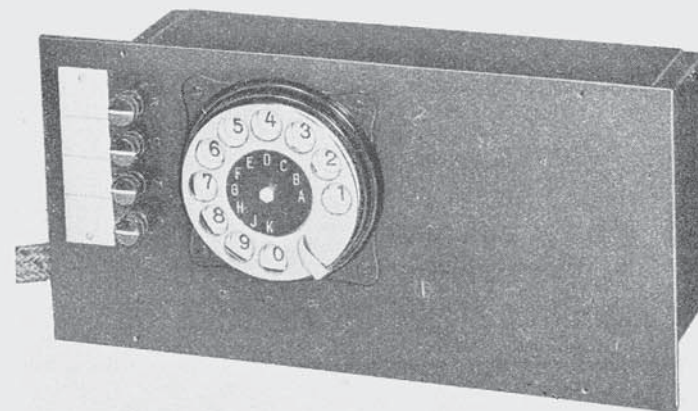


Bild 210. Amtszusatz für Festungsvermittlungen zu 20 oder 30 Leitungen

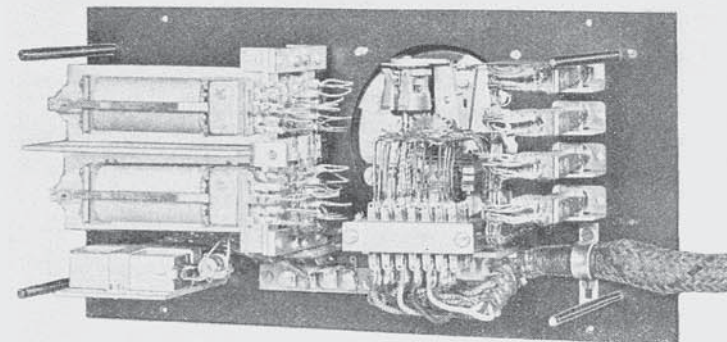


Abb. 211. Amtszusatz für Festungsvermittlungen, Rückseite, Schutzkappe entfernt

nehmerschleife eingeschaltet und die Verbindung zum Amt aufrechterhalten.

Die Bedienung des Amtszufahes erfolgt bezüglich der ankommenden Amtsgespräche wie beim Ruf von O.B.-Teilnehmern. Die Schlußzeichengabe zum Amt ist selbsttätig, sobald der Verbindungsstößel aus der Verbindungslinke in die Ruheklinke gestöpselt wird. Bei abgehenden Amtsgesprächen ist der Verbindungsstößer der zu benutzenden Amtsleitung aus der Ruhestellung in die Abfragestellung zu

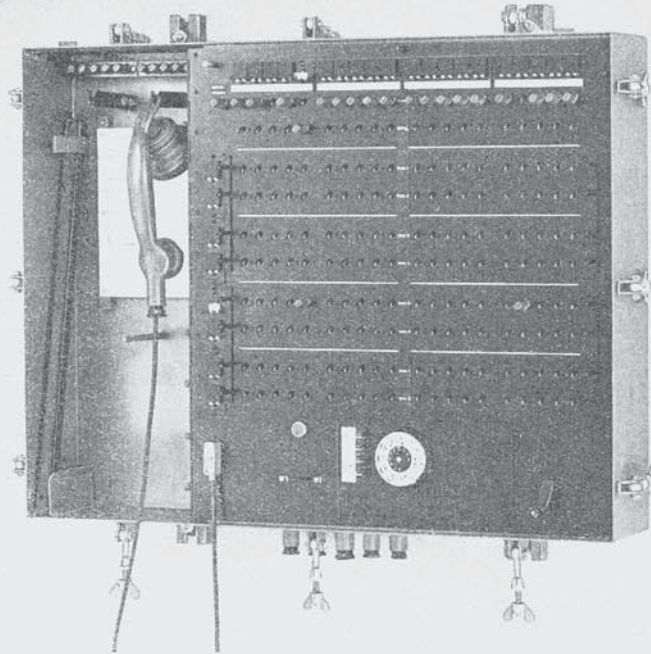


Abb. 212. Amtszufah in Festungsvermittlung zu 20 Leitungen eingebaut

bringen. Dadurch erscheint beim Z.B.-Amt die Anrufslampe bzw. läuft bei Wählämtern der Vorwähler auf.

Während bei Z.B.- und O.B.-Ämtern eine Vermittlungsperson in die Verbindung eintritt und die Weitervermittlung zum gewünschten Amtsteilnehmer übernimmt, kann bei Wählämtern der gewünschte Teilnehmer durch die Bedienung der Festungsvermittlung selbst gewählt werden. Zu diesem Zweck wird die zu der betreffenden Amtsleitung gehörende Wähltaste um 90° gedreht. Dadurch ist der Nummernschalter in die Teilnehmererschleife eingeschaltet und die Wahl des Teilnehmers durch

Drehen der Nummernscheibe möglich. Nach der Wahl wird die Wähltaste wieder in die Ruhestellung gebracht. Ist das Amtsgespräch beendet, wird der Verbindungsstößer in die Ruheklinke gesteckt, die Teilnehmererschleife dadurch unterbrochen und die Wählverbindung getrennt. Bei Z.B.-Ämtern erlischt die Befehlslampe, bei O.B.-Ämtern mit positivem Schlußzeichen erscheint das Schlußzeichen.

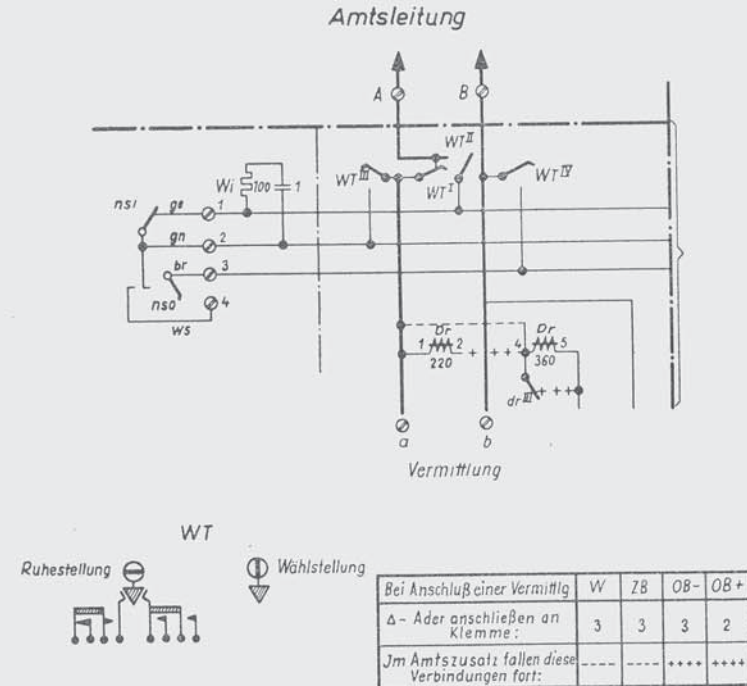


Abb. 213. Amtszufah für Festungsvermittlung, Stromlaufplan

(52) Der kleine Klappenschrank zu 10 Leitungen.

Der kleine Klappenschrank zu 10 Leitungen wird im Festungsnachrichten dort eingefügt, wo fest eingebaute Schränke nicht zur Verfügung stehen. Er darf nur in bereits belegten, d. h. besetzten und belüfteten Werken verwendet werden. Infolge seiner handlichen Ausführung läßt er sich überall bequem unterbringen. Auch können zwei Schränke nebeneinander gestellt miteinander betrieben werden.

Der kleine Klappenschrank zu 10 Leitungen ist ein sogenannter Einschnurschrank für reinen O.B.-Betrieb und besteht aus dem Kasten mit ab-

nehmbaren Tragriemen, dem Schrankeinsatz und der Schutzklappe (Bild 214). Der Kasten enthält in seinem oberen Teil den mit vier unverlierbaren Schrauben festgehaltenen Schrankeinsatz, seitlich die Beschläge für den abnehmbaren Tragriemen und den Ruheklinkenstreifen zur Aufnahme

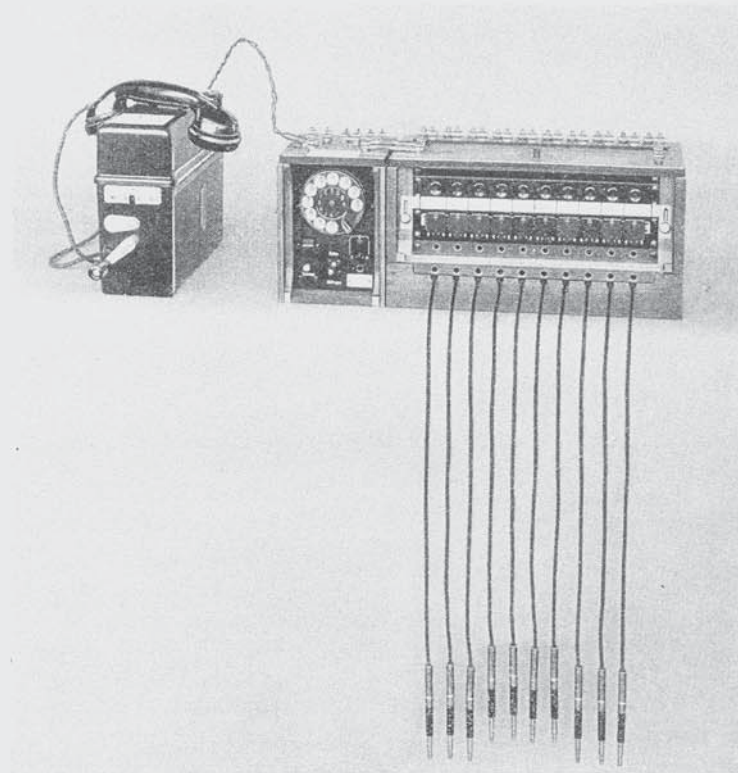


Abb. 214. Der kleine Klappenschrank zu 10 Leitungen mit Amtszusatz 33 und Feldfernsprecher 33

der Verbindungsstöpfe. Nach dem Öffnen der beiden seitlichen Fahnen-schlösser kann man den oberen Kasten nach hinten klappen und so den unteren Kasten freilegen; in diesem lagern die 10 Vermittlungs-schnüre. Die rechte Seite des unteren Kastenteiles besitzt eine größere Aussparung zur Durchführung des 30teiligen Steckers, falls die zehn Leitungspaare mit dem zehnpaarigen Anschlußlabel (Abchnitt 16) heran-geführt werden.

Der Schrankeinsatz enthält untereinander angeordnet einen zehnteiligen Tastenstreifen, einen zehnteiligen Klappenstreifen, eine Haltevorrichtung, einen zehnteiligen Klinkenstreifen (Vermittlungsklinken) und die zehn Ruheklinken. Zum Betrieb der Vermittlung gehört als Sprechsatz ein Feldfernsprecher, möglichst Feldfernsprecher 33.

Unter dem Boden sitzt ein 30-teiliger Buchsenstreifen, von dem nur die a- und b-Buchsen beschaltet sind, und auf der Deckplatte befinden sich

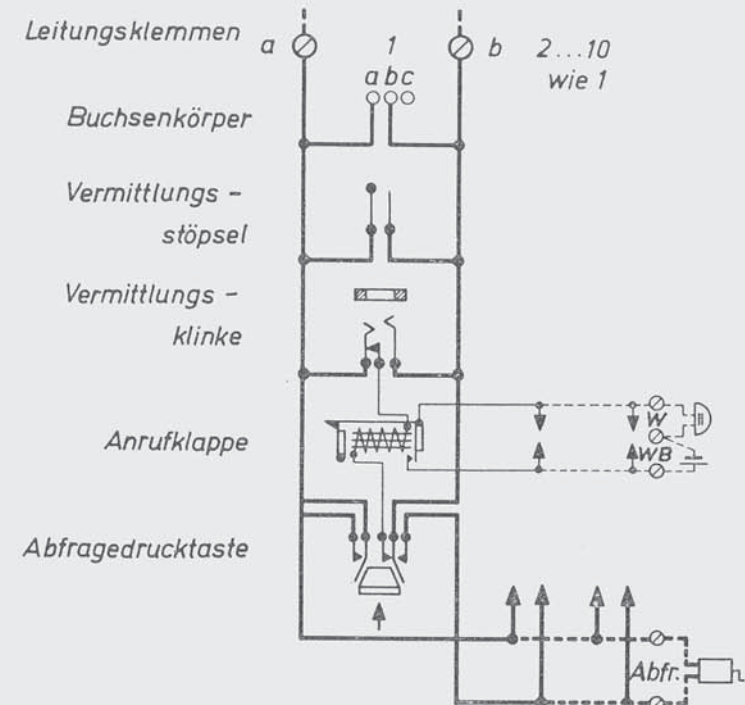


Abb. 215. Der kleine Klappenschrank zu 10 Leitungen, Stromlaufplan

außer dem Auslöseknopf die Anschlußklemmen für die Außenleitungen. Diese sind mit 1a, 1b usw. bezeichnet und so angeordnet, daß die Anschlußleiste benutzt werden kann. Außer den genannten, am hinteren Rand sitzenden Leitungsklemmen sind links die beiden Klemmen „Abfr.“ zum Anschließen des Feldfernsprechers und rechts drei Klemmen W und WB angebracht. An W kann ein Gleichstromwecker angeschlossen werden, wobei an WB die zugehörige Weckerbatterie angeschaltet werden muß.

Abchnitt 53

Die Schutzklappe ist ein Transport- und Verpackungsschutz und wird mit einer unverlierbaren Kordelschraube in der Deckplatte des Schrank-einfaches festgezogen.

Die Bedienung der Vermittlung wickelt sich in folgender Weise ab: Auf den Ruf eines Teilnehmers fällt die zugeordnete Klappe. Die Abfrage-taste über der Klappe wird gedrückt. Sie bewirkt die für das Abfragen und auch für das Rufen erforderlichen Schaltvorgänge (Bild 215). Der Abfrageapparat ist dann mit der Sprechstelle des Teilnehmers ver-bunden, das Abfragegespräch kann geführt werden. Der verlangte Teil-nehmer wird gerufen durch Drücken seiner Abfrage- und Ruftaste und Betätigen des Kurbelinduktors im Feldfernsprecher. Der anrufende Teilnehmer ist während dieser Zeit abgeschaltet, da durch die mecha-nische Einrichtung die Taste des rufenden Teilnehmers in dem Augen-blick gelöst worden ist, wo der verlangte Teilnehmer gerufen wurde. Hat sich der gerufene Teilnehmer gemeldet, erfolgt das Durchverbinden durch Stöpseln der Vermittlungsschnur des anrufenden Teilnehmers in die Klinke des gewünschten Teilnehmers. Die gefallene Klappe wird auf-gerichtet und die gedrückte Abfragetaste durch den roten Knopf wieder ausgelöst. In diesem Zustand ist die Klappe des verlangten Teilnehmers abgetrennt, während die Klappe des anrufenden Teilnehmers als Schlussschleife in der Leitung verbleibt. Gleichfalls ist der Abfrageapparat abgetrennt. Bei Gesprächsschluß fällt durch Abläuten die Schlussschleife (Klappe des Anrufers). Nach der Rückfrage wird der Stöpsel aus der Klinke gezogen und in die Ruhelage gebracht. Die Klappe wird wieder aufgerichtet.

Parallelschaltung mehrerer Teilnehmer ist durch Weiterstöpseln der Schnüre ohne weiteres möglich.

(53) Der kleine und große Batteriekasten.

Der kleine und große Batteriekasten dient zur feuchtigkeitssicheren Auf-nahme von Feld- und Trockenelementen sowie von solchen Sammlern, die die Elemente ersetzen sollen.

Der kleine Batteriekasten (Bild 216—218) wird dabei im allgemeinen zur Aufnahme der Ortsbatterie des Festungsfernsprechers, der große (Bild 219—221) zur Aufnahme der Vermittlungsbatterie verwendet. Werden Festungsfernsprecher, insbesondere Sonderfernsprecher, mit Kopffern-sprechern zusammengeschaltet, so daß mit größerer Stromentnahme zu rechnen ist, so kommen ebenfalls große Batteriekästen zur Anwendung.

Beide Batteriekästen bestehen aus einem Gußgehäuse mit wasserdicht verschließbarem Deckel. Während der kleine Batteriekasten zur Ab-

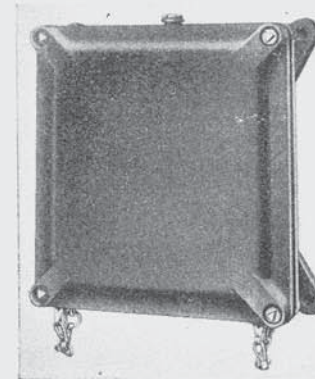


Abb. 216.
Der kleine Batteriekasten

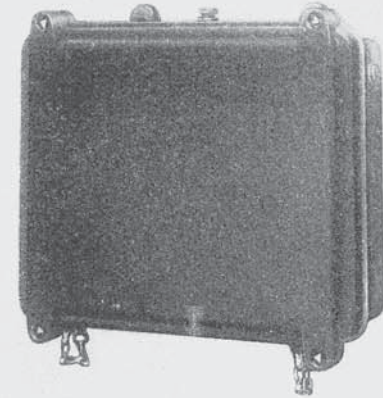


Abb. 219.
Der große Batteriekasten

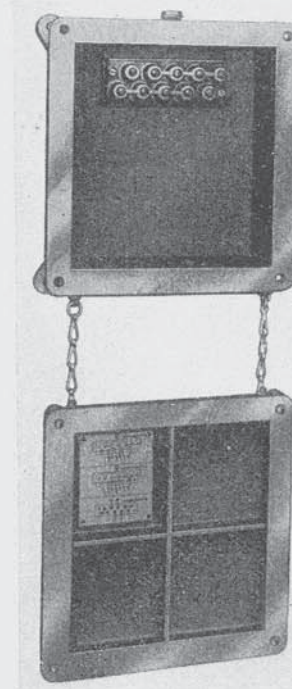


Abb. 217.
Der kleine Batteriekasten, geöffnet

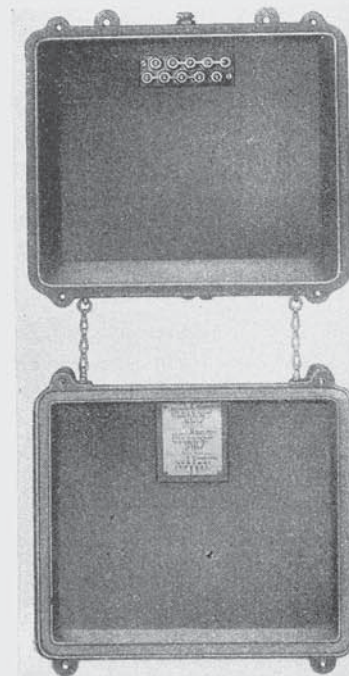


Abb. 220.
Der große Batteriekasten, geöffnet

dichtung des Gehäuses geschliffene, mit Fett versehene Flächen besitzt, wird der große Batteriekasten mit einer ringsum laufenden Gummidichtung ausgerüstet. Die angeschlossenen Leitungen werden über Stopfbuchsenführungen zu Klemmenleistungen geführt. Während im kleinen Batteriekasten Feldelemente und Luftfauerstoffelemente (Abchnitt 73) untergebracht werden, sind für den großen Batteriekasten Trockenelemente T 1 oder Füllelemente LT 1 zu benutzen.

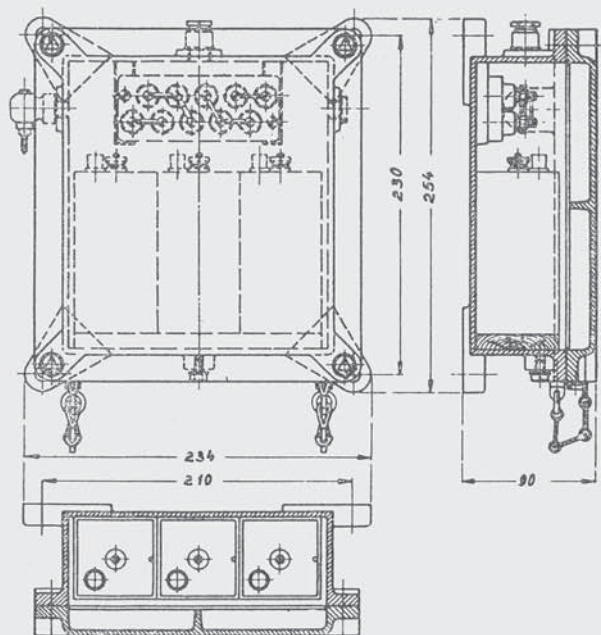


Abb. 218. Der kleine Batteriekasten, Maßbild

Die Klemmenleiste des Batteriekastens gestattet, die drei Elemente parallel oder hintereinander zu schalten. Normalerweise werden die Elemente hintereinander geschaltet (4,5 V).

Die Batteriekästen sind seitlich mit einer Lüftungsschraube versehen, um die Verwendung von Luftfauerstoffelementen zu ermöglichen.

Der Isolationswiderstand der Elemente gegen Gehäuse wird im kleinen Batteriekasten durch Einlage einer Superperlinplatte, im großen Batteriekasten durch einen entsprechenden Preßstoffteil erhöht.

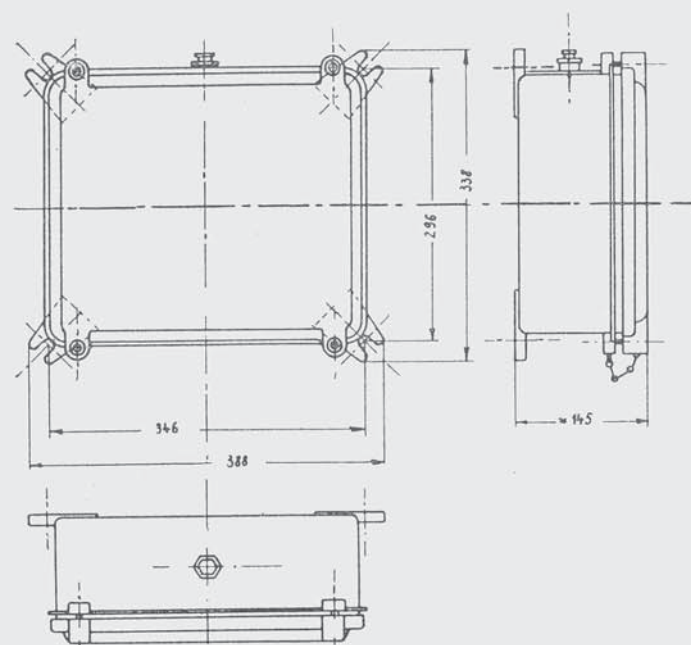


Abb. 221. Der große Batteriekasten, Maßbild

(54) Die Anschlußdose für Kopffernsprecher.

Die Anschlußdose ermöglicht das Anschließen des Kopffernsprechers oder des Festungsfernhörers 39 an einen Festungsfernsprecher. Zum Anschluß von höchstens zwei Kopffernsprechern oder zwei Festungsfernhörern (Abchnitt 56) ist die zweiseitige Ausführung I und zum Anschluß von nur einem Kopffernsprecher oder Festungsfernhörer die einseitige Ausführung II zu verwenden.

Die zweiseitige Anschlußdose (Bild 222—225) besteht aus einem mit zwei seitlichen Verschlüssen wasserdicht abschließbaren Gußgehäuse, zwei Steckbuchsenleisten für den fünfteiligen und zwei Steckbuchsenleisten für den zweiteiligen Heeresstecker. Die Steckbuchsenleisten sind aus Preßstoff hergestellt und unter Zwischenlage von Gummi an der rechten und linken Längsseite des Gehäuses wasserdicht eingebaut. Die Einführung der Fest-Kabel in die Anschlußdose erfolgt mittels Stopfbuchsen. Die Kabeladern werden an die hinter den Steckbuchsenleisten befindlichen Anschlußschrauben geführt. Der geschaltete Innenraum wird durch einen Dedel mit Gummidichtung verschlossen.

An Stelle von zwei Kopffernsprechern lassen sich auch zwei Festungs-
fern Hörer anschließen.

Nach der Benutzung der Anschlußdose sind die Verschlussdeckel stets zu
schließen, um Eindringen von Feuchtigkeit und damit Absinken des
Isolationswiderstandes zu verhindern.

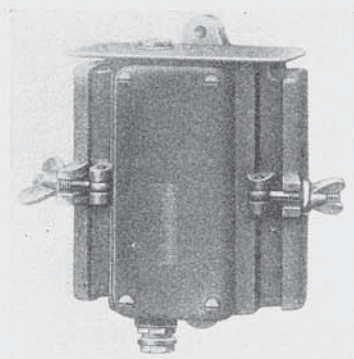


Abb. 222.
Anschlußdose für Kopffernsprecher,
zweiseitig

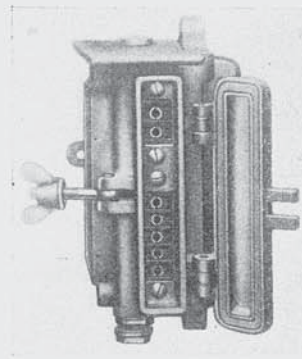


Abb. 223.
Anschlußdose für Kopffernsprecher,
zweiseitig, Verschlussdeckel geöffnet

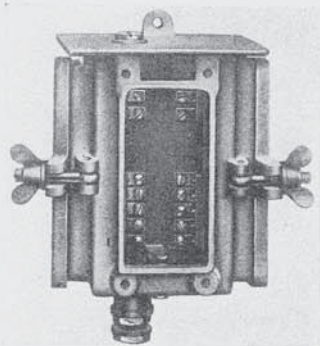


Abb. 224. Anschlußdose für Kopffernsprecher, zweiseitig,
Deckel entfernt

(55) Die einseitige Anschlußdose (Bild 226—228) ist in ihren Abmessungen
möglichst klein gehalten. Sie ist aus Stahlblech gefertigt und besitzt
nur eine fünfteilige Stedbuchsenleiste, welche nicht verschließbar ist. Eine
oben und unten angebrachte Stopfbuchseneinführung gestattet, ein Festi-
kabel ein- und wieder auszuführen.

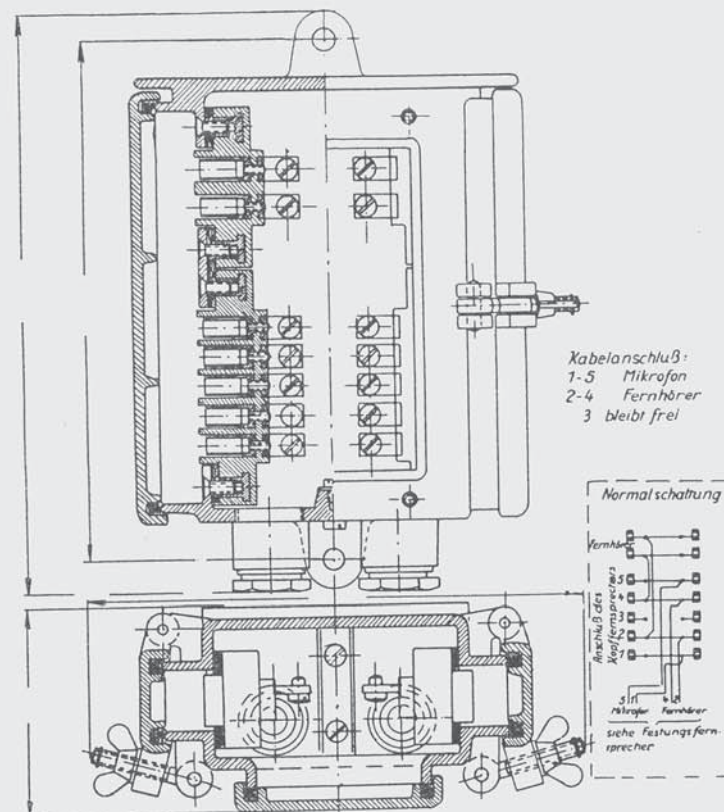


Abb. 225. Anschlußdose für Kopffernsprecher, zweiseitig, Maßbild

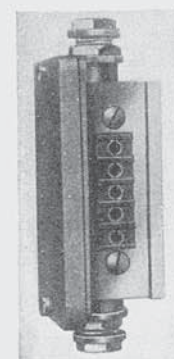


Abb. 226. Anschlußdose
für Kopffernsprecher, einseitig



Abb. 227. Anschlußdose
für Kopffernsprecher, einseitig,
Deckel entfernt

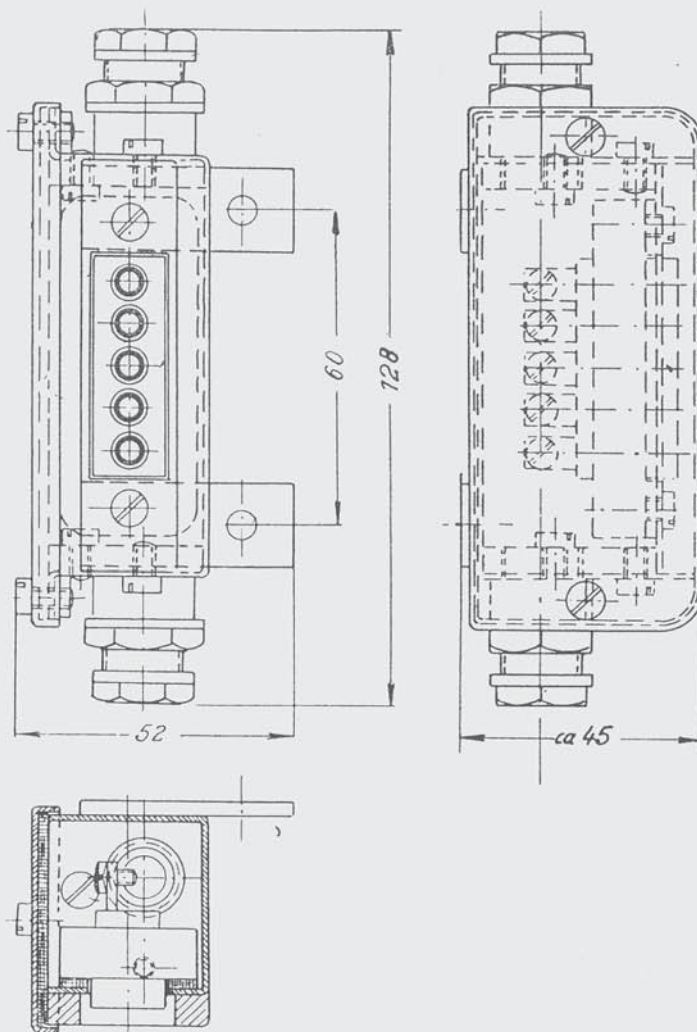


Abb. 228. Anschlußdose für Kopffernsprecher, einseitig, Maßbild

Die Befestigung der Anschlußdose an der Wand erfolgt unter Zwischenlage von Gummipuffern durch zwei Befestigungsäugen (Abchnitt 105).

(56) Der Festungsfern Hörer 39.

Die Festungsfern Hörer 39 dienen in Form zweiter Hörer der Verbesserung der Sprechverständigung auf langen Leitungen oder in geräuscherfüllten Räumen. Je nach der Form des Einfases und den zur Verfügung stehenden Mitteln wird unterschieden der Festungsfern Hörer 39, einfach, der Festungsfern Hörer 39, doppelt, der Festungsfern Hörer 39, magnetisch, und der Festungsfern Hörer 39, dynamisch.

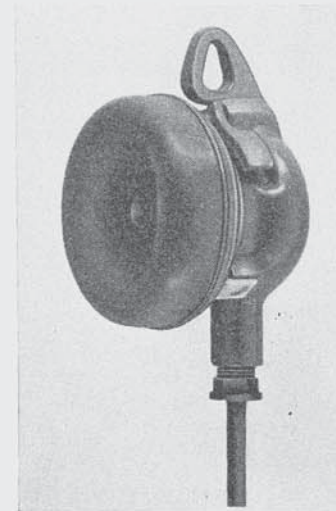


Abb. 229.
Festungsfern Hörer 39, einfach

Der Festungsfern Hörer 39, einfach (Bild 229), dient als zweiter Hörer zur Abdeckung des freien Ohres in geräuscherfüllten Räumen, z. B. Maschinenräumen. Er gestattet wie alle zweiten Hörer das Mithören eines Gespräches durch einen weiteren Teilnehmer. Er besteht aus einem Leichtmetallgehäuse mit zugestifteter Gummischlauchleitung. Das Gehäuse enthält ein normales Fern Hörersystem (vgl. Abchnitt 38) mit zwei hintereinander geschalteten Spulen von je 27 Ω Gleichstromwiderstand. Im Ruhezustand wird der Festungsfern Hörer mittels der Aufhängeöse an einem rechts am Festungsfernsprecher anzubringenden Haken aufgehängt. Er ist parallel zum Fern Hörer des Festungs Handapparates geschaltet und wird wie dieser im Ruhezustand durch Betätigung des Hakenumschalters abgeschaltet (keine Abhörgefahr). Während

des Hörens ist die am Gehäuse angebrachte Einschaltetafste zu drücken.

Der Festungsfern Hörer 39, doppelt (Bild 230), ist für Teilnehmer bestimmt, die längere Gespräche lediglich mithören müssen (Waffenbedienungen). Er ist aufsehbar und läßt die Hände frei. Sein Aufbau entspricht dem des Doppelfern Hörers d (Dfh d). Ein Stahlbügel trägt zwei hochohmig angepasste elektromagnetische Fern Hörer mit Gummihörmuscheln. Der Anschluß erfolgt über eine Gummischlauchleitung, die in einem fünfpoligen Heeresstecker endet.

Der Festungsfern Hörer 39, magnetisch bzw. dynamisch, dient zur Erhöhung der Sprechverständigung an solchen Sprechstellen des Festungsnachrichtennetzes, die an Fernleitungen mit starker Dämpfung, z. B. Weitverbindungen, angeschlossen sind, und zwar wird der Festungs-

fern Hörer 39, magnetisch, in Verbindung mit dem Festungsfernsprecher, der Festungsfernhörer 39, dynamisch, in Verbindung mit dem Festungstischfernsprecher 39 benutzt. Beide Geräte wirken, da sie etwa 1,2 Neper lauter sind als normale Hörer, wie Endverstärker und werden deshalb



Abb. 230. Festungsfernhörer 39, doppelt

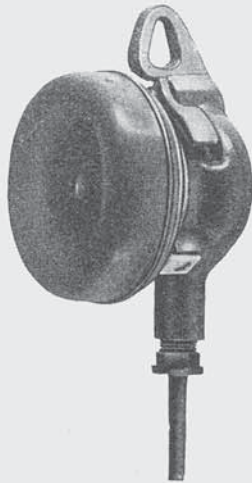


Abb. 231. Festungsfernhörer 39, magnetisch

vornehmlich bei Stäben eingesetzt. Beide Ausführungen besitzen Einschaltetafeln, so daß sie im Bedarfsfalle eingesetzt werden können und für die Dauer der Nichtbenutzung keinen Strom verbrauchen.

Der Festungsfernhörer 39, magnetisch (Bild 231—232), besteht aus einem Leichtmetallgehäuse mit Gummihörmuschel und enthält das elektro-

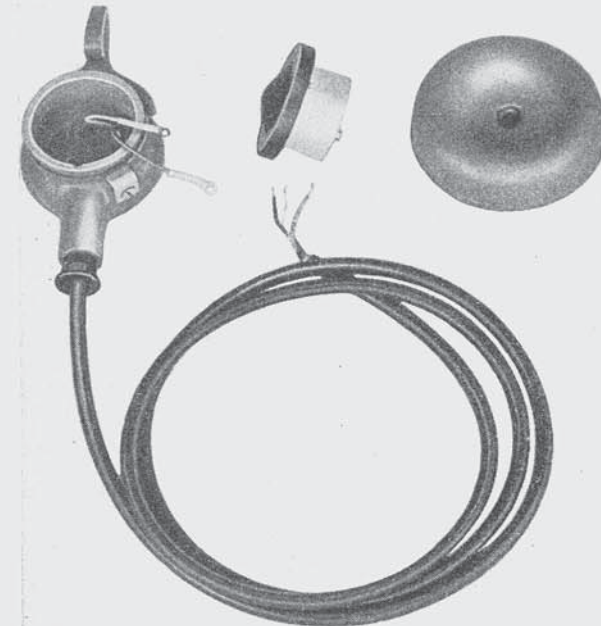


Abb. 232. Festungsfernhörer 39, magnetisch, Einzelteile

magnetische Sondersystem (Bild 233—234), das ähnlich dem System des Linienfernsprechers 39 (Abchnitt 45) aufgebaut ist. Eine zweiadrige Gummischlauchleitung stellt den Anschluß an den Festungsfernsprecher über eine vierte Kabeleinführung her. Am Gehäuse besitzt der Festungsfernhörer eine Aufhängeöse und einen Einschaltelhebel.

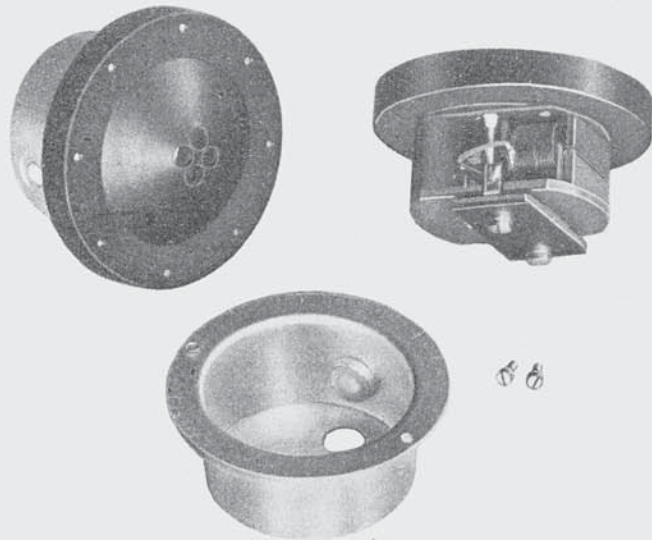


Abb. 233. System für Festungsfernörer 39, magnetisch

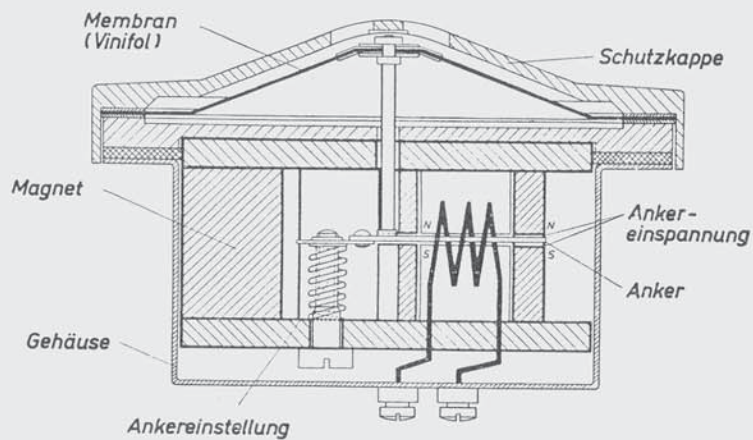


Abb. 234. System für Festungsfernörer 39, magnetisch, Schnittzeichnung

Ebenso aufgebaut ist der Festungsfernörer 39, dynamisch (Bild 235 und 236), der jedoch nicht mit einer Gummihörmuschel ausgerüstet ist und ein elektrodynamisches System (Bild 237) enthält. Dieses ist so aufgebaut, daß in einem aus hochkoerzitiven Stählen gebildeten ring-

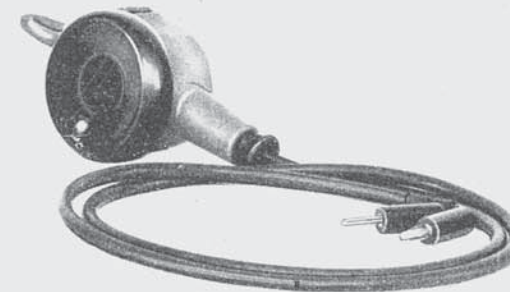


Abb. 235. Festungsfernörer 39, dynamisch

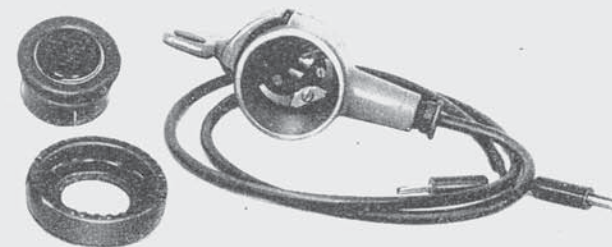


Abb. 236. Festungsfernörer 39, dynamisch, Einzelteile

förmigen Magneten eine sogenannte Tauchspule in einem zylindrischen Luftspalt schwingt. Das System zeichnet sich durch eine frequenzgetreue Wiedergabe der Sprache aus. Die zweiadrige Gummischlauchleitung endet in zwei Metallspitzen, die ein bequemes Anschalten an den Festungs-Feldfernsprecher 39 oder das Anbringen von Bananensteckern gestattet.

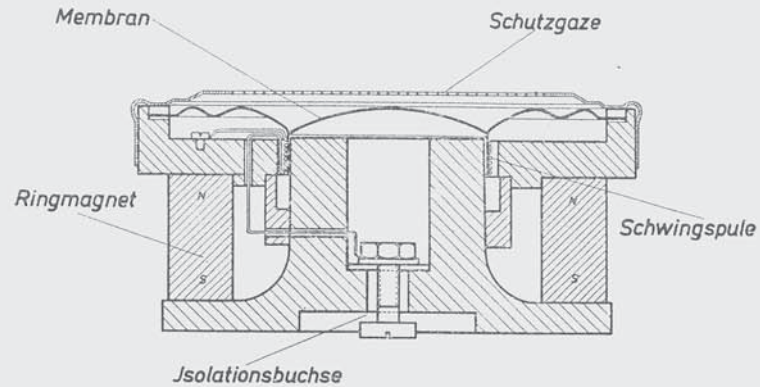


Abb. 237. System des Festungsfernhörers 39, dynamisch, Schnittzeichnung

(57) Der zweite Weder.

Zweite Weder werden benötigt, um den akustischen Ruf von Vermittlungen und Fernsprechern in weitere Räume zu bringen. In einigen Fällen (Festungsfernsprecher D) sind Platersparnisgründe maßgebend für den Einbau eines vom Gerät abgesetzten Weders.

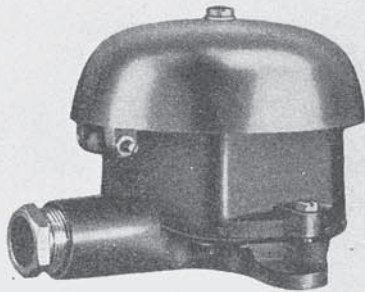


Abb. 238. Zweiter Weder für Festungsfernsprecher

Der zweite Weder für Festungsfernsprecher (Bild 238—239) ist als Einschalen-Wechselstromweder ausgebildet, da als Stromquelle die vom Kurbelinduktor erzeugte Wechselspannung benutzt wird. Wie Bild 240 zeigt, ist der Weder mit einem polarisierten Elektromagnetsystem ausgerüstet, das den Betrieb ohne Benutzung eines Unterbrechungskontaktes gestattet.

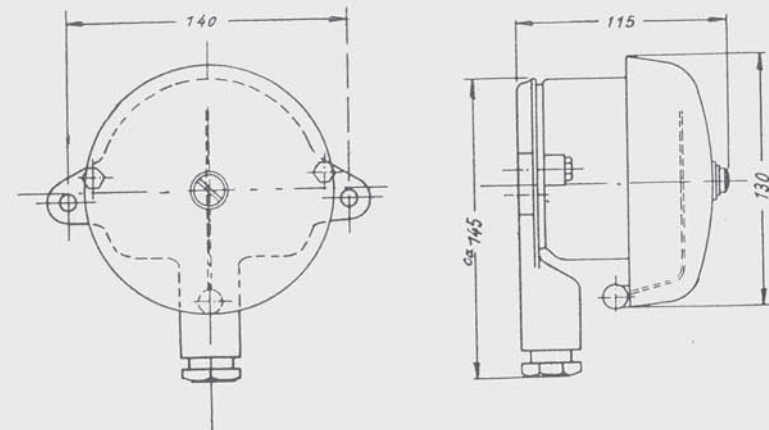


Abb. 239. Zweiter Weder für Festungsfernsprecher, Maßbild

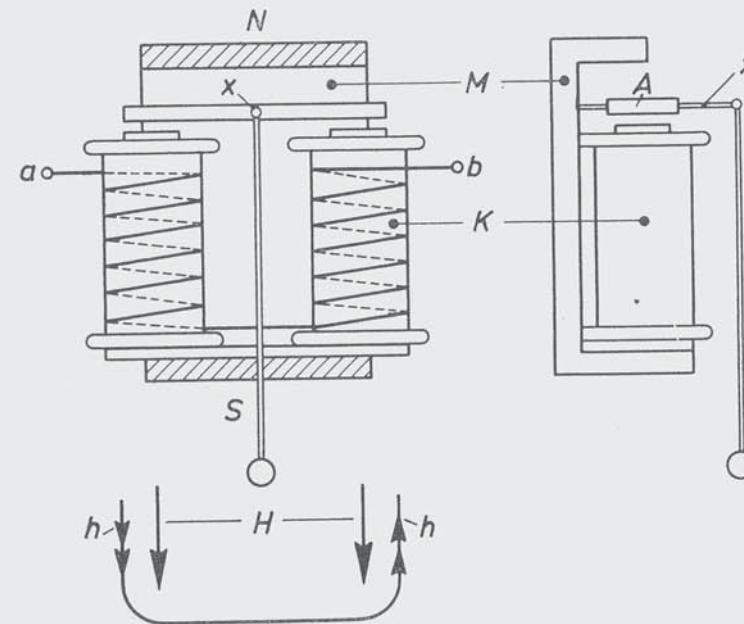


Abb. 240. Zweiter Weder für Festungsfernsprecher, Anordnung des Systems

Das polarisierte System besteht aus zwei Weicheisenkernen K, auf welche die Wicklung zu je einer Hälfte aufgetragen ist. Durch den Dauermagneten M werden die Kerne polarisiert, d. h. es werden die Kerne K, welche von den Kraftlinien des Dauermagneten geschnitten werden, so magnetisiert, daß z. B. wie in Bild 240 an den oberen Enden der Kerne K je ein Südpol entsteht. Wird das System an eine Wechselstromquelle (Frequenz f) angeschlossen, so wird der um die Achse X drehbar gelagerte Anker in schwingende Bewegung geraten. Fließt der Strom in Richtung a nach b (Bild 240), so wird im linken Kern ein magnetisches Feld erzeugt, welches dem bereits vorhandenen Feld gleichgerichtet ist. Das im linken Kern bereits vorhandene und vom Dauermagneten herrührende Feld addiert sich zum elektromagnetischen Feld.

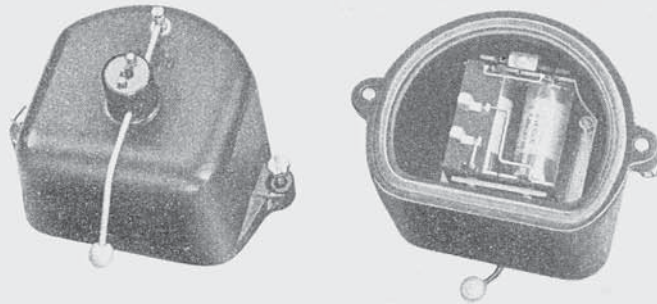


Abb. 241. Zweiter Wecker für Festungsvermittlung, Weckerschale und Grundplatte entfernt

Im rechten Kern wird durch denselben Strom ein Feld erzeugt, welches dem Feld des Dauermagneten entgegengesetzt ist. Daher ist im linken Kern ein Feld $H+h$, im rechten ein Feld $H-h$ wirksam. Der Anker wird vom linken Kern angezogen. Mit jeder Richtungsänderung des Stromes (je Frequenz zweimal) ändert sich das Bild entgegengesetzt, d. h. der Klöppel schlägt gegen die Weckerschale, und zwar bei einer Frequenz von 15 in der Sekunde dreißigmal.

Die Adern des Weckers werden an die mit W 2 bezeichneten Klemmen der Klemmenleiste im Festungsfernsprecher geführt. Die Einführung des Kabels erfolgt in der üblichen Weise durch Stopfbuchsendichtung. Zur Befestigung an der Wand dienen zwei Gushaugen.

Als zweiter Wecker für Festungsvermittlungen (Bild 241) wird ein Einschalen-Gleichstromwecker verwendet. Die Schaltung eines Gleichstrom-

weders zeigt Bild 242. Vor dem Elektromagneten M ist ein leicht beweglicher Anker A federnd gelagert. Der Anker trägt den Weckerklöppel und hält in der Ruhelage den Kontakt K_1 geschlossen. Ist die Weckerumschaltetafaste der Festungsvermittlung auf W 2 gestellt, so schließt der an jeder Fallklappe befindliche Kontakt K_2 den Stromkreis. Das System des zweiten Weckers arbeitet dann als Selbstunterbrecher, der Wecker läutet so lange,

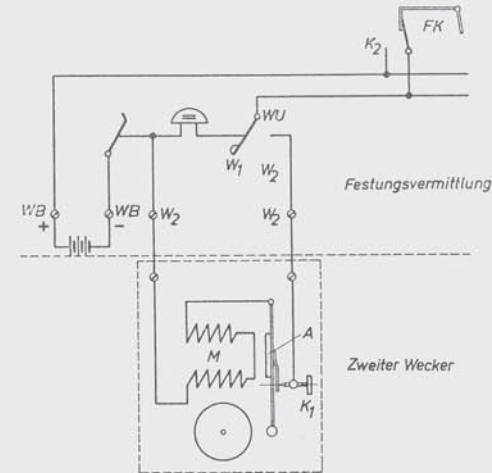


Abb. 242. Zweiter Wecker für Festungsvermittlung, Stromlaufplan

bis die Fallklappe wieder aufgerichtet oder die Weckerumschaltetafaste zurückgestellt wird. Der Wecker ist in einem wasserdichten Gehäuse eingebaut. Die Kabeleinführung erfolgt durch eine Stopfbuchsendichtung.

IV. Kabelmeßgeräte

(58) Das Feldmeßkästchen 18.

Mit dem Feldmeßkästchen 18 können Gleichspannungen und Widerstände gemessen werden, wenn es nicht auf große Genauigkeit ankommt. Die Spannungsmessungen beschränken sich auf einige Zehntel Volt bis höchstens 300 V, die Widerstandsmessungen auf einige 10 Ω bis höchstens 10 000 Ω . Das Feldmeßkästchen kann als tragbares Instrument bei Untersuchungen an Batterien und Elementen, Sprechstellen und Leitungen benutzt werden.

Es enthält in einem durch einen Deckel verschließbaren Holzgehäuse ein Meßinstrument mit einer Ohm- und Voltskala, 8 Klemmen, 3 Tasten

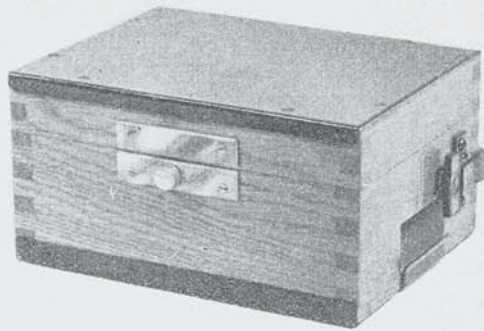


Abb. 243. Feldmeßkästchen 18
Länge 160, Breite 120, Höhe 75

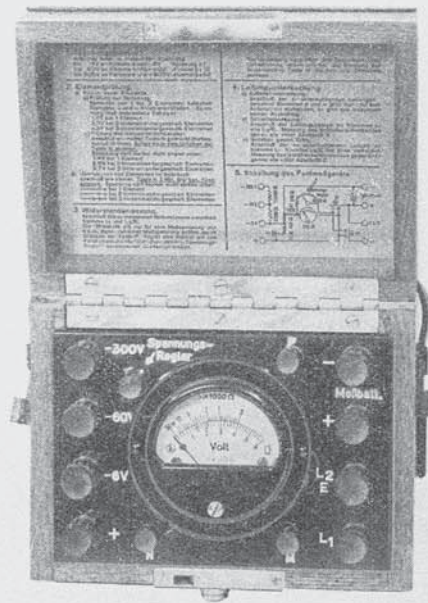


Abb. 244. Feldmeßkästchen 18, geöffnet

mit den zugehörigen Federfäden, 3 Vorschaltwiderstände und 1 Parallelschaltwiderstand, die Verbindungsdrähte, Kontakte und Haltevorrichtungen für eine Taschenlampenbatterie als Meßbatterie und 2 Anschlußschnüre als lose Zubehörteile (Bild 243—245).

Das Meßinstrument ist ein Drehspulen-Galvanometer für Gleichstrom mit einem Widerstand von 600 Ω . Bei der Durchführung von Spannungsprüfungen an Stromquellen der verschiedenen Art ist, wenn die Höchstspannung nicht bekannt ist, zunächst der Meßbereich 300 V anzuschließen. Das Instrument wird dadurch vor Schäden bewahrt. Ist der Ausschlag zu gering, so ist stufenweise zurückzugehen, bis das Instrument einen vollen und bequem ablesbaren Wert anzeigt. Die Eichung der Skala bezieht sich auf den Meßbereich 6 V. Im Meßbereich 60 V sind die abgelesenen Werte mit 10, im Meßbereich 300 V mit 50 zu multiplizieren.

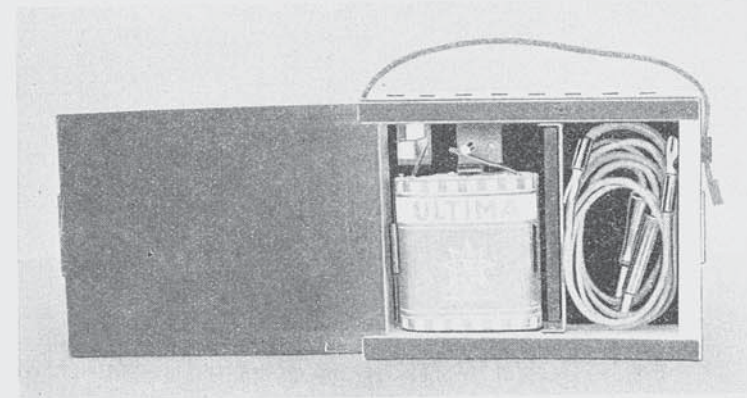


Abb. 245. Feldmeßkästchen 18, Rückseite geöffnet

Für die Prüfung von Elementen besitzt das Feldmeßkästchen ein besonderes Hilfsmittel. Hat ein Element, das bereits stark verbraucht ist, längere Zeit geruht, so zeigt es volle Spannung, obwohl es für den geforderten Betrieb nicht mehr geeignet ist. Um dies festzustellen, wird nach der Messung der Elementspannung die Taste N (Bild 246) gedrückt. Das Element wird dann durch einen Parallelschaltwiderstand von 15 Ω belastet und sofort gemessen. Die Spannung sinkt dann bei erschöpften Elementen rasch unter einen zugelassenen Grenzwert, der auf der Skala durch einen roten Strich bezeichnet ist.

Neue Elemente zeigen folgende Werte:

- 1 Element 1,5 V, Taste gedrückt 1,4 V
- 2 Elemente hintereinander 3,0 V, Taste gedrückt 2,6 V
- 3 Elemente hintereinander 4,5 V, Taste gedrückt 3,7 V.

Widerstandsmessungen werden verhältnismäßig ungenau. Sie reichen jedoch aus, um grundsätzliche Feststellungen zu treffen. So kann immer unterschieden werden, ob ein Leitungskurzschluß vorliegt, ob die Leitung

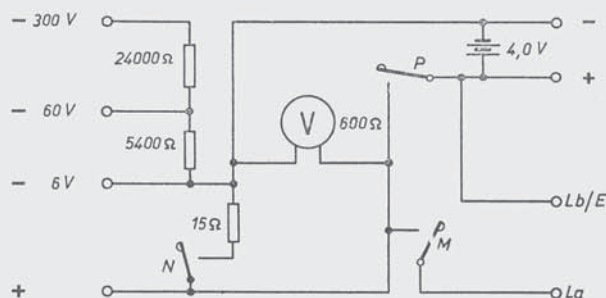


Abb. 246. Feldmehrkästchen 18, Stromlaufplan

offen ist (Unterbruch) oder ob die Leitung am Ende durch ein Fernsprengerät abgeschlossen ist (Gleichstromwiderstand des Kabels + Widerwiderstand), z. B. 2 km Festkabel + Wider des Festungsfernsprechers etwa 1200 Ohm. Die Eichung der Widerstandsskala setzt eine Batteriespannung von 4 V voraus. Ist die Meßspannung höher oder niedriger, so müßte der Widerstandswert umgerechnet werden nach der Formel:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

wobei E_1 die Klemmenspannung der Meßbatterie (Prüftaste P gedrückt), E_2 die abgelesene Spannung bei eingeschaltetem Widerstand (Meßtaste M gedrückt), R_1 und R_2 der wirksame Instrumentwiderstand und der gesuchte Widerstand ist. Um diese Umrechnung zu sparen, kann man folgendermaßen vorgehen: Der Belastungswiderstand (Taste N gedrückt) wird solange eingeschaltet, bis die Meßbatterie beim Drücken von P genau auf 4 V gefallen ist. Dann wird durch Drücken von M rasch der Widerstand gemessen. Das Ergebnis zeigt einen Fehler von etwa $\pm 10\%$. Größere Widerstände als 10 000 Ohm können durch Erhöhung der Meß-

spannung gemessen und nach Umrechnung an Hand der oben angegebenen Formel festgestellt werden. Sondern führen Meßspannungen über 45 V zu Beschädigungen am Instrument. Die eingebaute Taschenlampenbatterie muß in diesem Fall selbstverständlich entfernt werden.

Die Güte von Erden kann mit dem Feldmehrkästchen nach dem Dreisondenverfahren bestimmt werden. Hierbei werden in der Nachbarschaft (etwa 5 m) der zu messenden Erde zwei weitere Sonden möglichst gleicher Art angebracht. Nach Messung der Widerstände zwischen allen Sonden errechnet sich der gesuchte Erdwiderstand nach der Formel

$$E_1 = \frac{R_3 + R_2 - R_1}{2},$$

wobei die Benennung der Widerstände laut Bild 247 gewählt worden ist:

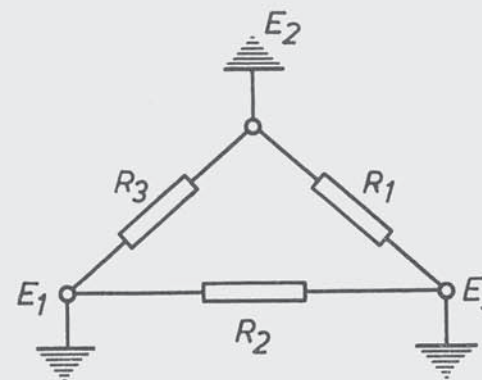


Abb. 247. Schaltbild zum Dreisondenverfahren

(59) Der Strom- und Spannungsmesser.

Der Strom- und Spannungsmesser dient zur genauen Messung von Gleich- und Wechselspannungen bis 600 V und von Gleich- und Wechselströmen bis 6 A. Das Instrument ist in einem Preßstoffgehäuse untergebracht und zeigt von oben gesehen zwei Anschlußklemmen, ein Skalenfenster und einen Meßbereichumschalter (Bild 248). Im Innern befindet sich ein Drehspulennetzwerk, die für die verschiedenen Meßbereiche erforderlichen Vor- und Parallelwiderstände sowie ein Trockengleichrichter für die Gleichrichtung der Wechselströme (Bild 249). Unter dem Skalenfenster zeigen sich 2 übereinanderliegende Eichskalen, von denen die schwarze Strichteilung die Gleichströme und -spannungen, die rote die Wechselströme und -spannungen anzeigt. Je 12 Meßbereiche für beide Stromarten geben dem Instrument den großen Meßbereichumfang. Das

Instrument gestattet, Ströme bis 3 mA, 15 mA, 60 mA, 300 mA, 1,5 A und 6 A sowie Spannungen bis 1,5 V, 6 V, 30 V, 150 V, 300 V und 600 V zu messen.

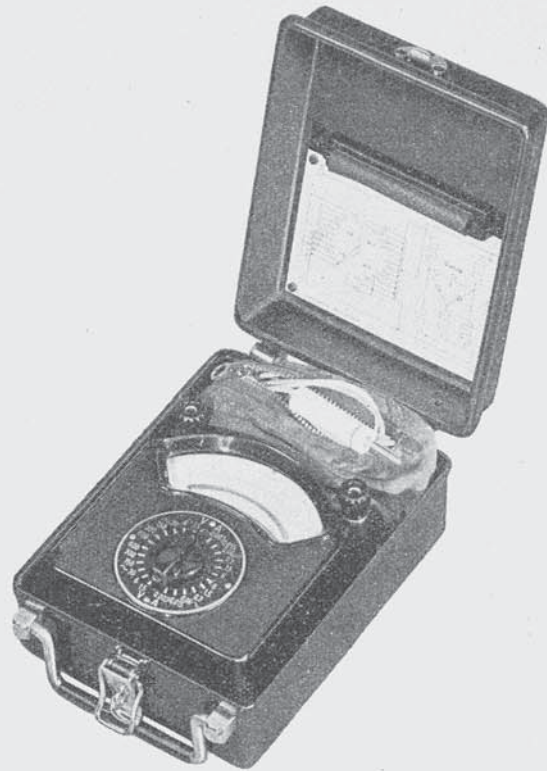


Abb. 248. Strom- und Spannungsmesser, in Schutzgehäuse eingebaut

Die Umschaltung der Meßbereiche erfolgt durch einen Drehschalter, wobei die weiße Beschriftung für Gleichstrom, die rote Beschriftung für Wechselstrom gilt. Der genauen Ablesung dienen Messerzeiger und Spiegel.

skala. Die Meßgenauigkeit beträgt bei Gleichstrom und -spannung $\pm 1\%$ vom abgelesenen Wert und bei Wechselstrom und -spannung $\pm 1,5\%$. Die Wechselstromwerte gelten für einen Frequenzbereich von 20 bis 500 Hz.

Zur Sicherung des Instrumentes bei unbekannten Spannungen und Strömen stellt man zunächst den größten Meßbereich ein und wählt erst dann bei zu kleinen Ausschlägen kleinere, also genauere Meßbereiche. Da Wechselströme und -spannungen bei Einstellung der Gleichstrom-Meßbereiche nicht angezeigt werden, kann das Meßinstrument dabei durch

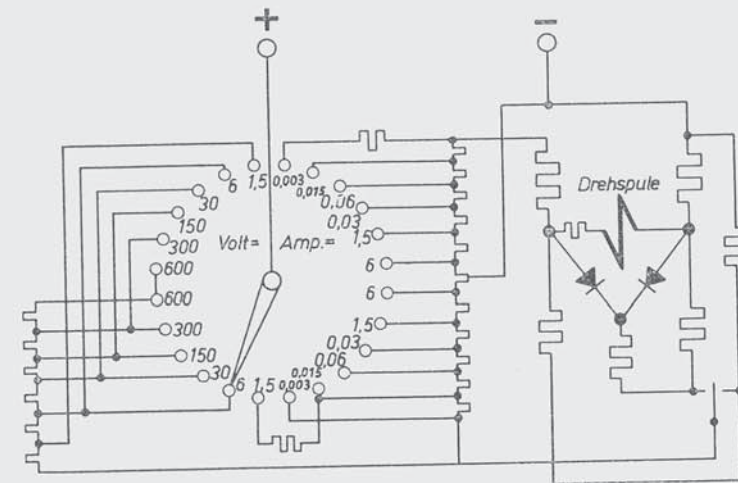


Abb. 249. Strom- und Spannungsmesser, Stromlaufplan

Überlastung zerstört werden. Ist die Stromart bei Vornahme der Messung nicht bekannt und zeigt das Meßinstrument in den Gleichstrom-Meßbereichen nicht an, so ist kurzzeitig auf die Wechselstrom-Meßbereiche umzuschalten.

Der Meßbereichsfaktor ist bei der Ablesung zu berücksichtigen, d. h. der Wert zu errechnen. Bild 250 soll zur Erleichterung der Umrechnung dienen.

Zur Berichtigung der Nullpunktseinstellung dient die kleine Schraube am Meßbereichumschalter.

Um Meßfehler durch erhöhte Übergangswiderstände an den Kontakten des Meßbereichumschalters zu vermeiden, ist es erforderlich, die Kontakte halbjährlich zu reinigen. Dazu entfernt man die Bodenplatte des

Instrumentes, säubert die Kontakte mit säurefreiem Petroleum und fettet sie dann mit reiner Vaseline hauchdünn ein.

Um das Instrument bequem tragbar zu machen, ist es in einem Gehäuse aus Stahlblech verpackt. In diesem befindet sich ein Stromlaufplan

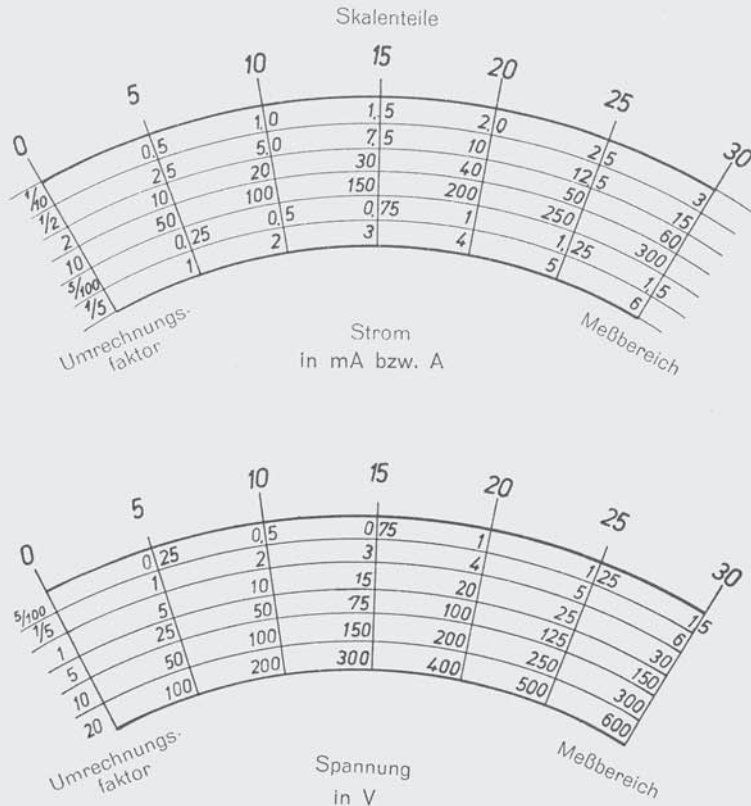


Abb. 250. Schema der verschiedenen Meßbereiche des Strom- und Spannungsmessers

sowie zwei Meßschnüre mit Bananenstедern, die in einen Beutel mit Reißverschluß eingelegt werden.

Innerhalb des Gehäuses ist das Meßinstrument auf Gummifüßen gelagert, wodurch es vor Beschädigungen durch Stöße geschützt ist. Die Abmessungen des Gerätes zeigt Bild 251.

obere Skala für Gleichstrom- und Spannungsmessungen.
untere . . . Wechsel . . . und . . .

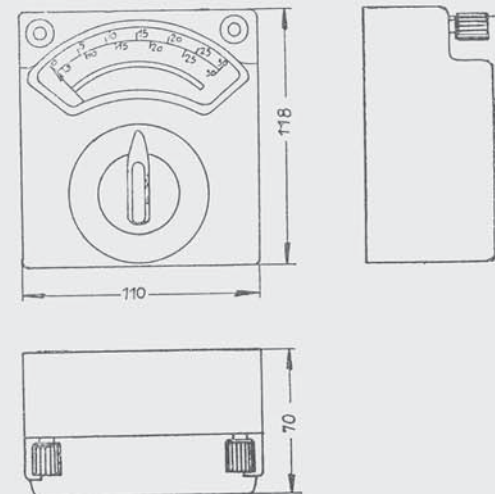


Abb. 251. Strom- und Spannungsmesser, Maßbild

(60) Die Widerstandsmessbrücke.

Im Abschnitt Meßgeräte sind eine Reihe von Meßinstrumenten aufgeführt, die nach der Brückenmethode arbeiten. Dahin gehören die Widerstandsmessbrücke, die Kapazitätsmessbrücke (Abschn. 63) und die Kabelmeßeinrichtung (Abschn. 64). Das Prinzip von Meßbrücken sei kurz erläutert.

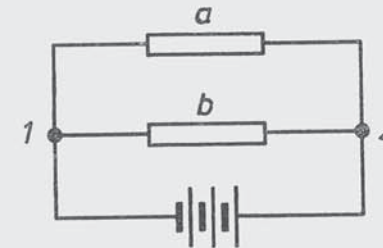


Abb. 252. Parallelschaltung zweier Widerstände

Legt man an einen Widerstand eine Spannung, so fließt ein Strom. Auf dem Weg über den Widerstand macht der Strom ein Spannungsfälle durch von z. B. + 4 bis - 4 V oder von + 8 bis 0 V. Legt man nun diesem Widerstand a einen zweiten Widerstand b parallel (Bild 252), so fließt der Strom in beiden Widerständen, wobei sicher ist,

daß durch die Verbindung der beiden Widerstände in den Punkten 1 und 2 an diesen Punkten gleiche Spannung herrscht. Der Strom verteilt sich über die beiden Widerstände im umgekehrten Verhältnis der Widerstandswerte, d. h. es fließt in dem größeren Widerstand der kleinere und in dem kleineren der größere Strom. Mit einem Spannungsmesser kann man nun längs der Widerstände die Punkte abtasten, zwischen denen die Spannung Null herrscht, zwischen denen also kein Strom

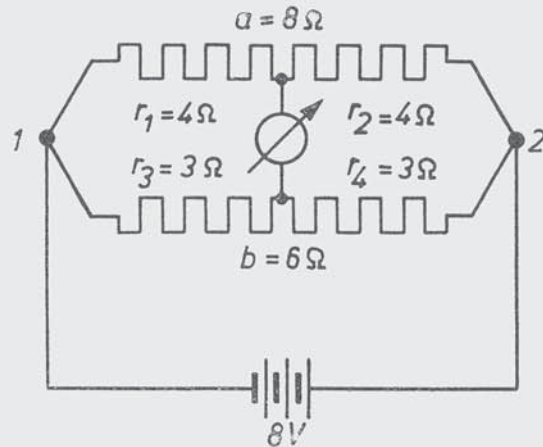


Abb. 253. Beispiel einer Brückenschaltung

fließt (Bild 253). Wenn wir die Spannung von 8 V angelegt haben, ist dies z. B. der Fall, wenn dort die Spannung 4 V herrscht. Hat der Widerstand a dabei 8 Ω und der Widerstand b 6 Ω, so betragen die Teilwiderstände $2 \times 4 \Omega$ und $2 \times 3 \Omega$. Es ergibt sich daraus, daß sich die Teilwiderstände

$$r_1 : r_2 = r_3 : r_4$$

verhalten.

Dieses Verfahren gestattet, verhältnismäßig genaue Messungen durchzuführen, die von der Batteriespannung unabhängig sind. In der praktischen Ausführung macht man das Verhältnis $\frac{r_3}{r_4}$ konstant und z. B. gleich 1, d. h. die Widerstände gleich groß (Bild 254). Wird der zu messende Widerstand an x angelegt und der Regelwiderstand R solange verändert, bis durch das Meßinstrument kein Strom mehr fließt, dann ist der gesuchte Widerstand x gleich dem eingestellten Wert von R. Das gleiche Verfahren kann sinngemäß mit einer Wechselstromquelle auf Wechselstromwiderstände, also Kapazitäten und Induktivitäten, angewendet werden.

Die Widerstandsmessbrücke dient zum Messen von ohmschen Widerständen (z. B. Schleifenwiderstand bei Kabeln) mit Gleichstrom oder Wechselstrom. Bei Erdschluß von Kabeladern kann diese Fehlerstelle mit einer Genauigkeit von etwa 1 %, bezogen auf die Länge des betrachteten Kabelstückes, bestimmt werden, falls das Kabel selbst nicht zerissen ist.

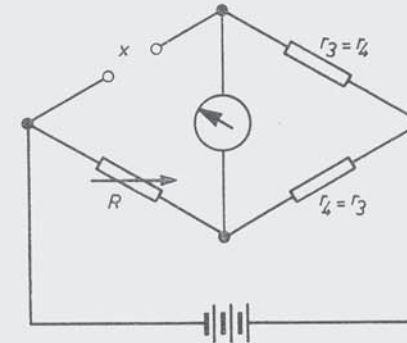


Abb. 254. Schaltbild der Wheatstoneschen Brücke

Die Widerstandsmessbrücke besteht aus einem Drehspul-Nullinstrument, den Normalwiderständen, dem Abgleichwiderstand mit Drehskala, dem Meßbereichstöpsel und der Taschenlampenbatterie in einem gemeinsamen Preßstoffgehäuse (Bild 255—257). Für Wechselstrommessungen gehören dazu ein anstechbarer Summer und ein Kopfhörer. Das Instrument mit Zubehör und 2 Meßschnüren wird in einem Schutzgehäuse aus Eisenblech geliefert. In dem Deckel befindet sich eine schematische Meßanweisung für alle durchführbaren Messungen. Die elektrischen Werte des Nullinstrumentes sind:

$$1^\circ = 2 \cdot 10^{-6} \text{ A}$$

$$\text{Gleichstromwiderstand: } 600 \Omega$$

Mit der Messbrücke können Widerstände von 0,05 bis 50 000 Ω mit Gleichstrom gemessen werden. Bei manchen Widerständen, z. B. Elektrolyten oder Erdwiderständen, ist die Messung mit Wechselstrom vorzunehmen. Dazu werden der anstechbare Summer (Frequenz etwa 1000 Hz) und der Kopfhörer verwendet. Auch für die Wechselstrommessung dient die im Gerät eingebaute Taschenlampenbatterie als Stromquelle. Der Meßbereich geht dann von 0,5 bis 50 000 Ω.

Zur Bestimmung der Fehlerstelle bei Erdschluß von Erdkabeln sind die Klemmen des Abgleichwiderstandes herausgeführt (F 1 und F 2). Unter der Drehskala ist noch eine feste Skala angebracht.

Bei Gleichstrommessungen wird der unbekannte Widerstand an die Klemmen X—X angeschlossen, der Meßbereich 10 gestöpselt und die Taste T gedrückt (Bild 258). Bei Linksausschlag des Strommessers ist die Drehskala nach rechts, bei Rechtsaus Schlag nach links zu drehen, bis der Strommesser auf Null zeigt. Wenn keine Nullstellung erreicht werden kann, ist ein anderer Meßbereich (1000 bis 0,01) zu stöpseln. Die Ableseung

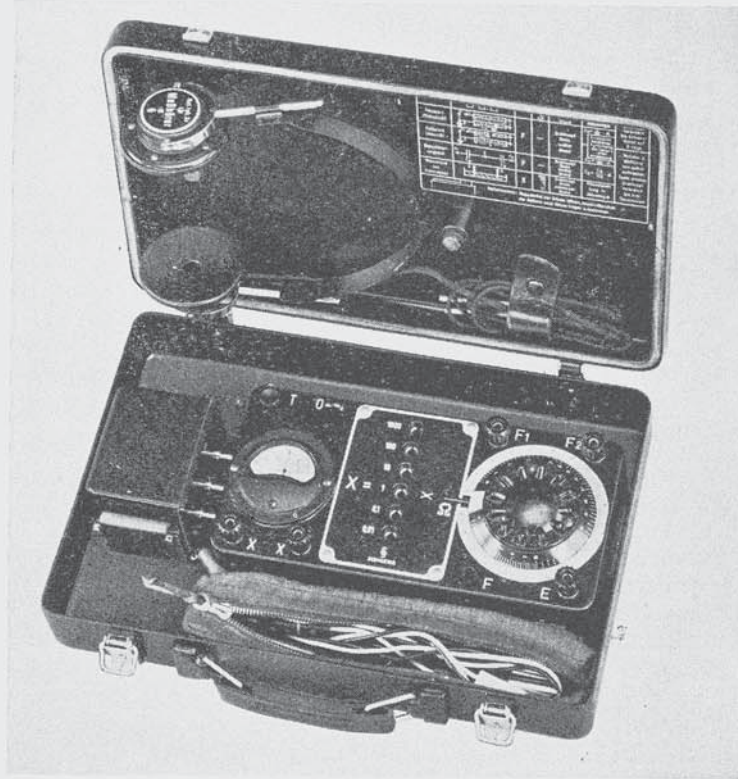


Abb. 255. Widerstandsmessbrücke, in Schutzgehäuse eingebaut

auf der Drehskala (über dem festen Strich links neben der Drehskala) multipliziert mit dem Meßbereichsfaktor ergibt dann den gesuchten Widerstandswert. Die Meßgenauigkeit beträgt in den mittleren Bereichen etwa $\pm 1\%$. Beim Meßbereich 1000 läßt sich die Empfindlichkeit durch Anschluß einer 60 V-Anodenbatterie, an Stelle der eingebauten Taschenlampenbatterie, erhöhen. Die Anodenbatterie darf aber nur bei diesem

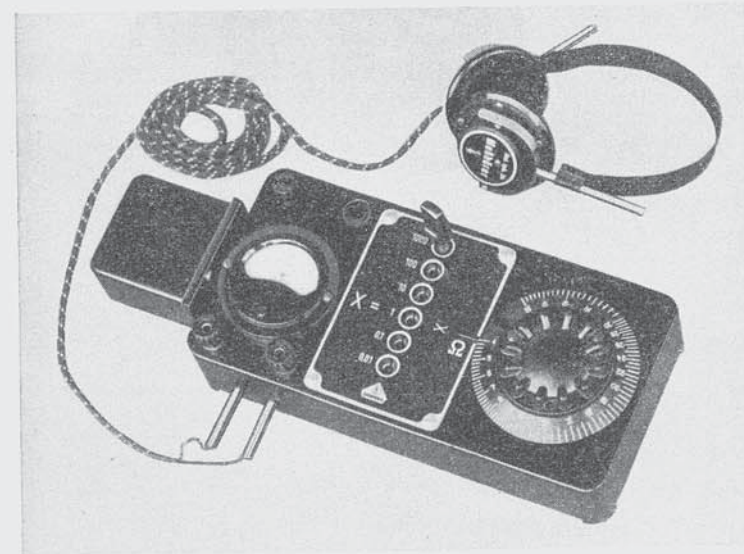


Abb. 256. Widerstandsmessbrücke, für Wechselstrommessung betriebsfertig

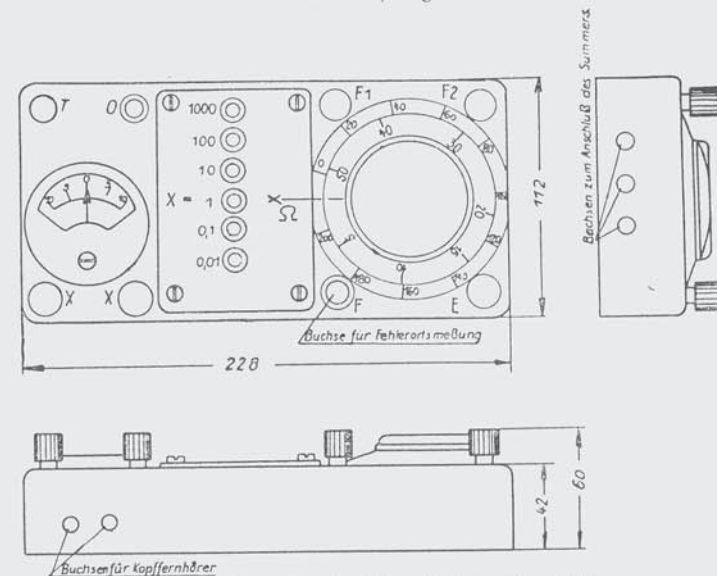


Abb. 257. Widerstandsmessbrücke, Maßbild

Messbereich verwendet werden. Der Summer darf bei Gleichstrommessungen nicht angesteckt sein.

Zur Vornahme von Wechselstrommessungen wird die Widerstandsmessbrücke aus dem Schutzgehäuse entfernt. Summer und Kopfhörer sind anzustechen (Bild 256). Nach Anschluß des Messgegenstandes an die Klemmen X—X erfolgt Einstellen auf Tonminimum durch Drehen der Drehskala. Die Auswahl des Messbereiches geschieht durch Stöpseln des in 0 befindlichen Messbereichstöpfels in die entsprechende Buchse (0,1 bis 1000). Die Messgenauigkeit bei Wechselstrom beträgt in den mittleren Bereichen $\pm 2\%$.

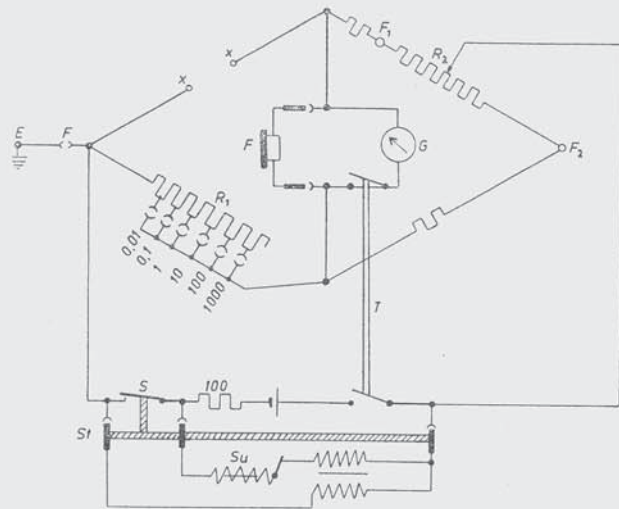


Abb. 258. Widerstandsmessbrücke, Stromlaufplan

Fehlerortsbestimmungen werden folgendermaßen ausgeführt (Bild 259): Die mit dem Erdschluß behaftete Ader des Kabels wird an die Klemme F1 angeschlossen. Eine gesunde Ader, d. h. eine Ader ohne Erdschluß, oder eine Hilfsleitung von gleichem Widerstand wie die schlechte Ader wird an F2 angeschlossen. Am fernen Kabelende muß Ader 1 mit Ader 2 bzw. Hilfsleitung verbunden werden. Die Klemme E wird mit Erde verbunden (z. B. durch Erdschneider) und der Meßstöpsel in Buchse F gesteckt. Die Drehskala ist so weit zu drehen, bis das Instrument auf 0 zeigt. Der Summer darf nicht gesteckt sein. Auf der festen Skala ist gegenüber dem schwarzen Strich auf weißem Grund (an der Drehskala) der Meßwert abzulesen.

Die Entfernung der Fehlerstelle von der Meßstelle ergibt sich dann aus:

$$L_x = \frac{\text{Gesamtlänge des Kabels}}{100} \cdot \text{Ableseung.}$$

Wenn bei der Messung der Ausschlag am Instrument zu klein ist, kann eine Batterie von 10 bis 100 V verwendet werden, z. B. Anodenbatterie. Die höhere Spannung wird zweckmäßig in den Erdstromkreis gelegt, d. h. zwischen E-Klemme und Erde. Diese erhöhte Spannung ist nur dann einzuschalten, wenn der zu bestimmende Erdschluß hochohmig ist, was durch geringen Ausschlag des Nullinstrumentes erkennbar ist.

Falls eine gut isolierte Ader des Kabels oder eine Hilfsleitung mit gleichem Widerstand nicht zur Verfügung steht, kann bei Verwendung

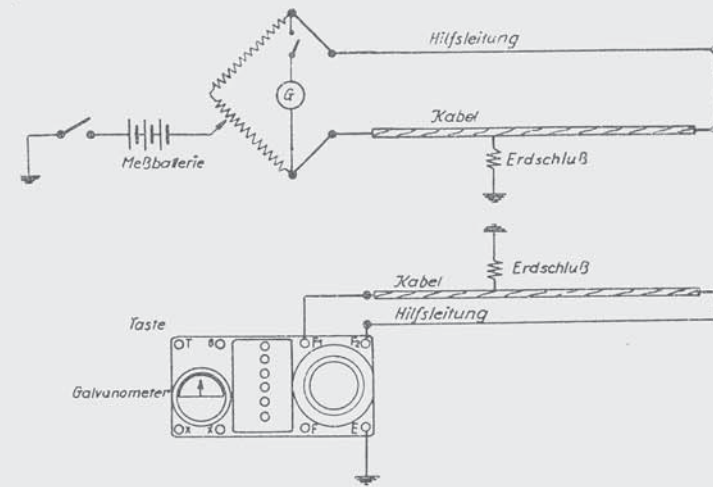


Abb. 259. Fehlerortsmessung mit der Widerstandsmessbrücke

einer gut isolierten Hilfsader mit dem Widerstand R_H die Entfernung der Fehlerstelle berechnet werden aus:

$$L_x = \frac{\alpha \cdot L}{100} \cdot \frac{R_L + R_H}{2 R_L},$$

wobei α = Ableseung auf weißer Skala,

L = Gesamtlänge des Kabels,

R_L = Aderwiderstand der fehlerhaften Ader bis zum Kabelende.

Zur Kontrolle ist das fehlerhafte Kabelstück von beiden Kabelenden aus einzumessen.

Die Genauigkeit der Fehlerortsmessung ist etwa $\pm 1\%$. Beim Ausmessen des Fehlerorts sind Vorratsschleifen des Kabels zu berücksichtigen.

(61) Das Ohmmeter.

Das Ohmmeter (auch „Leitungs- oder Elementprüfer“ genannt), dient zur schnellen überschlägigen Bestimmung von Widerständen bis 5000 Ω . Es findet vor allem Anwendung bei der Prüfung von mehrpaarigen Kabeln nach aufgetretenen Fehlern. Die genaue Fehlereinemessung muß mit der Widerstandsmessbrücke oder der Kabelmeßeinrichtung vorgenommen werden (Abschn. 60 und 64).

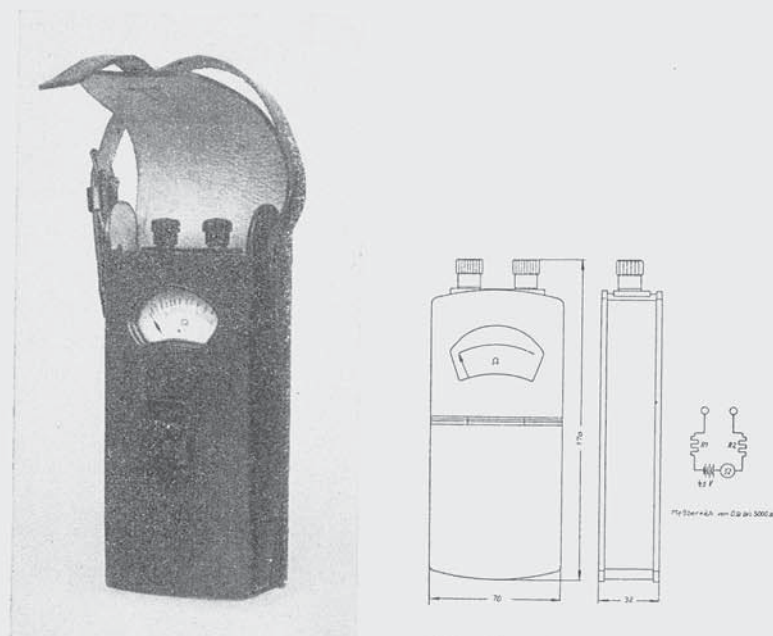


Abb. 260. Ohmmeter in Ledertasche

Abb. 261. Ohmmeter, Maßbild und Stromlaufplan

Das Ohmmeter besteht aus einem Strommesser und einer Taschenlampenbatterie, die zusammen in ein handliches Preßstoffgehäuse eingebaut sind. Zum Schutz des Geräts wird eine Ledertasche mitgeliefert (Bild 260 bis 261). Der Widerstandswert des Meßgegenstandes wird auf der Skala unmittelbar abgelesen. Die Messung erfolgt mit Gleichstrom bei 4,5 V. Zum Ausgleich der mit der Zeit abnehmenden Batteriespannung dient ein verstellbarer magnetischer Nebenschluß. Dieser Ausgleich ist vor jeder Messung vorzunehmen, d. h. nach Kurzschluß der Meßklemmen ist der

Zeiger durch Rechts- oder Linksdrehen der Stellschraube auf 0 einzustellen.

Zur Messung wird der Meßgegenstand an die beiden Klemmen des Ohmmeters angeschlossen und der Widerstand auf der Skala abgelesen. Bei Kurzschluß der Klemmen muß der Zeiger auf 0 stehen.

(62) Das tragbare Kabelprüfgerät (Megohmmeter).

Das tragbare Kabelprüfgerät, kurz „Megohmmeter“ genannt, dient zur Isolationsmessung von Kabeln, Leitungen, Fernsprengeräten und von nachrichtentechnischen Anlagen mit hochwertiger Isolation.

Das Kabelprüfgerät ist in ein Gehäuse aus Kunstharzpreßstoff eingebaut (Bild 262). Zum Anschluß des zu messenden Gegenstandes dienen die am Gehäuse befindlichen Klemmen 1, 2 und 4 (Bild 263). Klemme 3 ist als drehbarer Meßbereichumschalter ausgebildet. Ein lederner Bügel zum Tragen des Gerätes ist am oberen Teil des Gehäuses befestigt.

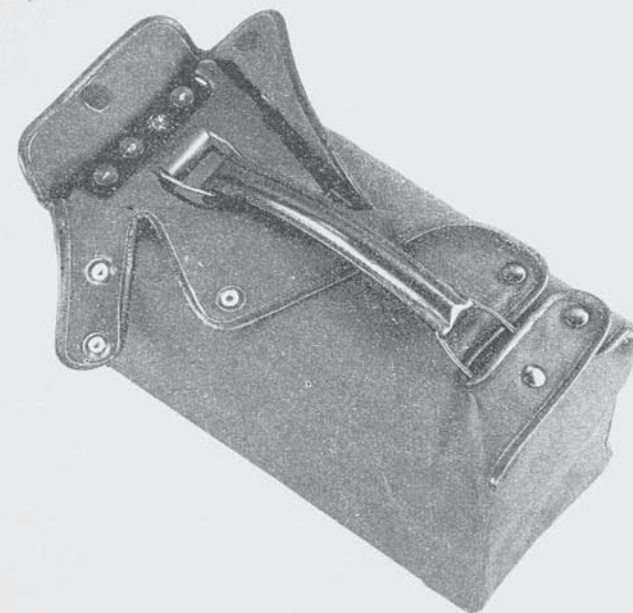


Abb. 262. Tragbares Kabelprüfgerät (Megohmmeter)

Zur Freigabe des Meßinstrumentes ist er einseitig lösbar. Das Skalensfenster des Instrumentes ist durch einen klappbaren Deckel geschützt. An

der den Anschlußklemmen abgewandten Seite des Gehäuses befindet sich eine einklappbare Kurbel zum Antrieb des Gleichstromgenerators. Im Innern des Gehäuses sind die elektrischen Einbauteile untergebracht. Als Stromquelle für die Isolations-, d. h. Widerstandsmessungen, dient ein Gleichstromgenerator, der eine konstante Spannung von 500 V liefert. Die konstante Spannung wird dadurch erreicht, daß ein zwischen Antrieb und Generator eingebauter Drehzahlregler bei mehr als 2,5 Umdrehungen in der Sekunde einen Freilauf einschaltet. Der Kurbelantrieb setzt



Abb. 263. Megohmmeter, betriebsfertig

erst dann wieder ein, wenn eine geringere Umdrehungszahl erreicht wird. Ferner sind im Gehäuse ein hochwertiges Meßinstrument sowie eine Anzahl Widerstände zur Veränderung des Meßbereiches untergebracht. Es können Widerstände von 0,02 bis 10 M Ω , 0,2 bis 100 M Ω und 2 bis 1000 M Ω in drei Meßbereichen gemessen werden. Das Meßinstrument ist als Kreuzspulinstrument ausgebildet und hat ein Zeigersystem, das keine richtungsanzeigende Federkraft besitzt. Es hat also im stromlosen Zustand keine festbestimmte Ruhelage. Die Betriebsbereitschaft des In-

strumentes wird geprüft durch Drehen des Induktors bei Leerlauf (Klemmen 1 und 2 offen). Der Zeiger des Instrumentes muß dann auf den Wert Unendlich (∞) einspielen. Bei kurzgeschlossenen Klemmen muß der Zeiger kräftig nach links ausschlagen.

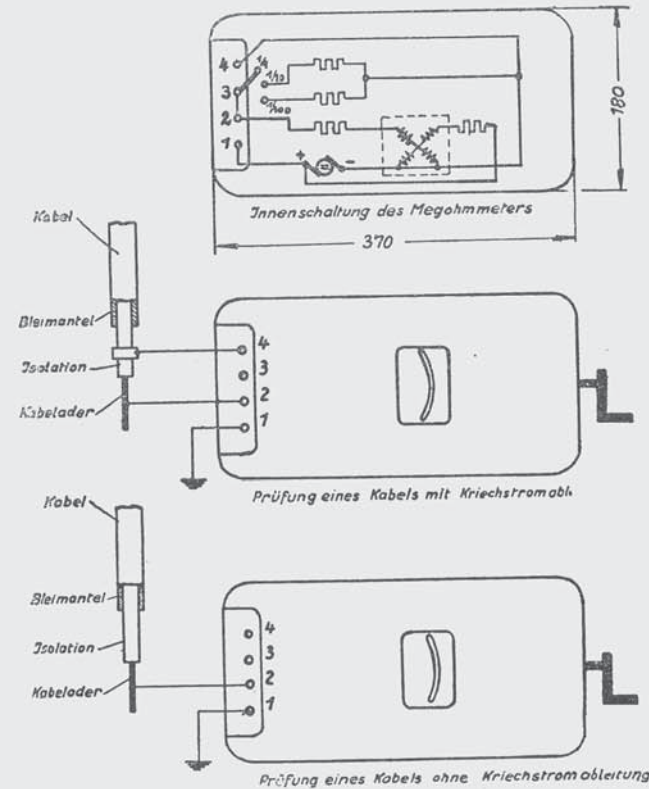


Abb. 264. Megohmmeter, Maßbild und Stromlaufplan

Bei der Prüfung von Kabeln und Leitungen kann man die Prüfung mit und ohne Kriechstromableitung unterscheiden (Bild 264). Bei der ersteren werden an Klemme 1 Erde bzw. der Bleimantel des Kabels angeschlossen, an Klemme 2 die zu messende Ader des Kabels und an Klemme 4 ein Stannioldwidder, der um die Isolation des Kabels gewickelt wird. Die Kriechströme, die infolge Durchfeuchtung oder Verschmutzung des Meßgegenstandes den Meßwert fälschen, werden hierbei unwirksam gemacht. Sind die Enden des Meßgegenstandes nicht durchfeuchtet, so erfolgt die Messung ohne Anschluß der Klemme 4.

Zwischen den Klemmen 1 und 2 können auch hochohmige Widerstände gemessen werden, außerdem lassen sich Erdschlüsse und Ueberberührungen durch vorsichtiges Ankurbeln auf dem kleinsten Meßbereich bestimmen. Vermutliche Ueberbrücke werden festgestellt durch Messung des Isolationswiderstandes bei Kurzschluß der Uedern am fernen Ende.

Die hohe Meßspannung läßt sich außerdem zur Prüfung der Luftleerspännungsableiter, wie sie in den Sicherungskästen (Abchnitt 30) verwendet werden, benutzen. Da diese bereits bei 350 V überschlagen sollen, müssen die Sicherungen durch Aufleuchten vor Erreichen der vollen Drehzahl des Generators ansprechen.

Beim Transport ist das Gerät vor Stößen zu schützen, damit es nicht beschädigt wird.

(63) Die Kapazitätsmeßbrücke.

Die Kapazitätsmeßbrücke (Bild 265—268), auch kurz „Kapavi“ genannt, enthält in einem Preßstoffgehäuse die Abgleichwiderstände, die Kondensatoren, die geeichte Skala und den Meßbereichumschalter. Am Gehäuse befinden sich die beiden mit X bezeichneten Klemmen zum Anschluß des Meßgegenstandes, je zwei Buchsen für den Kopfhörer und die Meßstromquelle.

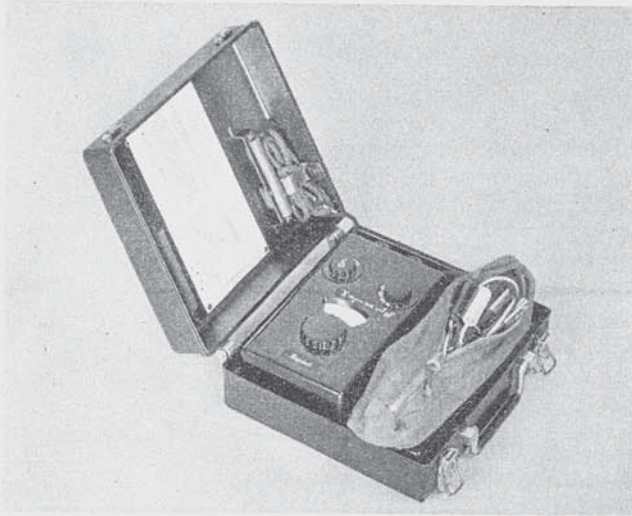


Abb. 265. Kapazitätsmeßbrücke, in Schutzgehäuse eingebaut

Die Meßstromquelle ist ein der Kapavi angepaßtes Zusatzgerät. Es enthält in einem Preßstoffgehäuse einen Summer für etwa 800 Hz und

eine Taschenlampenbatterie. Die elektrische Verbindung von Stromquelle und Meßbrücke erfolgt durch Ansteden des Kapavi-Summers. Ein in die Meßbrücke eingebauter Übertrager formt die Meßspannung auf etwa 40 V am Meßgegenstand um.

Spannungsschwankungen der Taschenlampenbatterie haben keinen Einfluß auf die Meßgenauigkeit, die solange erhalten bleibt, wie der Summer noch anspricht.

Als Nullinstrument dient ein Kopfhörer von etwa 200 Ω Gleichstromwiderstand.

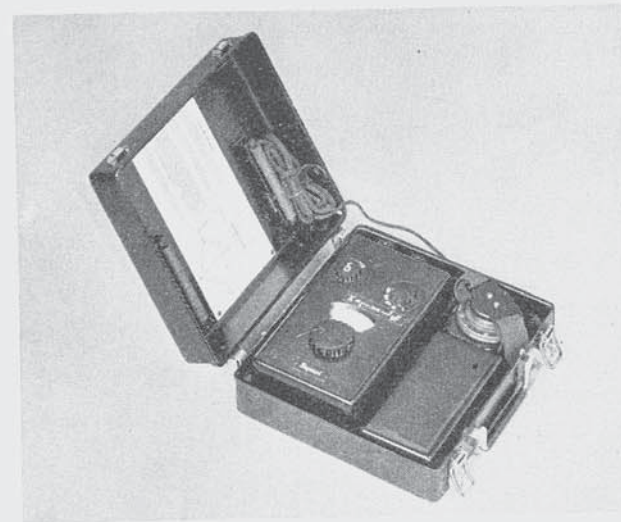


Abb. 266. Kapazitätsmeßbrücke, Beutel mit Meßschnüren entfernt.

Der große Meßbereichumfang wird durch Umschaltung auf fünf Meßbereiche erzielt (Drehknopf R_1 im Bild 268):

- Meßbereich 1: von 20 bis 1000 pF
- 2: bis 10 000 pF
- 3: bis 0,1 μ F
- 4: bis 1 μ F
- 5: bis 10 μ F.

Für alle Meßbereiche ist nur eine Skala vorhanden. Die Ablesung erfolgt unter einem Faden im Skalenfenster.

Der Meßwert ergibt sich durch Multiplikation mit der Zehnerkonstante des eingestellten Meßbereiches.

Ein eingebauter Phasenabgleichwiderstand (Drehknopf R_4 im Bild 268) ermöglicht scharfe Einstellung des Tonminimums auch bei Messungen an verlustbehafteten Kondensatoren bzw. Kabeln. Die Meßgenauigkeit beträgt $\pm 1\%$ vom Sollwert, jedoch im untersten Meßbereich zuzüglich ± 3 pF.

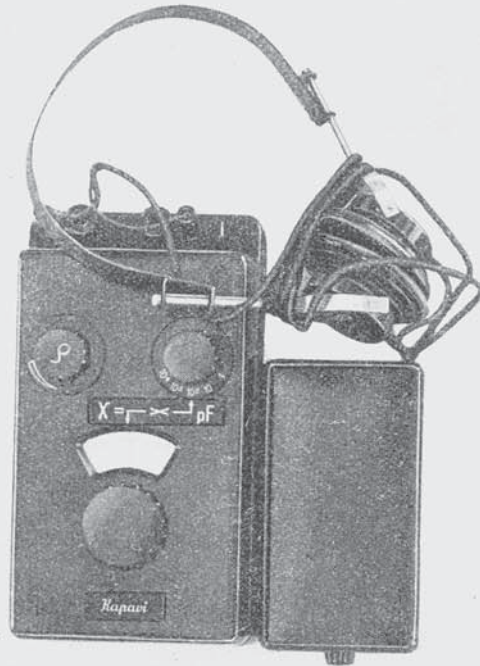


Abb. 267. Kapazitätsmeßbrücke, betriebsfertig

Die Kapavi dient zum Messen der Kapazität von Erdkabeln. Durch Vergleich mit der vorher gemessenen Kapazität des Erdkabels kann aus der Messung die Länge des angeschlossenen Kabelstückes bestimmt werden, woraus sich bei paarigen Uderbrüchen die Fehlerstelle bestimmen läßt nach der Formel:

$$L_x = \frac{C_x}{C_N} \cdot L_N,$$

wobei L_x = Entfernung zur Fehlerstelle,

C_x = gemessene Kapazität bis zur Fehlerstelle,

C_N = Kapazität der gesamten Kabelstrecke.

Außerdem können mit der Kapavi Kondensatoren aller Art im Bereich von 20 pF bis $10 \mu\text{F}$ schnell und genau gemessen werden ($1 \text{ pF} = 1 \text{ Piko-farad} = 1 \mu\mu\text{F} = 1 \cdot 10^{-12} \text{ F}$).

Zur Messung (Bild 269) werden die Kopfhörer-Anschlüsse in die mit „T“ bezeichneten Buchsen gesteckt, der zu messende Kondensator (oder bei Erdkabel: Uder a und Uder b) an die beiden X-Klemmen angeschlossen, der Summer wird an die Meßbrücke angeschlossen und der Meßbereich-Umschalter auf den der Größenordnung des Kondensators entsprechenden Wert eingestellt.

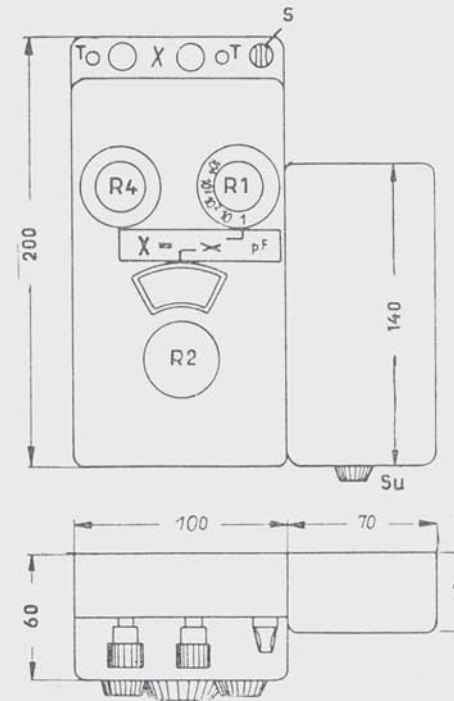


Abb. 268. Kapazitätsmeßbrücke, Maßbild

Nun wird der rechts neben den X-Klemmen angebrachte Faster-Schalter S gedrückt und durch Linksdrehen festgestellt. Dabei muß der Summer ansprechen. Falls der Summer nicht anspricht, ist die Rändelschraube S_u am Summerkästchen zuerst einige Umdrehungen im Linksdreh Sinn, dann im Rechtsdreh Sinn zu drehen, bis Summer ertönt. Dann wird der große Drehknopf R_2 unter dem Skalensfenster solange nach rechts bzw. links gedreht, bis der Summertone im Kopfhörer verschwindet.

Läßt sich ein völliges Verschwinden des Tones bzw. ein scharfes Tonminimum nicht erzielen, dann ist der Phasenabgleich durch Drehen des mit δ bezeichneten Knopfes R_4 zu betätigen. Ist bei keiner Stellung des großen Knopfes ein Tonminimum festzustellen, dann ist ein anderer Meßbereich zu wählen und das Tonminimum auf die beschriebene Weise erneut zu suchen.

Der im Skalenfenster abgelesene Wert wird dann nur noch mit der betreffenden Zehnerkonstante multipliziert, worauf sich der Meßwert unmittelbar in Pikofarad (pF) ergibt.

Beim Fests-Kabel lassen sich Kapazitätswerte bis zu 4 km Kabellänge messen.

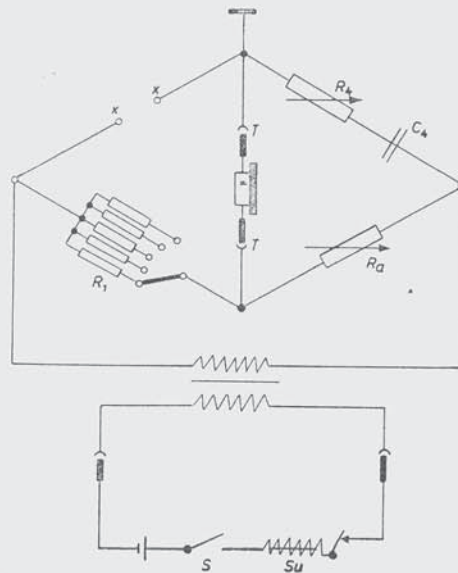


Abb. 269. Kapazitätsmeßbrücke, Stromlaufplan

(64) Die Kabelmeßeinrichtung.

Die Kabelmeßeinrichtung wird vornehmlich bei der Abnahme hochwertiger Kabelverbindungen sowie zur Feststellung von Fehlerorten an Kabeln und Leitungen mit großer Genauigkeit verwendet. Sie gestattet die Vornahme von Widerstands-, Isolations- und Kapazitätsmessungen. Von dem Gerät bestehen zwei verschiedene Typen:

- die Kabelmeßeinrichtung 35 und
- die Kabelmeßeinrichtung 40,

die sich durch die Anordnung der Meßgeräte und der Zubehörteile unterscheiden.

Die Instrumente und Apparate der Kabelmeßeinrichtung 35 (Bild 270) sind in zwei aus Eichenholz gefertigten Transportkoffern untergebracht. Die Koffer sind mit anstechbaren Beinen versehen und können als Meßtische benutzt werden. Im ersten Koffer befinden sich zwei Meßbatterien (Spannung von 120 V aus 29 Taschenlampenbatterien) mit Schutzwiderständen, eine Stöpselmeßbrücke und ein Schaltkästchen für Isolations- und Kapazitätsmessungen. Im zweiten Koffer befindet sich ein Spiegel- oder

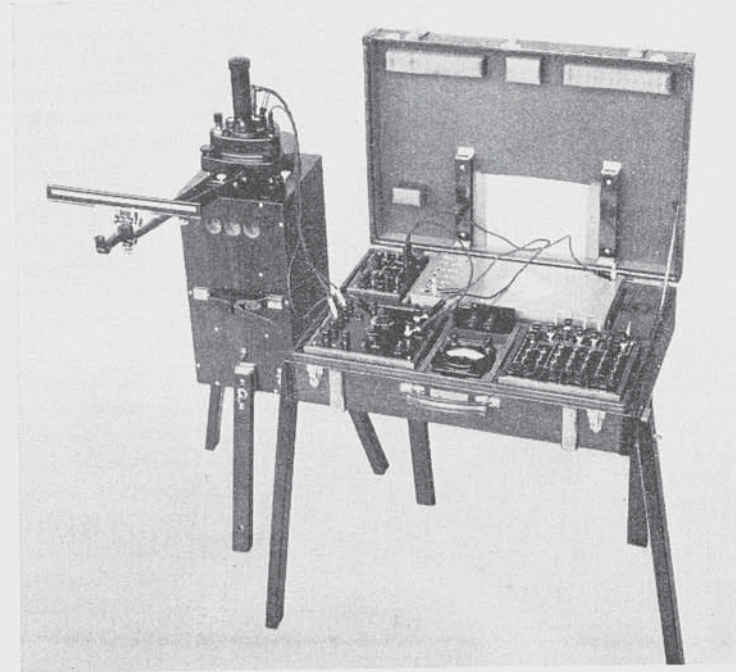


Abb. 270. Kabelmeßeinrichtung 35

Lichtmarkengalvanometer mit Zubehör, ein Nullgalvanometer und ein Meßkondensator.

Das Spiegelgalvanometer ist ein hochempfindliches Laboratoriumsinstrument; es hat einen Instrumentwiderstand von 10 000 Ω und einen Meßwertwiderstand von 250 Ω .

Die Meßkonstanten sind etwa:

$$\begin{aligned} 0,8 \times 10^{-9} \text{ A} \\ 1 \times 10^{-5} \text{ V} \end{aligned}$$

Zur genauen Einstellung des Instruments ist an dessen Fuß eine Wasserlibelle untergebracht. Mittels Stellschrauben wird das Instrument dann genau ausgewogen. An das Instrument wird eine abnehmbare Ablesevorrichtung angebracht. Als Lichtquelle für die Ablesevorrichtung dient eine Metallfadenlampe, welche mit einer Taschenlampenbatterie (4 V) betrieben wird.



Abb. 271. Lichtmarkengalvanometer

Das Lichtmarkengalvanometer (Bild 271) zeichnet sich besonders durch hohe Empfindlichkeit und einfache Bedienung aus. Seine Wirkungsweise ist ähnlich der des Spiegelgalvanometers; von diesem unterscheidet es sich nur dadurch, daß die gesamte Optik in das Instrument eingebaut ist. Auf der Skala des Instruments erscheint ein runder Lichtfleck mit dem Schattenbild des Zeigers. Die Zeigermarke wird so deutlich abgebildet, daß auch bei hellem Tageslicht sicher abgelesen werden kann. Infolge des festen Einbaues der Optik in das Instrument ist die Bedienung fast

so einfach wie bei Zeigerinstrumenten. Das Instrument hat ein Meßorgan mit Spannbandaufhängung; es hat folgende elektrische Daten:

Instrumentwiderstand	etwa 150 000 Ω
äußerer Grenzwiderstand	etwa 400 000 Ω
Stromkonstante	etwa 2×10^{-9} A
Spannungskonstante	etwa 3×10^{-5} V

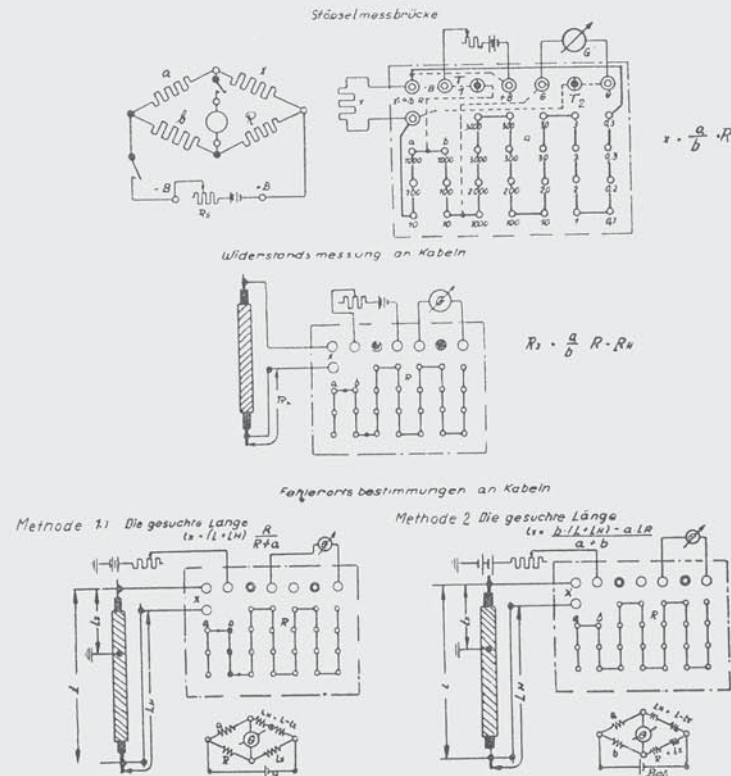


Abb. 272. Schaltbilder zur Kabelmeßeinrichtung 35

Das Nullgalvanometer ist ein Zeigerinstrument mit Drehspulmeßwerk. Es ist in einem Metallgehäuse untergebracht. Die Meßskala hat 2 mal 15 Teilstriche mit dem Nullpunkt in der Mitte. Das Instrument hat einen inneren Widerstand von 100 Ω .

Die Meßkonstanten betragen etwa:

$$15 \times 10^{-6} \text{ A}$$

$$1,5 \times 10^{-3} \text{ V}$$

Der Meßkondensator hat eine Kapazität von $0,1 \mu F$ und eine Genauigkeit von $\pm 3\%$.

Die Meßbrücke ist als Stöpselmeßbrücke ausgebildet und arbeitet nach dem Prinzip der Wheatstoneschen Brückenschaltung (vgl. Abschnitt 60). Sie dient zum Messen ohmscher Widerstände und zur Bestimmung von Fehlerorten an Kabeln und Leitungen. Untergebracht ist sie in einem Holzgehäuse und enthält die beiden Verhältnisswiderstände a und b , die in den Werten $10, 100, 1000 \Omega$ stöpselbar sind und den Vergleichswiderstand R , der von $0,1 \Omega$ bis $9999,9 \Omega$ in Stufen von $0,1 \Omega$ veränderlich ist (Bild 272). Außer diesen stöpselbaren Widerständen sind an der Abdeckplatte der Brücke die Anschlüsse G für das Galvanometer, $+ B$ und $- B$ für die Meßbatterie und X für den zu messenden Widerstand sowie zwei feststellbare Tasten T_1 und T_2 zum Einschalten des Galvanometers und der Meßbatterie vorgesehen. Zum Ablegen der nicht benötigten Stöpsel dient ein an der Vorderseite des Gehäuses vorgesehener Behälter.

Das Schaltkästchen ist in einem Holzgehäuse eingebaut und dient zum Messen von Isolationswiderständen und Kapazitäten. Die Messungen erfolgen nach dem Vergleichsverfahren. Am Ausschlag eines angeschlossenen Galvanometers wird die Größe des zu messenden Wertes mit Hilfe der vorher festgestellten Konstanten errechnet. Im Schaltkästchen sind enthalten:

- ein Meßwiderstand, der zwischen den Anschlußklemmen G_1 und G_2 liegt und parallel zum Galvanometer geschaltet ist. Der Widerstand ist mittels des Stufenschalters C in den Stufen $1, 10, 100, 1000, 10\ 000$ umschaltbar, d. h., steht der Stufenschalter z. B. auf Stellung 100 , dann ist die Empfindlichkeit des Galvanometers auf $1/100$ herabgesunken usw.;
- eine Dämpfungstaste DT , die zwischen den Anschlußklemmen G_1 und G_2 liegt, also parallel zum Instrumentwiderstand des Galvanometers geschaltet ist und durch Schließen die am Galvanometer auftretenden Schwingungen dämpft;
- eine Meßtaste T , die den Meßkreis einschaltet;
- ein Umschalter U mit Widerstand $0,1 M\Omega$, der auf Vergleichsmessung umschaltet, um die Isolations- bzw. Kapazitätskonstante festzustellen;
- die Anschlußklemmen G_1, G_2, G_3 für das Galvanometer, $+$ und $-$ für die Meßbatterie, K_1 und E für den zu messenden Isolationswiderstand, K_2 und E für die zu messende Kapazität sowie die Anschlußklemme A , an die sämtliche Ableitungen angeschlossen werden, um auftretende Kriechströme abzuleiten.

Zur Widerstandsmessung wird die Stöpselmeßbrücke und das Nullgalvanometer verwendet. Die Messung erfolgt nach der Brückenschaltung (Bild 272).

Der zu messende Widerstand R_x wird an die Klemmen, die an der Brücke mit x bezeichnet sind, angeschlossen. Nach Anschluß und Einschaltung der Meßbatterie und des Galvanometers wird an Hand der stöpselbaren Widerstände a, b und R solange verglichen, bis das Galvanometer keinen Ausschlag mehr anzeigt. Es werden nun die gesteckten Widerstände a, b und R an der Brücke abgelesen und der Widerstand R_x nach der Gleichung

$$R_x = \frac{a}{b} \cdot R \text{ errechnet.}$$

Fehlerortsbestimmung erfolgt grundsätzlich nach demselben Prinzip wie die Messung von Widerständen, und zwar werden Fehlerorte ebenfalls mit der Meßbrücke und einem Galvanometer bestimmt. Es gibt zwei Methoden, den Fehlerort eines Kabels oder einer Leitung mittels der Brückenschaltung festzustellen. In beiden Fällen wird das beschädigte Kabel an die Klemmen, die mit x bezeichnet sind, angeschlossen und der $+$ Pol der Meßbatterie abgetrennt und an Erde gelegt.

Method 1 (Bild 272):

Das Galvanometer wird an die Klemmen $+$ Batterie und an die letzte Galvanometerklemme der Meßbrücke angeschlossen. Nach Einschaltung der Meßbatterie und des Galvanometers wird durch Verändern der Widerstände a und R unter Überbrückung des Verhältnisswiderstandes b das Galvanometer auf Nullstellung gebracht; die gesuchte Länge läßt sich errechnen aus der Gleichung:

$$L_x = (L + L_H) \cdot \frac{R}{R + a}$$

worin L = Länge des untersuchten Kabels und

L_H = Länge der Hilfsleitung (umgerechnet auf Kabelquerchnitt) ist.

Method 2 (Bild 272):

Das Galvanometer wird normal an die beiden Klemmen, die an der Brücke mit G bezeichnet sind, angeschlossen. Nach Einschaltung der Meßbatterie wird durch Verändern der Widerstände a, b und R das Galvanometer auf Nullstellung gebracht. Die gesuchte Länge läßt sich errechnen aus der Gleichung:

$$L_x = b \cdot \frac{(L + L_H) - a \cdot L_R}{a + b}$$

worin L = Länge des untersuchten Kabels,

L_H = Länge der Hilfsleitung (umgerechnet auf den Kabelquerchnitt) und

L_R = der auf den Kabelquerchnitt umgerechnete Wert von R in Metern.

Isolationsmessungen werden mit dem Schaltkästchen durchgeführt. An die Klemmen G_1, G_2, G_3 (Bild 273) wird das Spiegel- bzw. Lichtmarkengalvanometer angeschlossen, an die mit $+$ und $-$ bezeichneten Klemmen

die Meßbatterie und an die Klemmen K₁ und E der zu messende Isolationswiderstand (Kabel, Leitung usw.). Zur Feststellung der Isolationskonstante wird der Schalter U in die Stellung 0,1 MΩ gebracht, der Schalter C auf Stellung 10 000 gestellt und die Meßtafel MT gedrückt.

Kabelmeßschaltung mit Kriechstromableitung

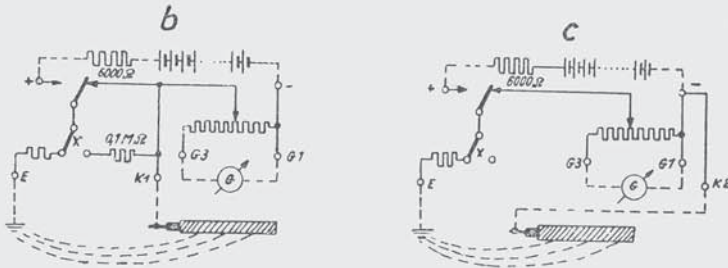
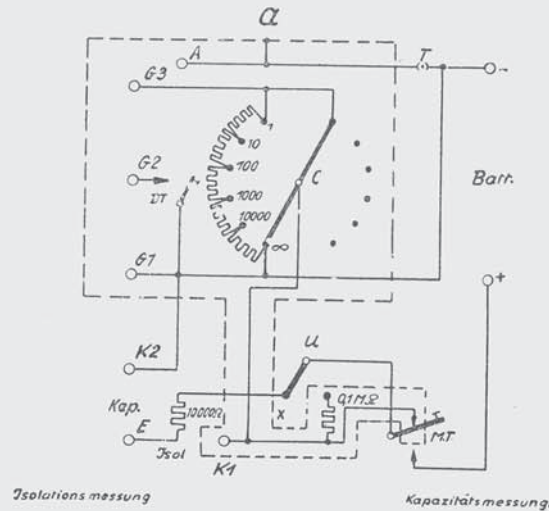


Abb. 273. Schaltbilder zur Kabelmeßeinrichtung 35

Aus dem Galvanometerausschlag, der Schalterstellung 10 000 des Schalters C und dem Widerstand 0,1 MΩ läßt sich die Isolationskonstante errechnen:

$$C_i = 10\,000 \cdot a_1 \cdot (0,1 + r) \text{ M}\Omega,$$

worin r der Schutzwiderstand der Meßbatterie in MΩ,

a₁ der Aus Schlag des Galvanometers in Teilstrichen ist.

Mit r = 0,006 MΩ wird

$$C_i = 1060 \cdot a_1 \text{ M}\Omega.$$

Die Isolationskonstante ist der Widerstand, bei dem das Galvanometer in Schalterstellung 1 des Schalters C um einen Teilstrich ausschlägt. Nach erfolgter Vergleichsmessung wird der Umschalter U auf die Schalterstellung x gelegt und die Messung am Kabel vorgenommen. Die Messung beginnt mit Schalterstellung 10 000. Ist dabei der Ausschlag des Galvanometers niedriger als 20 Teilstriche, so wird der Schalter C auf die nächsttiefere Stellung 1000 usw. gebracht. Der Isolationswiderstand errechnet sich dann aus der Gleichung:

$$R_x = \frac{n \cdot a_2}{C_i} \text{ M}\Omega,$$

worin a₂ = Aus Schlag des Galvanometers bei der Messung,

n = Schalterstellung des Schalters C.

Die Kapazitätsmessung erfolgt mittels Schaltkästchen und Spiegel- bzw. Lichtmarkengalvanometer unter Zuhilfenahme des Meßkondensators. Zur Eichung bzw. Feststellung der Kapazitätskonstante wird der Meßkondensator, der eine Kapazität von 0,1 μF hat, an die Anschlußklemmen K₂ und E (Bild 273) gelegt. Nach Anschluß der Meßbatterie und des Galvanometers wird die Taste MT gedrückt und der Kondensator aufgeladen; läßt man die MT-Taste los, so entladet sich der Kondensator über das Galvanometer und bringt es zum Ausschlag. Aus der Kapazität des Meßkondensators C, dem ballistischen Aus Schlag a₁ des Galvanometers und der Schalterstellung n₁ (1, 10, 100 usw.) des Schalters C läßt sich die Kapazitätskonstante ausrechnen:

$$C_k = \frac{C}{n_1 \cdot a_1} \mu\text{F}$$

An Stelle des Normalkondensators (Anschlußklemmen K₂ und E) wird bei Durchführung der Messung das zu messende Kabel angeschlossen. Beim Drücken der Taste MT wird das Kabel aufgeladen. Läßt man die Taste los, so wird das Galvanometer zum Ausschlag gebracht. Aus dem Aus Schlag a₂ und der Schalterstellung n₂ des Schalters C läßt sich die Kapazität des Kabels errechnen:

$$C_x = C_k \cdot n_2 \cdot a_2 \mu\text{F}$$

Die Kabelmeßeinrichtung 40 stellt eine weitgehende Verbesserung der Kabelmeßeinrichtung 35 dar. Durch die Verwendung von Kurbelschaltern und deren übersichtliche Anordnung ist die Bedienung wesentlich vereinfacht, durch verbesserte Schaltung die Meßgenauigkeit erhöht und das Anwendungsgebiet erweitert worden.

Im wesentlichen können folgende Messungen durchgeführt werden:

1. Widerstandsmessung in Brüdenschaltung mit Gleich- und Wechselstrom. Der Widerstandswert ist bis 2200 Ω unmittelbar ablesbar (Meßspannung 4,5 V).

Widerstandsmessung in Brückenschaltung von 100 Ω bis 1 M Ω (Messspannung 100 V).

2. Aderdifferenzmessung, bezogen auf den ohmschen Widerstand, d. h. Bestimmung des Adergleichgewichts.
3. Fehlerortsmessung bei Erdschluß nach Varley mit unmittelbarer Subtraktion.
4. Fehlerortsmessung bei Erdschluß nach Murray, jedoch mit elektrisch 100fach verlängertem Schleifendraht, Fehlerort auf $\frac{1}{10\,000}$ genau feststellbar.
5. Isolationsmessung von Einzel- und Doppeladern. Der Isolationswert ist auf der Instrumentenskala in dekadischen Stufen unmittelbar in M Ω abzulesen. Bei 100 V Messspannung sind Isolationswerte von 0,05 bis 100 000 M Ω meßbar.
6. Kapazitätsmessung (ballistisch). Hiernach sind Kapazitäten von 1 bis etwa 55 000 nF in dekadischen Stufen unmittelbar abzulesen.
7. Fehlerortsbestimmung bei alladrigem Erdschluß.
8. Fehlerortsbestimmung bei Aderriß von nicht pupinisierten Kabeln mittels verlängertem Schleifendraht bei 800 Hz.
9. Fehlerortsbestimmung bei Aderriß auch von pupinisierten Leitungen.

Auf die Entstörung gegen äußere Einflüsse, die auf das zu messende Kabel einwirken, wurde besonderer Wert gelegt. Für die meisten der genannten Messungen sind deshalb auch Messverfahren angegeben, bei denen etwa auftretende Störspannungen das Messergebnis nicht beeinflussen, da diese Störspannungen durch geeignete Schaltung kompensiert werden.

Die gesamte Meßeinrichtung ist durch Einbau in zwei Panzerholzgehäusen von 515 \times 400 \times 170 mm und 660 \times 400 \times 200 mm tragbar ausgeführt (Bild 274).

In dem einen Gehäuse ist die Meßbrücke mit der Umschalteneinrichtung für die verschiedenen Meßarten, die Abgleichwiderstände, zwei Taschenlampenbatterien und der Summer für Wechselstrommessungen untergebracht. Sämtliche Teile sind fest miteinander verdrahtet.

Die Umschaltung auf die verschiedenen Meßverfahren und der Abgleich der Meßbrücke erfolgt in allen Fällen nur durch Betätigung von Drehschaltern.

In dem abnehmbaren Deckel ist eine schematische Meßanweisung auf zwei Leichtmetalltafeln für sämtliche durchführbaren Messungen eingebaut. Der Deckel wird beim Transport durch Kniehebelverschlüsse gehalten, die ein sofortiges Öffnen ermöglichen. Durch eine Gummieinlage ist eine gute Abdichtung des Gehäuseinnern gewährleistet.

Das eingeschaltete Meßverfahren — und bei Brückenmessungen auch das Meßergebnis — sind an den einzelnen, neben den Drehschaltern befindlichen „Fenstern“ in der Deckplatte der Meßbrücke ersichtlich. Die Zahlenwerte des Meßergebnisses erscheinen in den nebeneinanderliegenden Fenstern in der richtigen dekadischen Reihenfolge. Die bei verschiedenen Brückenmessungen zur Ableitung des Meßergebnisses nicht benötigten Fenster werden bei Einstellung des gewünschten Meßverfahrens selbsttätig abgedeckt.

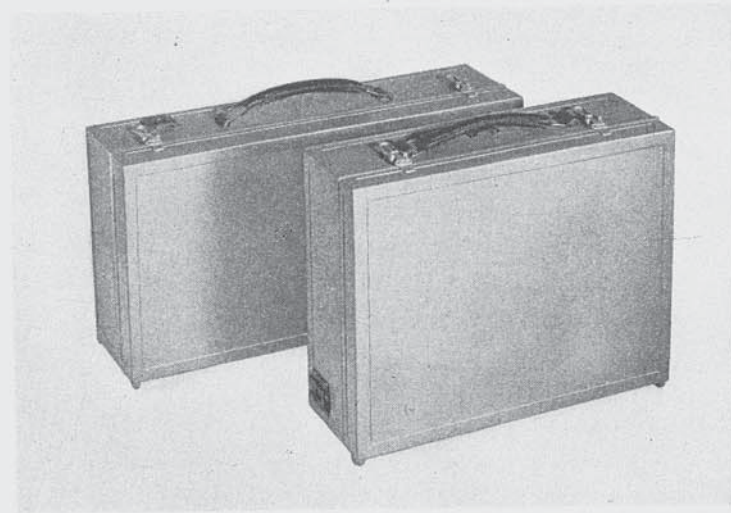


Abb. 274. Kabelmeßeinrichtung 40

Das Gerät ist mit neuartigen Kurbelschaltern mit Zentralgriff ausgerüstet, die sich besonders durch kleine Übergangswiderstände, durch vom Rastdruck und Handdruck unabhängige Kontaktgabe und große Dauerhaftigkeit auszeichnen.

Die Deckplatte schützt die Montageplatte gegen schädlichen Lichteinfluß und vor Verstaubung. Zum leichten Reinigen der Kontakte können die Schalterknöpfe nach Abnahme der Deckplatte abgehoben werden.

Das zweite kofferförmige Panzerholzgehäuse enthält das Lichtmarkengalvanometer, eine Anodenbatterie für 120 V, 2 \times 3 anstechbare Beine für beide Koffer, einen Meßhörer, verschiedene Verbindungskabel und eine Taschenlampenbatterie für die Instrumentenbeleuchtung.

Die Ausführung des Deckels ist die gleiche wie bei dem Gehäuse für die Meßbrücke.

Die anstechbaren Zeine ermöglichen in jedem Gelände eine gute und handliche Aufstellung der Meßeinrichtung.

Das Lichtmarkengalvanometer dient einerseits als Nullinstrument zum Abgleich der Meßbrücke bei Gleichstrommessungen und andererseits als Ausschlagsinstrument bei Isolations- und ballistischen Messungen.

Die Wirkungsweise des Gerätes ist ähnlich der eines Spiegelgalvanometers. Jedoch hat es diesem gegenüber den Vorteil, daß die gesamte Optik in das Instrument eingebaut ist. Auf der Strichteilung erscheint ein runder Lichtfleck mit dem Schattenbild des Zeigers. Die Zeigermarke wird so deutlich abgebildet, daß auch bei hellem Tageslicht oder in der Dunkelkammer sicher abgelesen werden kann. Infolge des festen Einbaues der Optik in das Instrument ist die Bedienung fast so einfach wie bei Zeigerinstrumenten.

Das Instrument besitzt zwei Systeme auf einem Rahmen mit Spannbandaufhängung. Die Systeme haben folgende elektrische Daten:

1. Stromempfindliches System:
Instrumentwiderstand etwa 22 000 Ω ,
äußerer Grenzwiderstand etwa 400 000 Ω ,
Stromkonstante etwa 2 nA.
2. Spannungsempfindliches System:
Instrumentwiderstand etwa 11 Ω ,
Außenwiderstand für Dämpfung bedeutungslos,
Spannungskonstante 3–12 μ V.

Das Lichtmarkengalvanometer besitzt zwei Strichteilungen:

Die obere, schwarz gedruckte Strichteilung dient zum Brückenabgleich, zur Spannungseinstellung und zur ballistischen Ausschlagsmessung. Der auf dieser Strichteilung abzulesende Ausschlag wird mit β bezeichnet.

Die untere, rot gedruckte Strichteilung dient zur Isolationsmessung. Der Ausschlag wird mit α bezeichnet.

Durch die Verwendung von zwei Strichteilungen ist die Auswertung der Messungen wesentlich vereinfacht.

Das Meßergebnis kann dadurch in den meisten Fällen (z. B. nach Vervielfachung mit Zehnerfaktoren) unmittelbar abgelesen werden.

Das Lichtmarkengalvanometer ist im Vergleich zum Spiegelgalvanometer mechanisch widerstandsfähig ausgeführt, weitgehend von der waagerechten Lage unabhängig und gegen Erschütterungen durch die Schwingmetallaufhängung geschützt. Vor groben Stößen ist das Instrument zu bewahren, um Beschädigungen zu vermeiden. Ein leicht verstellbares Kugelgelenk gestattet, die annähernd waagerechte Einstellung des Instrumentes vorzunehmen. Da eine Instandsetzung des Lichtmarkengalvanometers nur von Fachpersonal mit besonderen Hilfsmitteln getätigt werden kann, ist es zweckmäßig, ein zweites Instrument bereitzuhalten.

Elektrisch ist das Galvanometer durch Einbau von Schutzwiderständen weitgehend geschützt. Beim Aufsetzen des Gehäusedeckels wird das Instrument selbsttätig elektrisch arretiert und die Beleuchtung abgeschaltet. Statt einer Konstantenbestimmung wird mit den eingebauten Eichwiderständen in der Meßbrücke eine Spannungseinstellung vorgenommen.

Auf die Kriechstromableitung wurde besonderer Wert gelegt. Das Instrument wird durch ein konzentrisches, geschirmtes Kabel an die Brücke angeschlossen. Die Kriechstromabschirmung ist auch bei der Nullpunkteinstellung wirksam.

Die Korrektur der Nulllage wird durch eine kleine Rändelschraube an der Frontseite des Instrumentes vorgenommen. Durch einen Drehschalter an der linken Seite des Instrumentes ist das System sofort nach jeder Benutzung zu arretieren.

An der optischen Einrichtung ist nur die Helligkeit der Lichtmarke einzuregulieren; jede Richtungseinstellung erübrigt sich durch den festen Einbau der Optik. Die Lichtquelle besteht aus einer Zwerglampe von 4 V Spannung und 2,4 W Leistung, die durch einen kleinen Rippeschalter, der sich im Koffer neben dem Instrument befindet, eingeschaltet und nach Benutzung sofort wieder abzuschalten ist.

Zur Erzielung voller Helligkeit der Lichtmarke ist es erforderlich, daß der Planspiegel des Systems durch das von der Sammellinse gefaßte Lichtbündel hell und gleichmäßig angeleuchtet wird. Hierzu ist lediglich der Lampentubus mit der Lampe zu verschieben und erforderlichenfalls etwas zu verdrehen, bis die Lichtmarke auf der Strichteilung deutlich und scharf begrenzt abgebildet wird.

Es empfiehlt sich die Anschaffung von einigen Ersatzglühlampen.

Zur Pflege und Wartung der Kabelmeßeinrichtung 40 ist folgendes zu beachten:

Die Reinigung der Schleifkontakte in der Meßbrücke ist bei dauernder Benutzung der Meßeinrichtung in Abständen von etwa 2 bis 3 Monaten vorzunehmen. Die Kontakte sind mit einem Petroleumlappen abzuwischen, jedoch ohne die Grundplatte damit zu behandeln. Nach der Reinigung sind die Kontakte mit weißer Vaseline hauchdünn einzufetten. Zur Reinigung sind die Schalter durchzudrehen, damit auch alle Kontakte von der Reinigung betroffen werden.

Die Säuberung der Schleifdrähte ist ebenso vorzunehmen.

Dabei kann die Wirksamkeit der Reinigung durch den Meßhörer kontrolliert werden. Nach Einschaltung einer Wechselstrommessung muß beim Durchdrehen des Schleifdrahtabgriffes ein gleichmäßiger, nicht unterbrochener Ton hörbar sein.

Im folgenden wird die Bedienung der Kabelmeßeinrichtung 40 erläutert: Sofern das Gerät nicht fest eingebaut ist, werden an beide Gehäuse die

im Instrumentenkoffer enthaltenen Beine angesteckt und mit den Flügelschrauben fest verschraubt.

Die beiden Koffer sind nach Bild 275 nebeneinander aufzustellen, worauf das Verbindungskabel des Galvanometers an die Meßbrücke und die beiden Batteriezuleitungen angeschaltet werden. Danach wird das Lichtmarkengalvanometer im Koffer angenähert waagrecht eingestellt und die Beleuchtung eingeschaltet.

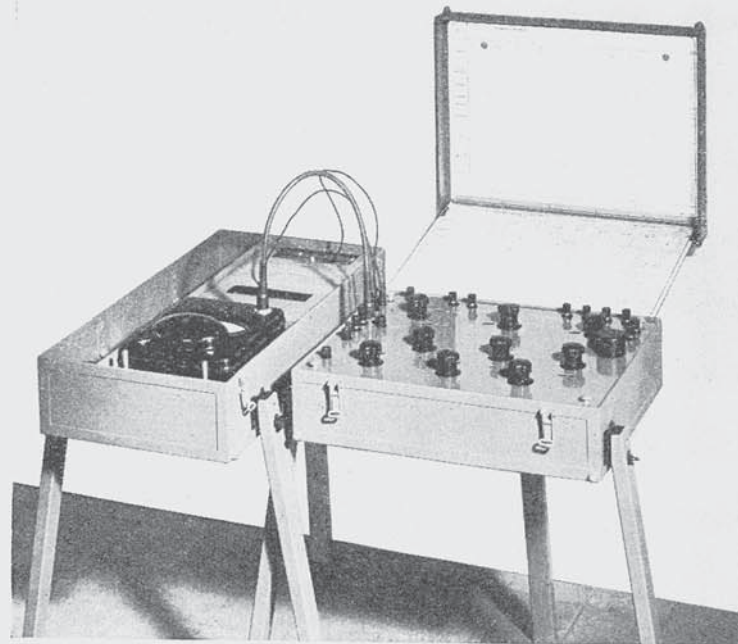


Abb. 275. Kabelmeßeinrichtung 40, betriebsbereit

Wenn beide Meßtasten M_1 und M_2 auf „Aus“ stehen, wird das Instrument entarretiert, die Nullage des Lichtzeigers überprüft und erforderlichenfalls mit der Rändelschraube vorsichtig nachgestellt.

Damit ist die Kabelmeßeinrichtung betriebsbereit. Die Stellung der Meßtasten ist auf der Meßbrücke mit besonderen Zeichen markiert:

- ⊙ bedeutet „Ein“, ○ . bedeutet „Aus“
- ⊙ . bedeutet „Ein mit Schutzwiderstand“ (für Grobabgleich).

Den Stromlaufplan der Kabelmeßeinrichtung 40 zeigt Bild 276.

Die wichtigsten Mehrverfahren werden im folgenden kurz beschrieben:

1. Messung des ohmschen Widerstandes (Bild 277).
(von 1 bis 2200 Ω in Brückenschaltung mit Gleich- und Wechselstrom)
3. B. Bestimmung des Schleifenwiderstandes von Kabeln.

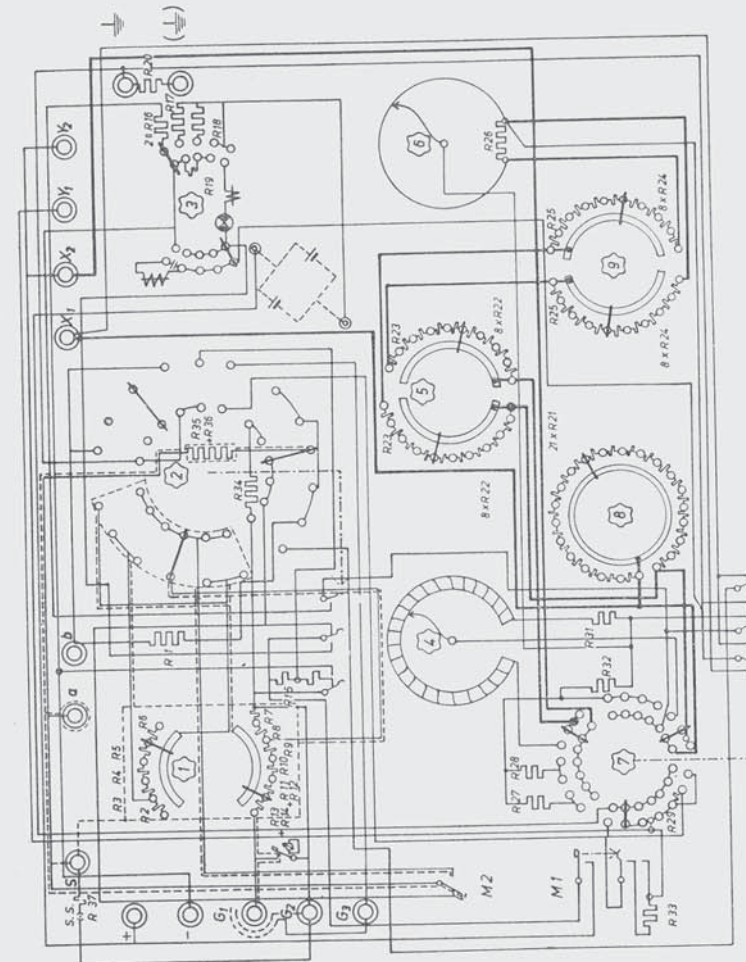


Abb. 276. Kabelmeßeinrichtung 40, Stromlaufplan

Bei Widerständen unter 10 Ω ist auf guten Anschluß der Zuleitungen zu achten; der Widerstand der Zuleitung ist abzurechnen.

Anschluß des Widerstandes:

Der unbekannte Widerstand ist an die Klemmen x_1 u. x_2 anzuschließen. Die Anodenbatterie wird dazu nicht benötigt. Bei Messung des Schleifenwiderstandes von Kabeln ist das Aderpaar an die Klemmen x_1 u. x_2 anzulegen und dieses Paar am fernen Ende kurzzuschließen.

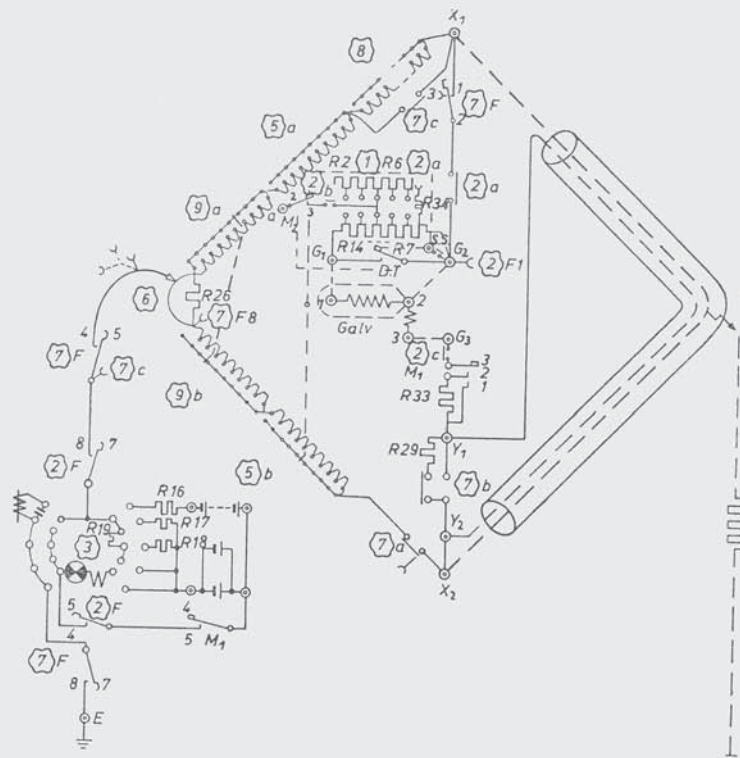


Abb. 277. Schaltung für Aderdifferenzmessung

Vorbereitung:

- Drehswitch 2 auf „Widerstand-Fehlerort“ stellen.
- Drehswitch 3 auf „4 V, 10 000 Ω “ stellen.
- Drehswitch 7 auf Rx stellen.

Messung:

- Mefstaste M_1 zuerst mit Schutzwiderstand einschalten; für Grob-
abgleich.

- Drehswitch 8, 5, 9, 6 der Reihe nach abgleichen, bis der Galvanometerauschlag $\beta = 0$ ist.
- Für Feinabgleich Mefstaste M_1 direkt einschalten.
- Für weiteren Feinabgleich Drehswitch 3 im Rechtsdreh Sinn auf „4 V, 1000 Ω “ bzw. „4 V, 5 Ω “ stellen und wieder Abgleich auf Galvanometerauschlag $\beta = 0$ vornehmen.

Auswertung:

Der Widerstandswert ist unter den Fenstern der Drehswitch 8, 5, 9, 6 in dekadischer Reihenfolge unmittelbar abzulesen.

Bemerkung:

Bei Wechselstrommessungen ist der Drehswitch 3 auf „800 Hz“ zu stellen und an G_2 — G_3 der Meföhörer anzuschließen. An Stelle des Galvanometers wird dann der Meföhörer zum Abgleich der Brücke verwendet. Die Brücke ist abgeglichen, wenn im Meföhörer ein Tonminimum ist. Der Widerstandswert ist wie bei Gleichstrommessungen unmittelbar abzulesen.

Nach der Messung:

- Mefstaste M_1 ausschalten.
- Falls der Brückenstrom gesteigert wurde, ist der Drehswitch 3 wieder auf „4 V, 10 000 Ω “ einzustellen.

2. Aderdifferenzmessung (Bild 277).

Mit diesem Mefverfahren werden Ungleichmäßigkeiten des ohmschen Widerstandes innerhalb eines Aderpaares bestimmt. Die Adern müssen gut isoliert sein.

Anschluß des Kabels:

- Ader a ist an Klemme x_1 ,
- Ader b ist an Klemme x_2 anzuschließen.
- Eine beliebige Hilfsader ist an die Erdklemme anzuschließen.
- Am fernen Kabelende ist Ader a mit Ader b möglichst niederohmig zu verbinden. Die Mitte dieser Verbindung wird an die Hilfsader angeschlossen.

Vorbereitung:

- Drehswitch 2 auf „Widerstand-Fehlerort“ stellen.
- Drehswitch 3 auf „4 V, 10 000 Ω “ stellen.
- Drehswitch 7 auf „1x %“ stellen.

Messung:

- Mefstaste M_1 zuerst mit Schutzwiderstand einschalten; für Grob-
abgleich.
- Die Drehswitch 5, 9 und 6 sind der Reihe nach einzustellen, bis der Galvanometerauschlag $\beta = 0$ wird.

- c) Die Meßtaße M_1 ist direkt einzuschalten und der Feinabgleich vorzunehmen.
- d) Für weiteren Feinabgleich ist der Drehschalter 3 nacheinander auf „4 V, 1000 Ω “ bzw. „4 V, 5 Ω “ einzustellen.

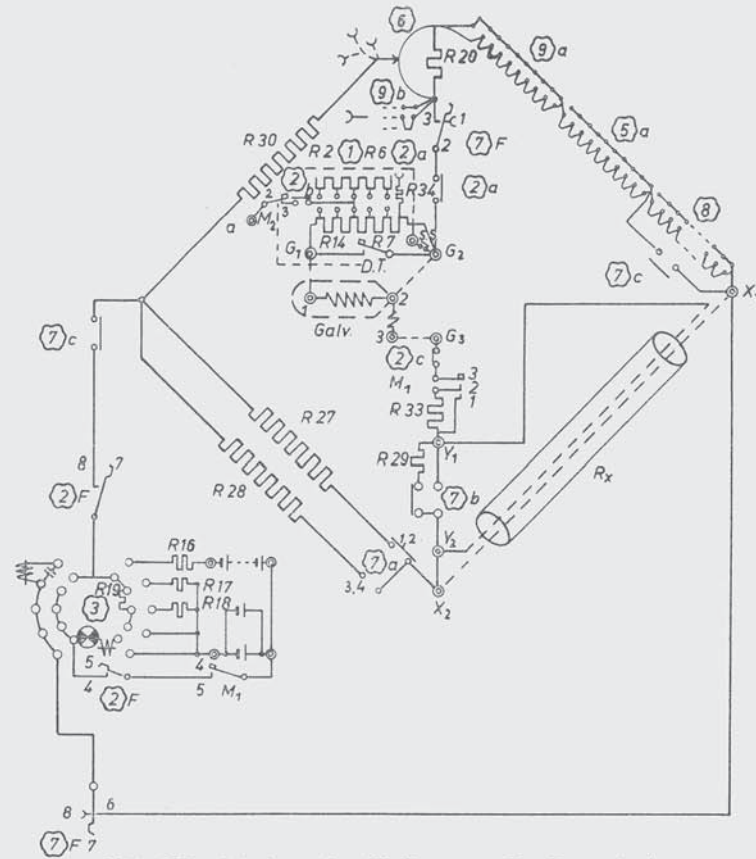


Abb. 278. Schaltung für Messung von R_x , R_{xy} und A

Auswertung:

Unter den Fenstern des Drehschalters 5, 9 und 6 wird das prozentuale Verhältnis des Widerstandes der an x_1 angeschlossenen Wider zum Schleifenwiderstand abgelesen.

z. B. $1_x \% = 49,50$ daraus ergibt sich:

$$R_{x1} = \frac{100}{49,50} \cdot R_{\text{Schl.}}$$

Nach der Messung:

Meßtaße M_1 ausschalten!

Falls der Brückenstrom gesteigert wurde, ist der Drehschalter 3 wieder auf die Stellung „4 V, 10 000 Ω “ zurückzustellen.

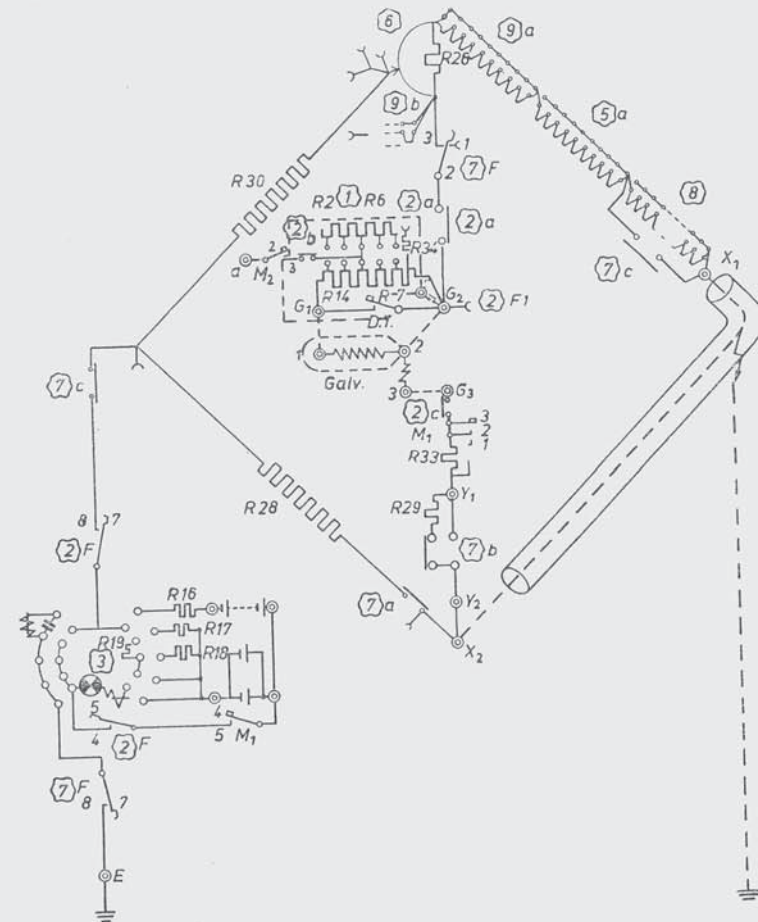


Abb. 279/280. Schaltung für Messung von B nach Varley

3. Fehlerortsbestimmung nach Varley (Bild 278 für Messung von A, Bild 279/280 für Messung von B).

Das Meßverfahren ist besonders für lange Schleifen, Widerstand bis 4400 Ω , geeignet.

Nach diesem Verfahren werden die Fehlerstellen von Erd- (oder Neben-)schlüssen einzelner Kabeladern bestimmt. Voraussetzung ist das Vorhandensein einer unverkehrten Ader. Zum Ersatz einer unverkehrten Ader kann auch eine Hilfsleitung ausgelegt werden. Bei alladrigem Erd- oder Nebenschluß ist jedoch auch ein anderes Meßverfahren möglich (in der Meßanweisung im Gerät beschrieben).

Anschluß des Kabels:

- Am fernen Ende ist eine Ader mit einer Isolation über 0,1 M Ω mit der schlechtest isolierten Ader gut zu verbinden.
- Am Kabelanfang (= Meßstelle) ist die schlecht isolierte Ader an Klemme x_1 , die gut isolierte an Klemme x_2 anzuschließen.
- Die Erdklemme ist an Erde zu legen.
Bei Nebenschluß wird statt dessen an die Erdklemme die Ader angelegt, mit der ein Nebenschluß vorhanden ist.

Vorbereitung:

- Drehshalter 2 auf „Widerstand-Fehlerort“ stellen.
- Drehshalter 3 auf „4 V, 10 000 Ω “ stellen.
- Drehshalter 7 auf „A“ stellen.

Messung:

- Meßtaste M_1 zuerst mit Schutzwiderstand einschalten.
- Drehshalter 8, 5, 9 und 6 der Reihe nach abgleichen, bis der Galvanometerausschlag $\beta = 0$ wird.
- Meßtaste M_1 direkt einschalten und Abgleich wiederholen.
- Meßstrom erhöhen durch Rechtsdrehen des Drehhalters 3 auf Stellung „4 V, 1000 Ω “ bzw. „4 V, 5 Ω “.
Falls auch damit ein sicherer Abgleich nicht möglich ist, Drehshalter auf Stellung „100 V, 10 000 Ω “ bringen und Abgleich vornehmen, bis $\beta = 0$ wird.
- Meßergebnis ablesen unter den Fenstern der Schalter 7, 8, 5, 9 und 6 z. B. A = 250,0.
- Nach Durchführung dieser Messung Drehshalter 7 auf „B“ stellen und Messung in der gleichen Art ab a) vornehmen. Diese Ablesung ergibt z. B. B = 50,0.

Auswertung:

Aderwiderstand von x_1 bis zum Fehlerort:

$$R_x = A - B, \text{ z. B. } 250 - 50 = 200 \text{ Ohm.}$$

$$l_x = \frac{R_x}{R_{\text{je km}}}$$

wobei zu berücksichtigen ist, daß R je km bei Festkabel rd. 35 Ω ist.

Nach der Messung:

Meßtaste M_1 ausschalten.

Falls der Brückenstrom erhöht wurde, ist der Drehshalter 3 auf „4 V, 10 000 Ω “ zurückzustellen.

Bemerkungen:

Vorteil: Rückleitung und Verbindungsstelle fallen aus dem Ergebnis heraus. Die Messung ist zweckmäßig mit anderen Adern zu wiederholen und der Mittelwert zu bilden.

Der Widerstand der Meßleitung an x_1 ist zu berücksichtigen.

4. Fehlerortsbestimmung nach Murray.

Nach diesem Verfahren werden ebenfalls die Fehlerstellen von Erd- oder Nebenschlüssen einzelner Kabeladern bestimmt. Voraussetzung ist das Vorhandensein einer unverkehrten Ader.

Die Entfernung zur Fehlerstelle kann hierbei als Verhältnis zur Schleifenlänge unmittelbar abgelesen werden, jedoch müssen Hin- und Rückleitung gleichen Widerstand haben.

Anschluß des Kabels:

Wie bei 3.

Vorbereitung:

- Drehshalter 2 auf „Widerstand-Fehlerort“ stellen.
- Drehshalter 3 auf „4 V, 10 000 Ω “ stellen.
- Drehshalter 7 auf „1, %“ stellen.

Messung:

- Meßtaste M_1 zuerst mit Schutzwiderstand einschalten.
- Drehshalter 5, 9 und 6 der Reihe nach abgleichen, bis der Galvanometerausschlag $\beta = 0$ wird.
- Meßtaste M_1 direkt einschalten und Abgleich wiederholen.
- Meßstrom erhöhen durch Rechtsdrehen des Drehhalters 3 auf Stellung „4 V, 1000 Ω “ bzw. „4 V, 5 Ω “.
Falls auch damit ein sicherer Abgleich nicht möglich ist, Drehshalter 3 auf Stellung „100 V, 10 000 Ω “ bringen und Abgleich vornehmen, bis $\beta = 0$ wird.

Auswertung:

Meßergebnis unter den Fenstern der Drehshalter 7, 5, 9 und 6 ablesen.

z. B. $l_x \% = 16,67 \%$ (bezogen auf die Schleifenlänge).

Bemerkung:

Am fernen Ende ist für gute, niederohmige Verbindung zu sorgen.
Der Widerstand der Meßleitung ist zu berücksichtigen.

5. Isolationsmessung (Ausschlagmethode) von mehradrigen Kabeln bis 100 000 MΩ.

Anschluß des Kabels:

- Ader a an Klemme a anschließen.
- Ader b an Klemme b anschließen.
- Erdklemme an Erde legen.
- Kabelschirmung an Klemme S anschließen.
- Die anderen Adern des Kabels können zusammengefaßt an Erde gelegt werden.

Vorbereitung:

Für Isolationsmessungen ist zunächst die Einstellung der Messspannung auf 100 V vorzunehmen. Dazu ist:

- Der Drehschalter 2 auf „Spannungseinstellung“ zu stellen. Drehschalter 1 beliebig.
- Méßtafeln M_1 und M_2 einzuschalten.
- Die Anodenbatterie zu stöpseln, bis der Galvanometerausschlag $\beta = 100$ V beträgt.
- M_1 und M_2 auszuschalten.

Messung der Isolation der Einzelader:

- Drehschalter 2 auf „Isolation Einzelader“ stellen. Ader b wird durch die Meßbrücke selbsttätig geerdet.
- Drehschalter 1 auf Stellung „ ∇ “ bringen.
- Méßtafeln M_1 einschalten, M_2 drücken.
- Dauerausschlag, z. B. 1 min. abwarten.
Wenn Galvanometerausschlag α klein ist, d. h. zwischen ∞ und 5, dann Drehschalter 1 im Rechtsdreh Sinn weiterdrehen, bis der Aus Schlag gut ablesbar ist.

Auswertung:

Méßbereich im Fenster oberhalb des Drehschalters 1 ablesen, z. B. 1000 (in roter Schrift).

Der gesuchte Isolationswiderstand beträgt dann, wenn z. B. $\alpha = 40$ ist,

$$R = 1000 \cdot 40 \text{ M}\Omega.$$

Diese Meßmethode entspricht der Kabelmeßordnung der DRP.

Der Meßwert besteht aus den Teilisolationswiderständen nach der Formel:

$$R = \frac{1}{\frac{1}{W_{12}} + \frac{1}{W_{10}}}$$

Nach der Messung:

M_2 abschalten. Wenn Meßreihe unterbrochen wird, ist auch M_1 abzuschalten.

Zur Messung der Isolation von Ader b wird der Anschluß von Ader a mit dem von Ader b vertauscht.

6. Kapazitätsmessung an Kabeln.

(Entstörte Messung der Betriebskapazität eines Aderpaares.)

Anschluß des Kabels:

- Ader a an Klemme a legen.
- Ader b an Klemme b legen.
- Die anderen Aderpaare können zusammengefaßt an Erde gelegt werden. Die Erdklemme kann auch an Erde gelegt werden.

Vorbereitung:

- Spannungseinstellung wie bei Isolationsmessungen vornehmen.
- Méßtafeln M_1 ausschalten.
- Drehschalter 2 auf „Entladung-Doppelader“ stellen.
- Drehschalter 1 auf 0,1 (nF, in weißer Schrift) stellen.
- Taste M_2 einschalten und abwarten, bis der ballistische Aus Schlag $\beta = 0$ ist.

Messung:

- Drehschalter 1 auf das Zeichen ∇ stellen.
- Méßtafeln M_1 einschalten.
- Méßtafeln M_2 ausschalten, dadurch Ladung — 1 min. Pause.
- Taste M_2 drücken, dadurch Entladung. Dabei ist der ballist. Aus Schlag β zu beobachten.
- Wenn bei d der ballist. Aus Schlag β klein ist, d. h. zwischen 0 und 5, dann muß der Drehschalter 1 um eine Raststellung nach rechts gedreht werden und die Messung von c ab wiederholt werden usw., bis der ballist. Aus Schlag β ablesbar ist, d. h. über 5 Skalenteile beträgt.

Auswertung:

z. B. bei Stellung des Drehschalters 1 auf „10“ (in weißer Schrift im Fenster unterhalb des Drehschalters 1) wird der ballist. Aus Schlag β zu 40 abgelesen. Die Konstante p ist auf dem einzelnen Meßinstrument angegeben, z. B. $p = 1,04$.

Die Kapazität errechnet sich bei dem angenommenen Beispiel zu:

$$C_x = p \cdot 10 \cdot 40 \text{ nF}$$

$$C_x = 1,04 \cdot 10 \cdot 40 = 416 \text{ nF.}$$

Bei langer Zuleitung ist davon die Kapazität der Zuleitung, die auf gleiche Weise zu messen ist, abzurechnen.

Bei neueren Instrumenten wird die Konstante $p = 1$, wodurch die zu messende Kapazität unmittelbar ablesbar wird.

$$\text{Die gemessene Kapazität} = K_{12} + \frac{K_{1e} \cdot K_{2e}}{K_{1e} + K_{2e}}$$

Nach der Messung:

Entladestellung M_2 auf „Ein“ kann bleiben, da auch durch Ausschalten von M_1 das Kabel sicher entladen wird.

Sollen viele Kapazitätsmessungen gemacht werden, so kann die Spannung auf $p \cdot 100 \text{ V}$ eingestellt werden, d. h. z. B. bei $p = 1,04$ auf $\beta = 52^\circ$.

Berechnung von C_x in obigem Beispiel dann:

$$C_x = 10 \cdot 41,6 = 416 \text{ nF.}$$

Die Messverfahren 7—9 sind in der jeder Kabelmeßeinrichtung 40 mitgegebenen Bedienungsanweisung beschrieben.

(65) Das Kabelsuchgerät 37.

Das Kabelsuchgerät 37 dient zum Verfolgen des Weges von solchen Kabeln, die nicht durch Merksteine oder Vermessungspunkte festgelegt sind. Auch die Lage von Kabelspleißmuffen im Festungskabelnetz läßt

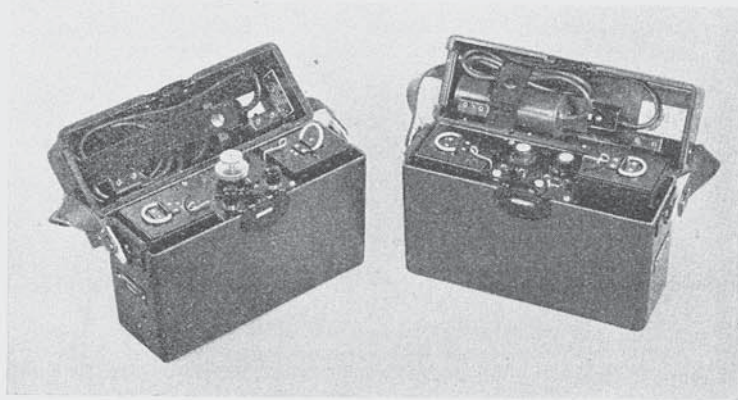


Abb. 281. Kabelsuchgerät 37

sich mit dem Gerät feststellen, da die Spleißstelle um 0,3—0,5 m parallel zur Kabelachse versetzt angeordnet wird (Abchnitt 97). Voraussetzung für die Anwendung des Gerätes ist, daß ein Kabelende des zu suchen- den Kabels zugänglich ist.

Das Kabelsuchgerät 37 besteht aus 2 voneinander getrennten Teilen, dem Kabelsucher und dem Magnetsummer mit Zubehör (Bild 281—283).

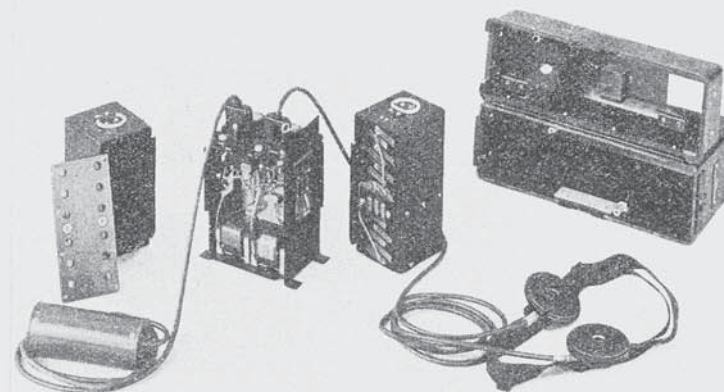


Abb. 282. Kabelsucher, Einzelteile

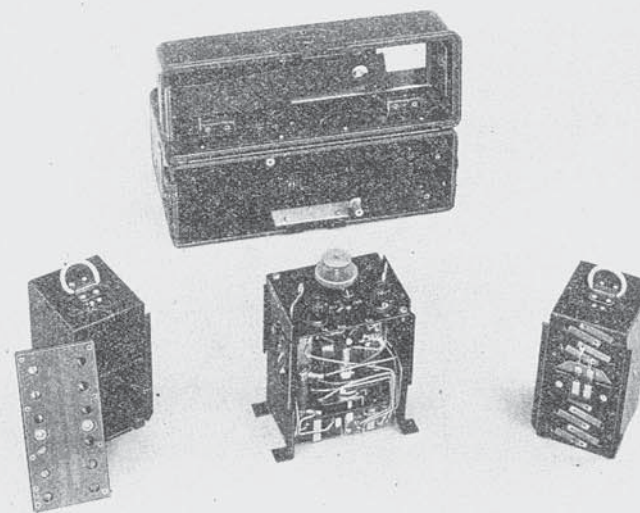


Abb. 283. Summer zum Kabelsuchgerät, Einzelteile

Beide Teile sind in je einem Preßstoffgehäuse untergebracht, dessen äußere Abmaße dem Gehäuse des Feldfernsprechers 33 (Abschnitt 46) entsprechen.

Das Verfahren ist kurz folgendes:

Dem gesuchten elektrischen Leiter (Kabel) wird durch den Magnetsummertrom ein elektromagnetisches Wechselfeld aufgedrückt, das mit einem Empfänger, dem Kabelsucher, wahrnehmbar gemacht wird. Der Verlauf des Wechselfeldes ist dann für die Kabellage bestimmend. Es ist dabei gleichgültig, ob die gesuchte Leitung im Erdreich, unter Pflanz oder mit anderen Leitungen zusammen in einem Kabelkanal verläuft. Die Bewehrung des Kabels ist ebenfalls ohne Einfluß auf das Ergebnis der Untersuchung.

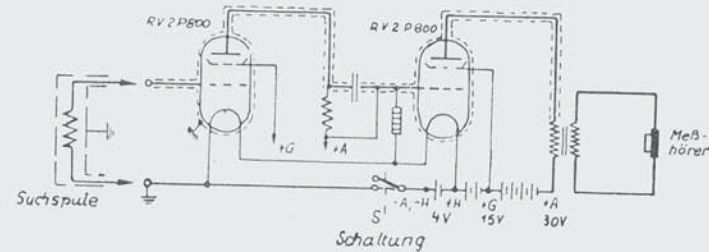


Abb. 284. Kabelsucher, Stromlaufplan

Der Kabelsucher, dessen Stromlaufplan Bild 284 zeigt, besteht im wesentlichen aus einer Suchspule, einem Zweiröhrenverstärker mit Heiz- und Anodenbatterie und einem Doppelkopfhörer. Die Arbeitsweise des Kabelsuchers ist folgende:

Jeder in einem Leiter fließende Wechselstrom beliebiger Kurvenform erzeugt ein äußeres Magnetfeld. Bringt man in dieses Feld die Suchspule des Kabelsuchers, so wird darin eine von der Stellung der Spulenachse zur Leiterachse abhängige Wechselspannung induziert, die in dem zweistufigen Niederfrequenz-Verstärker so verstärkt wird, daß sie im Kopfhörer wahrnehmbar ist. Die Kopplung zwischen Suchspule und Leiter erreicht ihren Höchstwert, wenn die Spulenachse in der waagerechten Ebene und senkrecht zur Leiterachse liegt (Bild 287). Der Verlauf des Kabels ist also durch die Stellen größter Lautstärke gegeben, die man beim Fortschreiten mit der Suchspule in Richtung senkrecht zur Spulenachse erhält.

Die in der Suchspule induzierte Wechselspannung wird unmittelbar auf das Gitter der ersten Röhre gegeben. Als Verstärkerröhren werden 2 Doppelgitterröhren RV 2 P 800 verwendet. Bei der Schaltung ist nur eine niedrige Anodenspannung (30 Volt) nötig, so daß das Gewicht

des Kabelsuchers durch die benötigten 7 Taschenlampen-Batterien nur unwesentlich erhöht wird. Die Heizbatterie besteht aus 6 parallelgeschalteten Taschenlampen-Batterien.

Der Verstärker, der als sogenannter Resonanzverstärker vornehmlich die Frequenzen um 800 Hz verstärkt, ist in einem bequem tragbaren Preßstoffgehäuse untergebracht. Links und rechts vom Verstärker sind die Batteriefassern angeordnet. Suchspule und Kopfhörer können im Deckraum des Kabelsuchers bzw. Magnetsummers angechnallt werden.

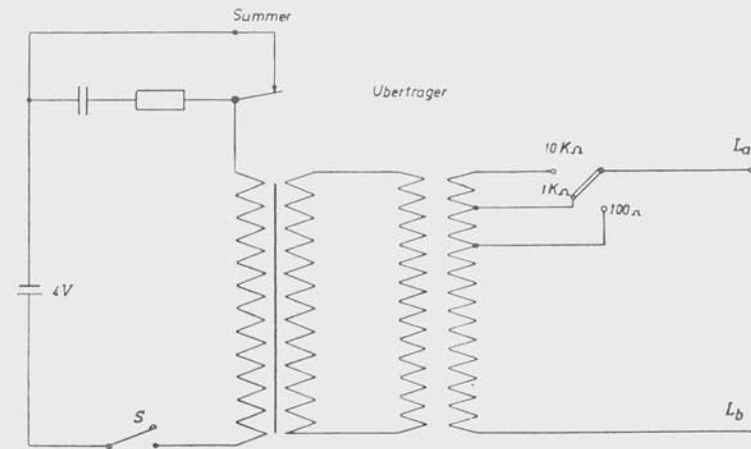


Abb. 285. Summer zum Kabelsuchgerät, Stromlaufplan

Elektrische Werte:

- Frequenzbereich etwa: 600 bis 1200 Hz,
- Verstärkung: 7 N,
- größte Verstärkung bei 800 Hz: 8 bis 8,5 N,
- Strombedarf: Anode 1,3 mA bei 30 V,
- Heizung: 0,2 A bei 4 V.

Die Arbeitsweise des Magnetsummers ist folgende:

Der Summer (Bild 285) arbeitet als Selbstunterbrecher. Die Primärwindung des Magnetsystems liegt in Reihe mit dem Unterbrecherkontakt, der zur Funkenlöschung durch die Reihenschaltung eines Kondensators mit einem Widerstand überbrückt ist. Im Unterbrecher über dem Blechpaket wird die freischwingende Zunge mit Distanzblechen und Spannflößen

so festgehalten, daß der mit der Zunge verbundene Kontakt genau gegenüber dem einstellbaren Kontakt liegt. Der Kontaktabstand wird durch die von außen zugängliche Rändelschraube eingestellt, die durch die Rändelmutter festgeklemt werden kann. Der Magnetsummer und die Batterie sind in einem gleich großen Preßstoffgehäuse wie der Kabelsucher untergebracht. Von den beiden Batteriekammern ist nur eine bestückt. In der anderen Kammer können Ersatzbatterien untergebracht werden.

Elektrische Werte:

Frequenz: normal festeingestellt auf 800 Hz,
abgebbare Leistung bei 800 Hz: 0,5 W,
Stromverbrauch bei 4 V: etwa 0,3 A.

Die Bedienung des Kabelsuchgerätes geschieht folgendermaßen:

Vor jedem Gebrauch ist der Kabelsucher auf ordnungsmäßigen Zustand zu prüfen. Nach dem Einschalten muß das etwa auftretende Pfeifen durch Anfassen der Suchspule verschwinden. Bleibt der Pfeifton, so liegen die Leitungen des Kopfhörers und der Suchspule zu nahe beieinander. Um die Pfeifneigung zu verringern, sind die Röhren zu vertauschen oder Ersatzröhren einzusetzen.

Die Batterien sind einfach auszuwechseln. Die Batteriekästen werden herausgenommen, die Deckplatten mit den Anschlüssen abgehoben. Beim Einsetzen der Batterien in die Batteriekammern ist auf richtige Polung zu achten (siehe Schema auf der Unterseite des Batteriekastens).

Das erforderliche, möglichst starke magnetische Wechselfeld wird durch einen Summertone erzeugt, den man über eine am Ende geerdete Ader des zu suchenden Kabels leitet (Bild 286). Als Erde verwendet man nicht den Bleimantel des zu suchenden Kabels, sondern eine von diesem unabhängige Erde, um eine größere Feldwirkung zu erzielen. Ist das ferne Ende des Kabels nicht zugänglich, so genügt es auch, den Summer an alle Adern oder an den Bleimantel anzuschließen.

Nach Einschalten des Gerätes wird die Suchspule in waagerechter Ebene über dem vermuteten Kabelverlauf gedreht (Bild 287). Ein summendes Geräusch im Kopfhörer zeigt an, daß man sich in der Nähe des Kabels befindet. Ein Anwachsen oder Nachlassen des Geräusches deutet darauf hin, daß man sich dem Kabel nähert oder von ihm entfernt. Dabei ist die Spulenachse in waagerechter Ebene und senkrecht zur Leiterachse zu

halten. Dieses Verfahren dient zur Grobbestimmung der Kabellage; es ist in jedem Fall zuerst anzuwenden.

Zur genauen Bestimmung der Kabellage dient das Minimumverfahren (Bild 288). Wenn die Suchspule mit ihrer Achse auf das Kabel zeigt, gehen keine magnetischen Kraftlinien durch die Suchspule, d. h. es ist kein Summertone im Kopfhörer zu hören. Bei geringer Neigung der Spulenachse (einige Winkelgrade) in einer Ebene senkrecht zum Kabel nimmt die Zahl der die Spule durchfließenden Kraftlinien rasch zu, wo-

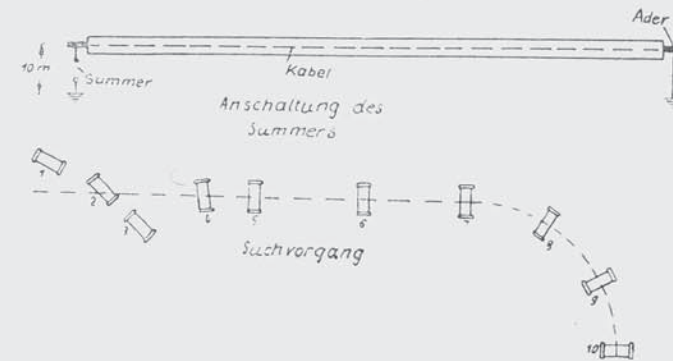


Abb. 286. Kabelsuchgerät 37, Arbeitsprinzip und Stromlaufplan

durch der Kabelverlauf genau ermittelt werden kann. Im gleichen Sinne günstig ist dabei die Eigenschaft des menschlichen Ohres, einen Lautstärkeunterschied bei geringen Lautstärken viel schärfer feststellen zu können als einen Lautstärkeunterschied bei großen Lautstärken. Deshalb ist das Minimumverfahren viel genauer als das zur Grobbestimmung notwendige Maximumverfahren und wird insbesondere zur Feststellung der Lage von Kabelsplicingmuffen benutzt.

Zur genauen Festlegung des Kabelverlaufs hält man nun die Suchspule an der Zuleitungsschnur, so daß die Spule möglichst nahe über dem Erdboden hängt. Wenn die Spule genau über dem Kabel hängt, ist kein Summertone zu hören. Bei geringer Abweichung nach beiden Seiten (10 bis 20 cm) ist ein deutlicher Summertone zu hören. Man schreitet nun die Kabellage im Zickzack ab, wobei man immer um die Minimumlage pendelt.

Liegt die Aufgabe vor, im Kabelschacht oder in der Baugrube aus einer Anzahl nebeneinanderliegender Kabel ein bestimmtes herauszufinden, so ist es ratsam, das Kabel nicht einadrig an den Summer anzuschließen, da die Strahlung in unmittelbarer Kabelnähe dabei so stark wird, daß man das strahlende Kabel nicht mehr mit Sicherheit herausfindet. Man arbeitet dann besser doppeladrig, indem man den Summer mit einem am Ende kurzgeschlossenen Alderpaar verbindet. Die magnetischen Kraft-

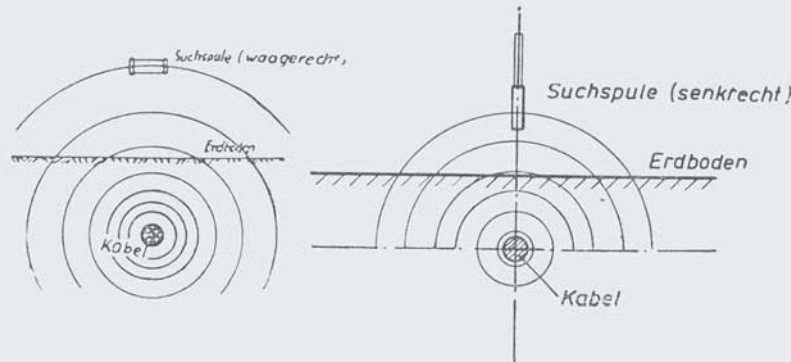


Abb. 287. Suchverfahren zur ungefähren Lagebestimmung des Kabels

Abb. 288. Suchverfahren zur genauen Lagebestimmung des Kabels

linien verlaufen dann nicht mehr kreisförmig, sondern oval, wobei die Achse des magnetischen Feldes mit dem Alderdrall ihre räumliche Lage verändert. Gleitet man mit der Stirnseite der Suchspule über das Kabel, so findet man im Abstand der Alderdralle Stellen größerer und geringerer Lautstärke, an denen das gesuchte Kabel eindeutig zu erkennen ist.

Beim Aufsuchen von Wasser-, Gas- oder anderen Rohrleitungen muß diesen in ähnlicher Weise ein elektromagnetisches Feld mit einem Summer aufgedrückt werden.

Bei hochbelasteten Starkstromkabeln genügt oftmals das Wechselfeld des Betriebsstromes. Das Kabel braucht dann nicht abgeschaltet und mit einem Summer betrieben zu werden.

Sollte der Magnetsummer beim Einschalten nicht arbeiten, so ist die Batterie (6 Taschenlampenbatterien, parallel geschaltet), zu prüfen. Zum Auswechseln der Batterien wird die Batteriekammer herausgenommen.

Beim Einsetzen ist auf die richtige Polung zu achten. Arbeitet der Summer auch bei richtiger Spannung nicht, so ist die Rändelschraube vorsichtig zu verstellen. Dabei ist die Rändelschraube immer zuerst 1 bis 2 Umdrehungen nach links und erst, wenn der Summer dann nicht eingeseht hat, wieder langsam nach rechts zu drehen, bis der Summertone zu hören ist. Dann ist die Rändelschraube mit der Rändelmutter festzustellen. Der Unterbrecherkontakt darf auf keinen Fall festgeklemt werden, da sonst ein Dauerstrom von über 6 A fließt und die Primärwicklung zerstört wird. Nur selten wird es nötig sein, den Summer herauszunehmen und die Kontakte vorsichtig zu reinigen. Das Kabel bzw. die Kabelader und Erde werden an die Klemmen „Ausgang“ angeschlossen. Das Auswechseln der Batterien ist ebenso wie beim Kabelsucher vorzunehmen.

Um unnötigen Stromverbrauch und damit vorzeitiges Auswechseln der Batterien zu vermeiden, ist darauf zu achten, daß nach Benutzung des Kabelsuchgerätes die im Kabelsucher und Magnetsummer befindlichen Rippsschalter auf „Aus“ gestellt werden.

V. Signalgeräte

(66) Der Alarminduktor.

Der Alarminduktor (Bild 289—291) dient zum Alarmgeben in Bereitschafts-Alarmanlagen (Abchnitt 5). Wie die Schaltung zeigt (Bild 22), sind mehrere Alarminduktoren mit einer größeren Anzahl von Wechselstromweckern als Alarmempfängern parallel geschaltet. Durch kräftiges Drehen der Induktorkurbel besteht die Möglichkeit, unabhängig von chemischen Stromquellen Alarm zu geben.

Für den Alarminduktor wird der Wechselstrominduktor des Feldfernsprechers 33 verwendet. Je nach der Schaltung werden zwei Arten von Induktoren unterschieden: der Umschalte-Induktor (Bild 292) und der Kurzschlußinduktor (Bild 293). In neuzeitlichen Fernsprechgeräten (Feldfernsprecher 33, Festungsfernsprecher) werden nur noch Kurzschlußinduktoren verwendet. Bei diesen Induktoren ist im Ruhezustand die Ankerwicklung kurzgeschlossen; der Ruf- bzw. Sprechstrom kann also unter Umgehung der Ankerwicklung über den Induktor verlaufen. Durch Betätigen der Induktorkurbel wird der Kurzschluß der Ankerwicklung aufgehoben und der Induktor so in die Leitung geschaltet, daß der eigene Wecker der rufenden Station abgeschaltet ist. Diese Umschaltung erfolgt

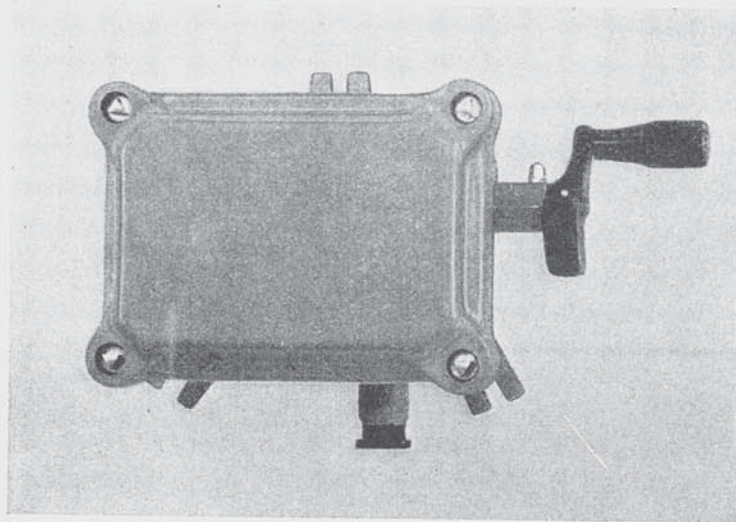


Abb. 289. Alarminduktor

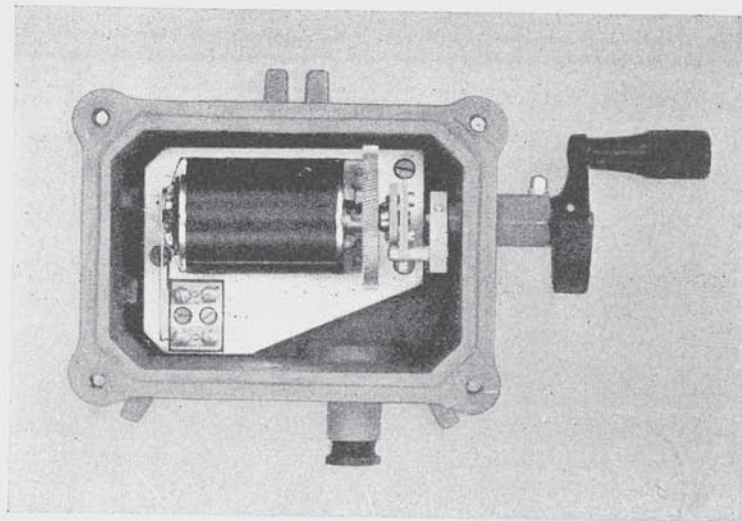


Abb. 290. Alarminduktor, geöffnet

dadurch, daß sich die Kurbelachse beim Drehen der Induktorkurbel in axialer Richtung verschiebt und den Wechselfkontakt betätigt. Beim Kurzschlussinduktor kann eine Unterbrechung der Leitung infolge mangelhafter Kontaktgabe am Umschaltfederarm nicht auftreten.

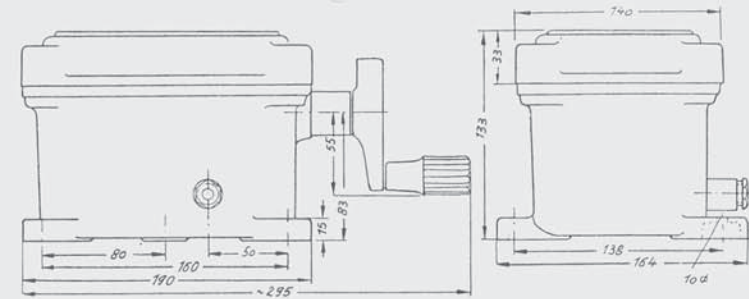


Abb. 291. Alarminduktor, Maßbild

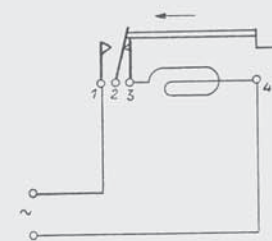


Abb. 292. Schaltung eines Umschalte-Induktors

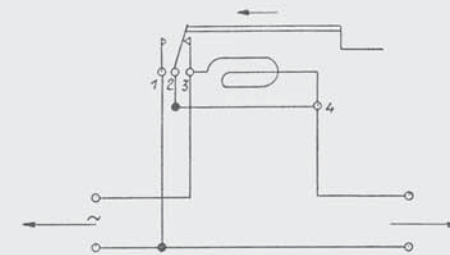


Abb. 293. Schaltung eines Kurzschlussinduktors

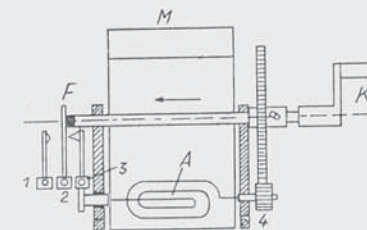


Abb. 294. Aufbau eines Induktors

Wie Bild 294 veranschaulicht, wird durch Betätigen der Kurbel K über ein Zahnradvorgelege mit einem Übersetzungsverhältnis von 1:6 ein Anker A in dem vom Dauermagneten M gebildeten Magnetfeld gedreht.

Die Ankerwicklung ist mit dem einen Ende am Körper des Lagerbodens angeschlossen und mit dem anderen Ende isoliert über einen Schleifkontakt an die Feder F geführt. Bei drei Umdrehungen der Induktorkurbel in der Sekunde und einer Übersetzung von 1 : 6 des Zahnradvorgeleges macht der Anker 18 Umdrehungen in der Sekunde. Da der Induktor zwei Polschuhe besitzt, hat die entstehende Induktorspannung 18 Perioden in der Sekunde oder 18 Hz. Die Größe der Spannung bei Leerlauf beträgt etwa 70 V, kann bei kräftigem Kurbeln bis zu 120 V ansteigen. Der Gleichstromwiderstand des Ankers beträgt 400 Ω , die Leistung des Induktors 4,5 W.

Der Kurbelinduktor stellt eine gleichbleibende, zuverlässige Stromquelle dar, die wenig Raum beansprucht und keiner Pflege bedarf. Dieser erzeugt durch kräftiges Drehen einen Wechselstrom von 18–25 Hz, der in der Lage ist, bis zu 15 Wechselstromweder laut zum Ansprechen zu bringen. Im Gehäuse ist ferner eine Anschlußleiste zum Anschluß der ankommenden Kabeladern untergebracht. Das Festi-Kabel wird über eine Stopfbuchsendichtung wasserdicht eingeführt. Die Abdichtung zwischen Gehäuse und Deckel erfolgt durch einen eingelegten Gummiring.

(67) Der Alarmweder.

Der Alarmweder ist ein Wechselstromweder, der in Alarmanlagen dazu dient, ein lautes akustisches Geräusch (Klingelzeichen) zu geben.

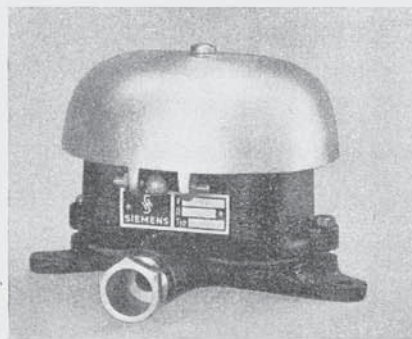


Abb. 295. Alarmweder

Er besteht aus dem Wederwerk in einem wasserdichten Gehäuse, der Wederschale und der Grundplatte zum Anmontieren des Gerätes (Bild 295–296). Die Grundplatte trägt die Stopfbuchsendichtung zum wasserdichten Einführen des Festi-Kabels sowie die Befestigungsösen. Der Gleichstromwiderstand beträgt 2500 Ω .

Die Ausführung des Wechselstromweders ist die gleiche wie bei dem in Abschnitt 57 behandelten zweiten Weder für Festungsfernsprecher.

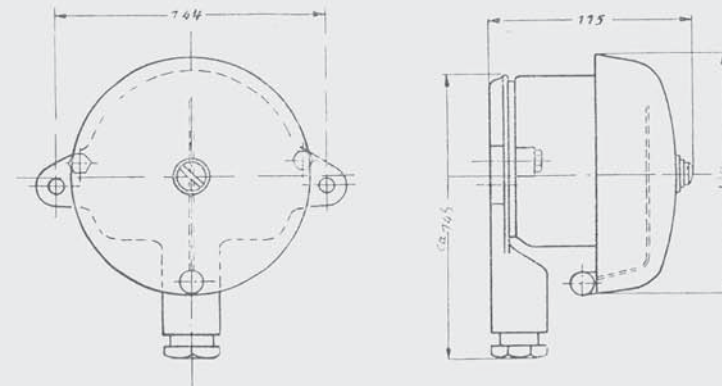


Abb. 296. Alarmweder, Maßbild

(68) Die Zug- und Drucktaste.

Die Zug- und Drucktaste wird als Schalter zum Betätigen von Signalanlagen eingebaut. Sie ist so ausgebildet, daß sie als Kontakt für Ein-

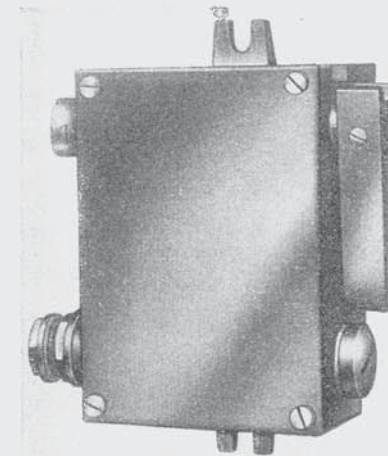


Abb. 297. Zug- und Drucktaste

gangsweder, Türüberwachungsanlage sowie für Meldehündzwecke eingesetzt werden kann.

Die Zug- und Drucktaste (Bild 297–300) besteht aus einem Gußgehäuse, das durch einen Deckel mit Gummidichtung wasserdicht verschließbar

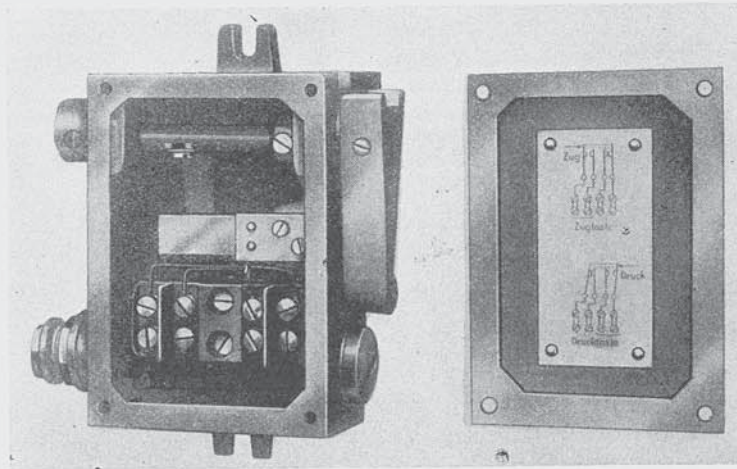


Abb. 298. Zug- und Drucktaste, geöffnet

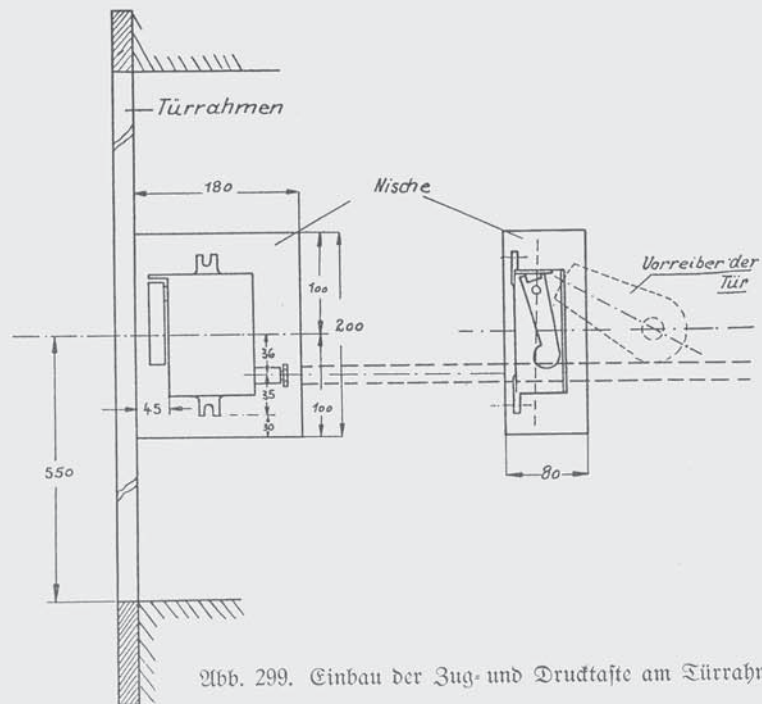
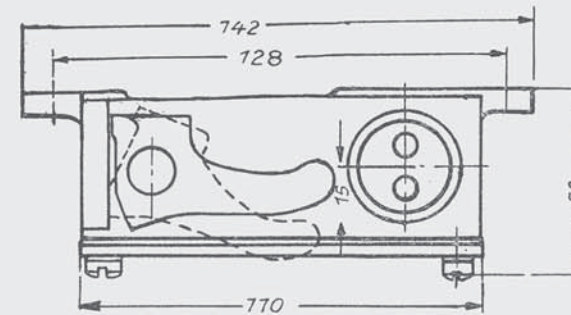
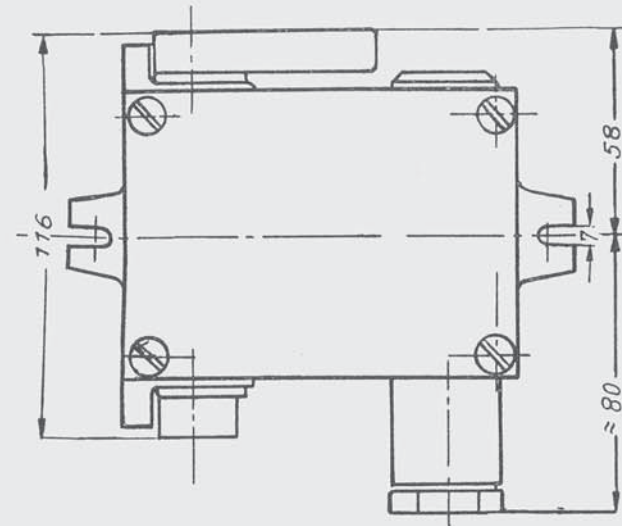
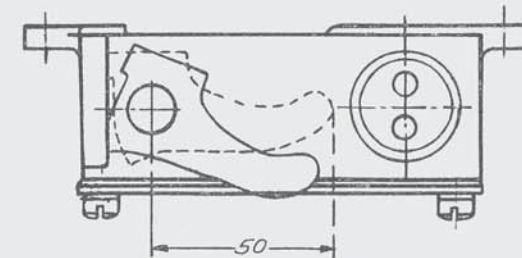


Abb. 299. Einbau der Zug- und Drucktaste am Türrahmen



Zugtaste



Drucktaste

Abb. 300. Zug- und Drucktaste, Maßbild

ist. Eine Stopfbuchsendichtung gestattet die Einführung von Festkabeln. An der Seitenwand des Gehäuses befindet sich ein Hebel, der auf einer Achse verstellbar aufgeschraubt ist. Diese Achse ist durch eine Fettdichtung in das Innere des Gehäuses geführt. Das Gehäuse selbst enthält einen Federfah, der durch Drehen der Achse betätigt wird, sowie eine Klemmenleiste zum Befestigen der Leitungen. Ein Stromlaufbild im Deckel zeigt an, wie die Klemmen bei Verwendung des Gerätes als Zug- oder Drucktaste zu beschalten sind.

Infolge ihrer robusten Ausführung und der Möglichkeit, den Hebel auf der Achse verstellen zu können, läßt sich die Zug- und Drucktaste für die verschiedenen Verwendungszwecke einsehen. Bild 299 zeigt den Einbau der Taste als Kontakt zur Betätigung der Türüberwachungsanlage (Abchnitt 6).

(69) Der Türerlaßweder.

Der Türerlaßweder wird für Signalzwecke eingebaut (Bild 301—302). Zusammen mit einer Zugtaste stellt er das akustische Rufmittel für die Türerlaßanlage dar (Abchnitt 7).

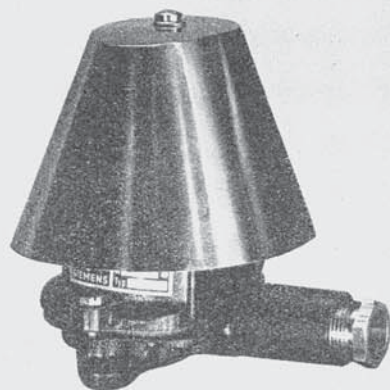


Abb. 301. Türerlaßweder

Das als Gleichstromweder ausgebildete Gerät wird mit einer Spannung von 24 V betrieben. Es besitzt einen Gleichstromwiderstand von 108 Ω . Die äußere Form und die innere Ausgestaltung ist entsprechend dem zweiten Weder für Festungsvermittlungen (Abchnitt 57) ausgeführt.

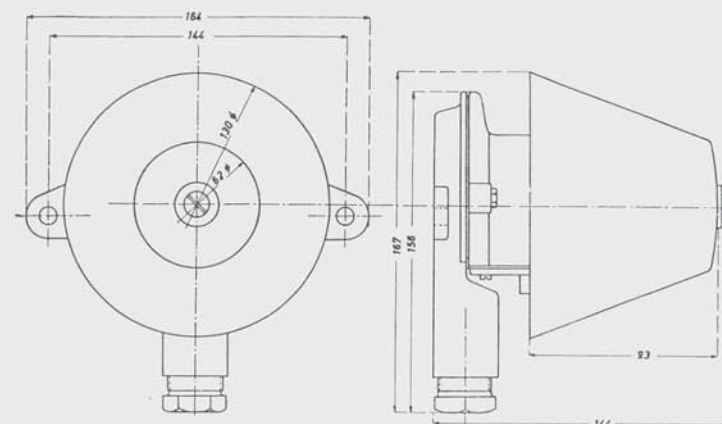


Abb. 302. Türerlaßweder, Maßbild

(70) Die Türüberwachungsstafel.

Die Türüberwachungsstafel wird in Werken der Landesbefestigungen zur Überwachung von Türen eingebaut (Abchnitt 6).

Das Gerät besteht aus einem Gußgehäuse, das durch einen Deckel mit Gummidichtung wasserdicht verschließbar ist (Bild 303—305). Im Deckel befinden sich 4 Glasfenster, hinter denen zwei rote und zwei grüne Schei-

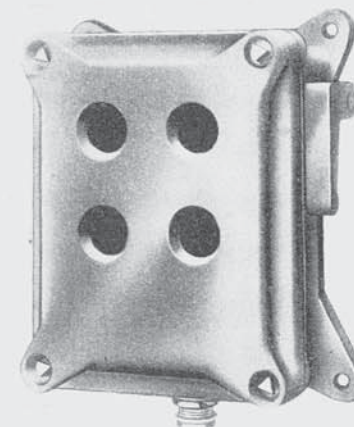


Abb. 303. Türüberwachungsstafel

ben sichtbar werden. Ein seitlich angebrachter Hebel dient zum Aus- und Einschalten der Anlage. Er betätigt den in Bild 23 mit S bezeichneten Schalter.

Im Innern des Gehäuses befinden sich 4 Lampenfassungen mit den Signallampen, ein Federsatz zum Ein- und Ausschalten, sowie eine Klemmenleiste zum Verschalten der Adern. Die elektrische Schaltung des Gerätes und die Widerstände im Stromkreis sind aus Bild 23 zu ersehen.

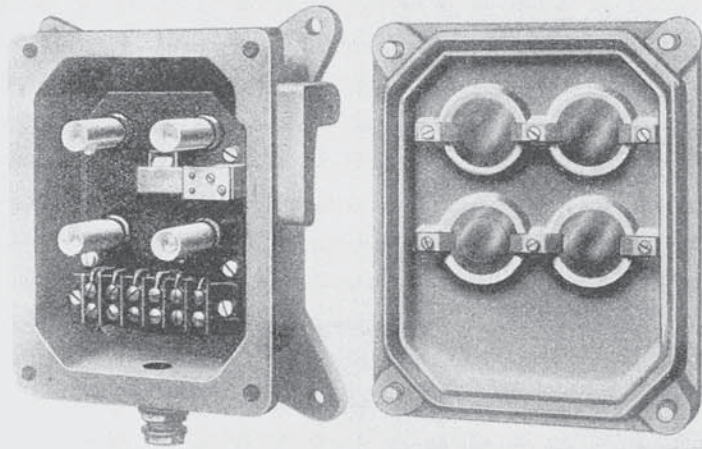


Abb. 304. Türüberwachungsstafel, geöffnet

Im allgemeinen arbeiten 2 Türkontakte auf eine Türüberwachungsstafel. Als Stromquelle dient eine 24 V-Batterie. Der Strombedarf beträgt etwa 2,5 W je Lampe, somit 5 W je Tafel. Die Signallampen haben eine Lebensdauer von mehr als 800 Betriebsstunden.

(71) Haupt- und Nebenuhren.

Die besonderen klimatischen Verhältnisse in den Anlagen der Landesbefestigung lassen die Verwendung handelsüblicher elektrischer Uhren nicht zu. Es war daher erforderlich, sowohl die Hauptuhr als auch die Nebenuhren mit wasserdicht verschließbarem Gehäuse auszuführen und besondere Vorkehrungen zur Trocknung der im Gehäuseinnern befindlichen Luft zu treffen.

Die Hauptuhr ist als Hängeuhr mit $\frac{3}{4}$ Sekundenpendel ausgebildet (Bild 306—308). Sie besteht aus dem Gehäuse, dem Gehwerk mit Pendel

und Gewicht als Kraftspeicher, der Kontakteinrichtung mit elektrischem Aufzug und dem Zifferblatt mit Stunden-, Minuten- und Sekundenzeiger.

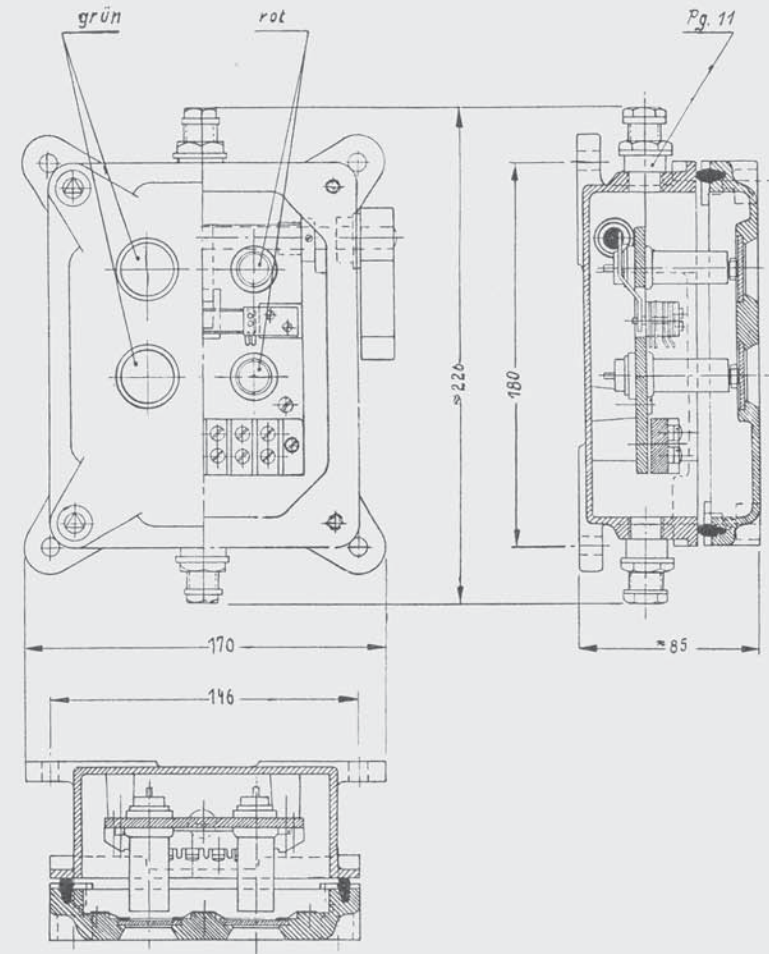


Abb. 305. Türüberwachungsstafel, Maßbild

Der Gehäusekasten ist aus 3 mm starkem verzinkten Eisenblech gezogen und verschweißt. Der Deckel, welcher oben und unten Glasscheiben zur Beobachtung des Zifferblattes und des Pendelausschlages besitzt, ist

in 3 Gelenken aufgehängt und mit einer Gummidichtung versehen, um den wasserdichten Abschluß des Gehäuses zu gewährleisten. 3 besonders stark ausgeführte Laschen am Gehäuselasten gestatten ein einwandfreies Aufhängen der Hauptuhr an der Wand. Ein Verfen oder Verziehen

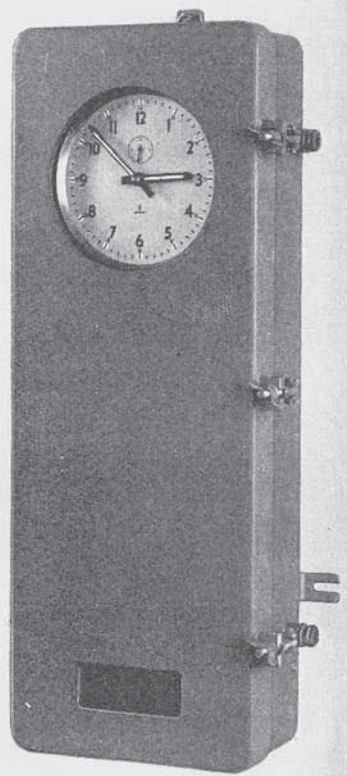


Abb. 306. Hauptuhr

des durch Stege und Rippen versteiften Gehäuselastens nach erfolgter Montage ist durch die Dreipunktaufhängung ausgeschloffen.

Das Ge h w e r k ist in einem kräftigen Gestell, das in 3 Punkten im Gehäuse befestigt ist, eingebaut. Es wird durch die Schwerkraft des Antriebsgewichtes, die über eine sogen. Graham-Hemmung auf das Pendel wirkt und dessen Schwingungsweite dauernd gleich groß hält, angetrieben. Das Pendel macht 80 Schläge in der Minute und ist mit Tempe-

raturkompensation ausgestattet, wodurch die wirkfame Pendellänge bei Temperaturschwankungen unverändert bleibt und ein genauer Gang der Uhr erreicht wird. Zur Regelung des Ganges ist eine Längenstellvorrichtung mit genauer Einteilung am Pendel vorgesehen. Im unteren

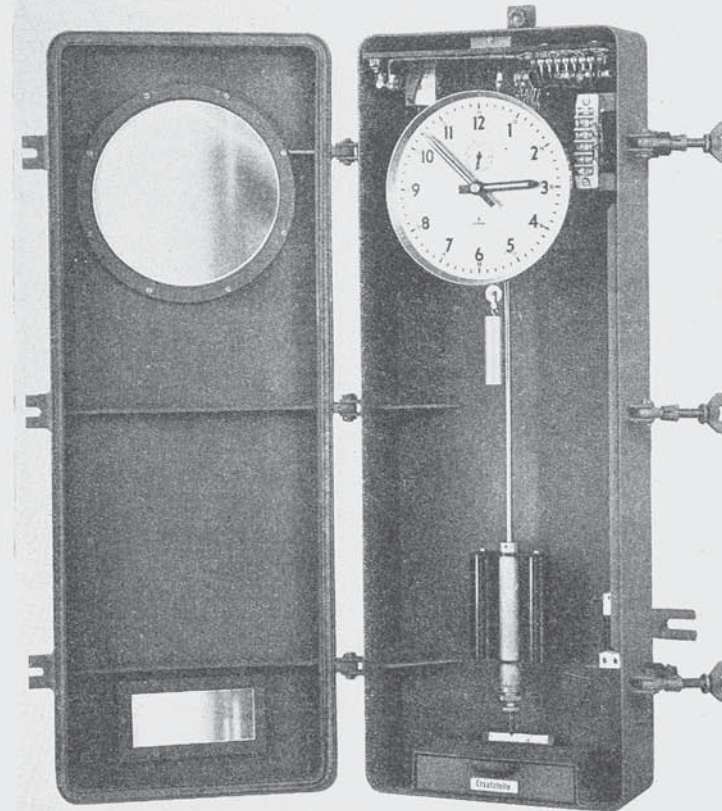


Abb. 307. Hauptuhr, geöffnet

Teil der Gehäuserückwand ist eine Strichteilung angebracht, die erkennen läßt, wie das Pendel in der Ruhelage hängen und wieviel Grade es bei richtigem Gang ausschlagen soll.

Die Kontakteinrichtung wird vom Ge h w e r k in Abständen von 1 Minute ausgelöst und bewirkt durch Aussenden von Gleichstrom-

impulsen wechselnder Richtung in die Uhrenschleife die Steuerung der Schaltwerke in den angeschlossenen Nebenuhren. Mit der auch als Polwendeschalter bezeichneten Kontakteinrichtung ist eine Aufzugsvorrichtung verbunden, durch die das Antriebsgewicht jede Minute so weit angehoben wird, wie es in der vorhergehenden Minute gesunken ist. Dadurch ist stets die volle Gangreserve von 12 Stunden für den Fall gesichert, daß die Batteriespannung ausbleiben sollte. Die Arbeitsweise der Kontakteinrichtung wird durch Bild 309 erläutert. Das Pendel betätigt

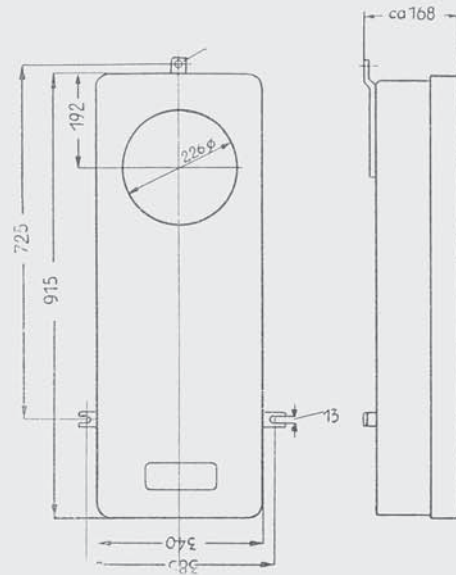


Abb. 308. Hauptuhr, Maßbild

den Pendelkontakt PK, der den Stromkreis für den Aufzug schließt, sobald durch das Differential des Uhrwerkes auch der Vorkontakt VK geschlossen wurde. Der Aufzug hebt das Antriebsgewicht an und betätigt gleichzeitig über das Schaltrad S den Federsatz PS₂, wodurch der Fortschaltstromstoß in die Uhrenschleife gegeben wird. Hierauf wird der Aufzug durch VK wieder abgeschaltet, und PS₂ geht in die Ruhelage zurück. In der nächsten Minute wird über PS₁ ein Stromstoß in entgegengesetzter Richtung in die Leitung gegeben.

Während der Zeit eines Spannungsausfalles bleiben die Nebenuhren stehen, da die minutlichen Stromstöße von der Hauptuhr ausbleiben. Infolge der Gangreserve geht die Hauptuhr 10 Stunden lang weiter.

Sobald die Spannung wieder einsetzt, werden die Aufzugsvorrichtung und damit gleichzeitig auch die Nebenuhren solange selbsttätig weitergeschaltet, bis wieder Übereinstimmung zwischen den Nebenuhren und dem Gehwerk der Hauptuhr erzielt ist. In der gleichen Zeit wird die Gangreserve wieder aufgefüllt. Ein Schalter gestattet, die Nebenuhren elektrisch von Hand aus nachzustellen.

Das Zifferblatt zeigt Stunden- und Minutenstriche und enthält über der Achse vom Stunden- und Minutenzeiger ein kleines Zifferblatt für

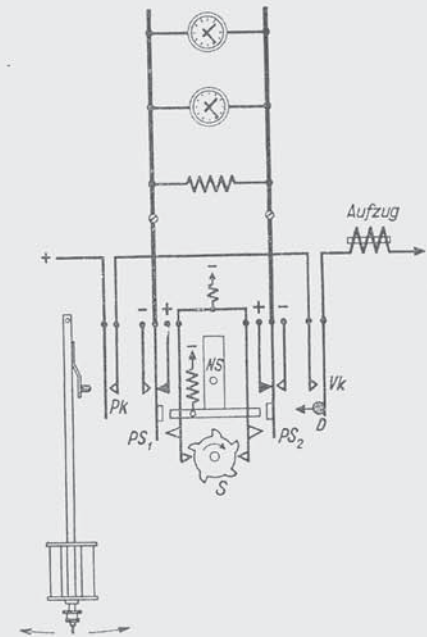


Abb. 309. Hauptuhr, Stromlaufplan

Sekundenanzeige. Die Stundenstriche sind mit arabischen Ziffern von 1—12 mit 16 mm Schriftgröße und von 13—24 in 5 mm Schriftgröße versehen und tragen eine 2 mm breite Markierung aus Leuchtmasse. Die Zeiger sind gleichfalls in ihrer Längsrichtung mit Leuchtmasse versehen.

Um das Gehäuse nach längerem Offenstehen austrocknen zu können, ist im unteren Gehäuseteil eine elektrische Heizung vorgesehen, die durch Betätigung eines Schalters an die Starkstromleitung (220 V) angeschlossen werden kann. Außerdem kann im unteren Gehäuseteil ein Aufbewahrungs-

kasten untergebracht werden, der einige hauptsächlich erforderliche Erfassteile enthält (Sicherungen, Pendelfeder, Darmseife, einen Polwendschalter und eine Flasche Öl).

Die Nebenuhr ist als Wanduhr ausgebildet und besteht aus dem Gehäuse mit spritzwasserdicht verschließbarem Deckel, dem Schaltwerk und dem Zifferblatt mit Stunden- und Minutenzeiger (Bild 320—312).

Das Gehäuse ist aus Leichtmetallguß gefertigt. Der Deckel, der mit einer dicht schließenden Schutzscheibe aus splitter sicherem Glas versehen



Abb. 310. Nebenuhr

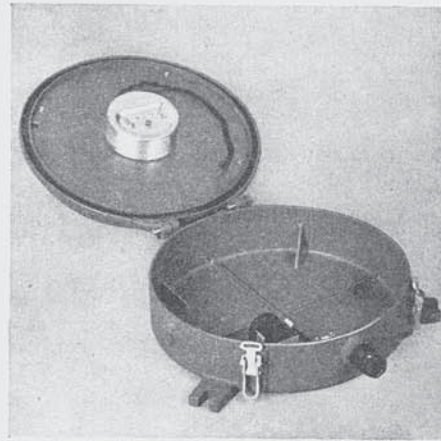


Abb. 311. Nebenuhr, geöffnet

ist, ist durch 2 am oberen Gehäuserand befindliche Gelenke aufklappbar und kann nach Ausföhrung einer Drehung um 90° durch seitliches Verschieben leicht abgenommen werden. Vorher ist die Anschlußschnur abzuklemmen. Ein Kniehebelverschluß und eine im Deckel eingelegte Gummidichtung sorgen für wasserdichten Abschluß des Gehäuses. 3 am Gehäuse angebrachte Laschen ermöglichen die Befestigung der Nebenuhr an der Wand. Zur Vermeidung von Schweißwasserbildung kann am Gehäuseboden in einem Haltebügel eine Patrone mit Trockenmasse (Silikagel) vorgesehen werden.

Da die Nebenuhr von der Hauptuhr gesteuert wird, ist an Stelle eines eigenen Gehwerkes nur ein Schaltwerk im Gehäuse eingebaut. Dieses

besteht aus einem mit 2 Weicheisenkernen ausgerüsteten polarisierten Elektromagneten und einem Z-förmig ausgebildeten Anker, der bei Stromstößen wechselnder Richtung im Uhrzeigersinn um seine Achse gedreht wird und diese Drehbewegung durch eine Schnecken- und Zahnradübersehung auf das Zeigerwerk überträgt (Bild 313). Das Nebenuhrwerk

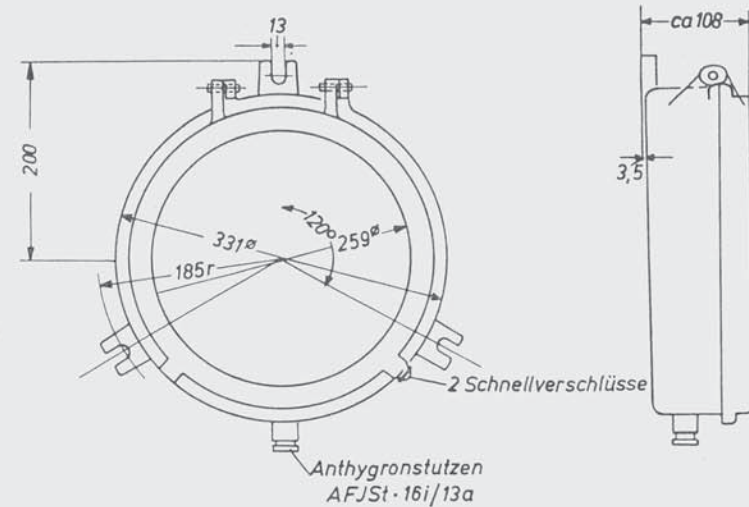


Abb. 312. Nebenuhr, Maßbild

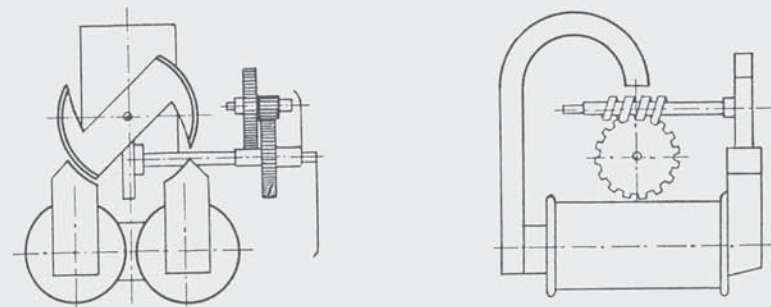


Abb. 313. Nebenuhr, Schaltwerk

zeichnet sich durch geräuscharmen Gang aus. Um die Zeiger der Nebenuhr von Hand einstellen zu können, ist ein Stellknopf am Schaltwerk angebracht.

Das Zifferblatt ist durch 60 schwarze Striche eingeteilt, wobei jeder 5. Strich als Stundenstrich stärker und länger ausgeführt und jeder

15. Strich noch etwas mehr herausgehoben ist. Außerdem trägt jeder Teilstrich in der Längsrichtung einen Belag aus Leuchtmasse.

Der Stromverbrauch eines einzelnen Nebenuhrwerkes beträgt etwa 9 mA, bei z. B. 20 parallel geschalteten Nebenuhren also 180 mA.

Vor Inbetriebsetzen der Uhrenanlage sind zunächst alle Nebenuhren durch Betätigen des Stellknopfes von Hand auf gleiche Zeit zu stellen. Die Hauptuhr wird ebenfalls auf die gleiche Zeit, z. B. 12.00, durch Drehen des Minutenzeigers im Uhrzeigersinn gebracht. Dann wird die Stromquelle angeschlossen. Man wartet dann zweckmäßigerweise so lange, bis die von der Uhrenanlage gezeigte Zeit mit der richtigen Zeit übereinstimmt. Dann wird durch Anstoßen des Pendels die Hauptuhr und damit die ganze Uhrenanlage in Betrieb gesetzt. Werden die Nebenuhren beim ersten Impuls der Hauptuhr nicht weitergeschaltet, so ist von der Hauptuhr ein Impuls in falscher Richtung gegeben worden. Dieser Fehler kann durch Betätigen des am Polwendeschalter befindlichen Hebels beseitigt werden. Danach werden alle Uhrengehäuse verschlossen; die Heizvorrichtung der Hauptuhr bleibt zweckmäßig dauernd eingeschaltet. Wird bei der Hauptuhr ein Nachregeln des Ganges erforderlich, so ist die hierzu vorgesehene Rändelschraube am unteren Ende des Pendels zu verstellen, und zwar von rechts nach links, falls die Uhr vorgeht, von links nach rechts beim Nachgehen der Uhr. Dabei ist das Pendel festzuhalten, damit die Pendelfeder nicht beschädigt wird. Ein Teilstrich der Rändelschraube bedingt eine Gangänderung von 1 Sekunde je 24 Stunden, eine volle Umdrehung von 1 Minute am Tag.

Zur Berichtigung des Zeigerstandes ist folgendes zu beachten: Bei Vorgehen der Hauptuhr werden Zeigerstandsänderungen durch Anhalten des Pendels herbeigeführt, auf keinen Fall durch Zurückdrehen der Zeiger, da hierdurch das Werk beschädigt werden würde. Es ist zweckmäßig, die Uhr etwa in der zehnten Sekunde und nicht in der sechzigsten Sekunde anzuhalten, damit die Kontaktgabe für die Nebenuhren nicht gestört wird. Bei Nachgehen der Hauptuhr wird zunächst der Minutenzeiger um eine gerade Zahl von Minuten vorgestellt und das Pendel angehalten. Dann werden die Nebenuhren mit Hilfe des Nachstellschalters auf die Zeit der Hauptuhr eingestellt. Ist die richtige Zeit erreicht, wird das Pendel der Hauptuhr wieder angestoßen.

Bleiben die Nebenuhren stehen, so ist die Stromsicherung in der Hauptuhr zu prüfen. Ist die Sicherung durchgebrannt, so ist die Anlage auf etwaigen Kurzschluß hin durchzusehen und nach Beseitigung des Kurzschlusses eine neue Sicherung einzusetzen.

Bezüglich der Pflege und Wartung der Uhren sind die entsprechenden Vorschriften der Lieferfirma zu beachten.

(72) Das Sprachrohr.

Sprachrohre werden zur Herstellung kurzer Sprechverbindungen verwendet (Abschnitt 4). Sie bestehen aus dem Mundstück in dem Kampfraum, dem Mundstück im Bereitschaftsraum und den sie verbindenden Sprachrohren.

Das Sprachrohrmundstück für den Kampfraum (Bild 314—315) besteht aus einem gezogenen Aluminiumtrichter als Mundstück, einer Aufweitung mit der Membran und der Membraneinstellung und dem Rohrstück zum

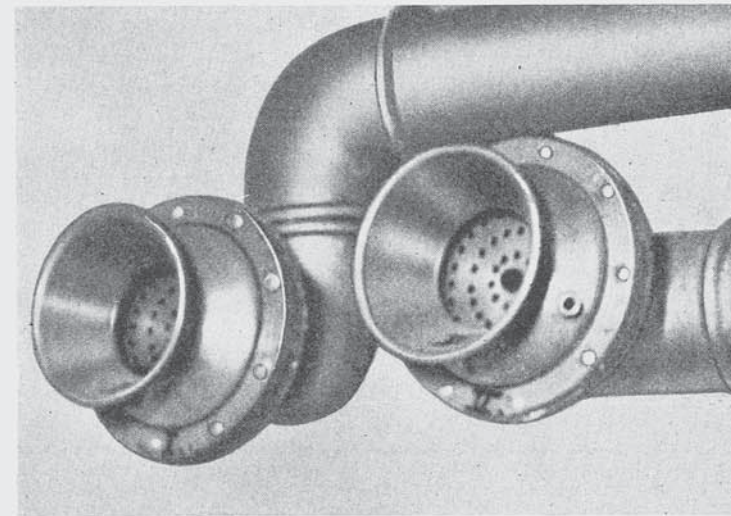


Abb. 314. Sprachrohrmundstück mit Membrane

Aufschauben auf das Sprachrohr. Der Aluminiumtrichter ist so ausgebildet, daß er zur Aufnahme von Schall durch Aufsetzen des Mundes geeignet ist. Die Membran soll unerwünschte Luftzirkulation durch die Sprachrohranlage verhindern. Die Membraneinstellung wird dazu benötigt, um der Membran eine solche Vorspannung zu geben, daß eine möglichst geringe Dämpfung der Sprache durch die Membran eintritt. Sie besteht aus einem Hebel, der durch eine Filzplatte auf die Membran drückt und durch eine Schraube einstellbar ist. Es wird dadurch vermieden, daß Eigenschwingungen (Resonanz) der Membran große Dämpfung bzw. Verzerrung der Sprache bewirken.

Das Sprachrohrmundstück im Bereitschaftsraum (Bild 316—317) besitzt nur einen Aluminiumtrichter sowie ein Gitter, welches das Hineinkriechen von Tieren sowie das Einwerfen von Papier usw. verhindern soll.

Die Sprachrohre selbst bestehen aus verzinktem Gasrohr von 2 Zoll lichter Weite. Die Rohre sollen möglichst ohne kurze Krümmungen, auf jeden Fall mit nicht mehr als 5 Krümmungen geführt werden. Ferner dürfen sie nicht geschweißt, sondern müssen durch Nüssen verschraubt

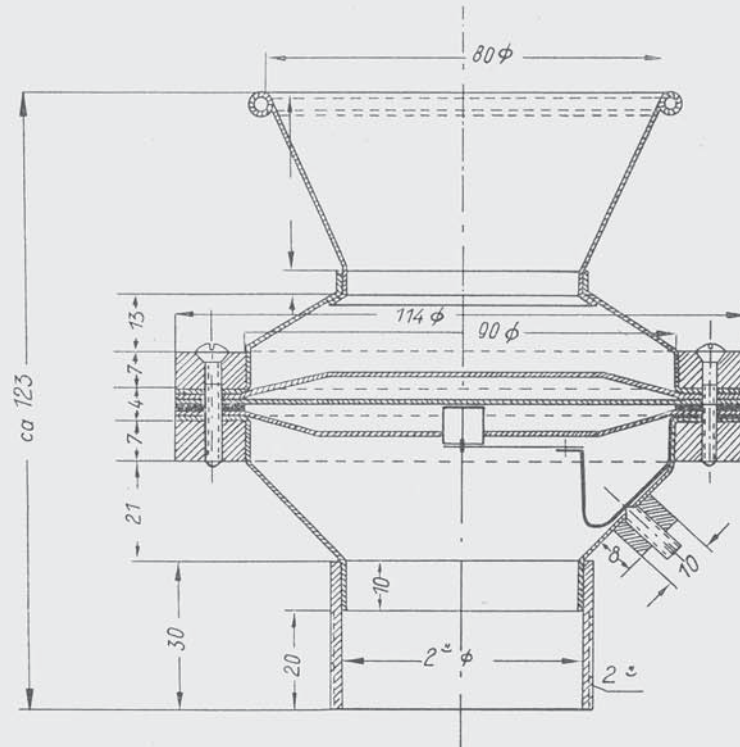


Abb. 315. Sprachrohrmundstück mit Membrane, Maßbild

sein. Die Führung der Rohre hat so zu erfolgen, daß keine Wasserfäcke entstehen können. Sind Punkte, die zur Ansammlung von Schweiß- und Kondenswasser neigen, nicht zu vermeiden, so sind Entwässerungsstutzen an der tiefsten Stelle aus der Wand herauszuführen.

Sprachrohre sollen höchstens 30 m weit geführt werden. Sie ergeben eine Sprechverbindung, die keiner Wartung bedarf. Der Ruf erfolgt durch lautes Anrufen der Gegenstelle.

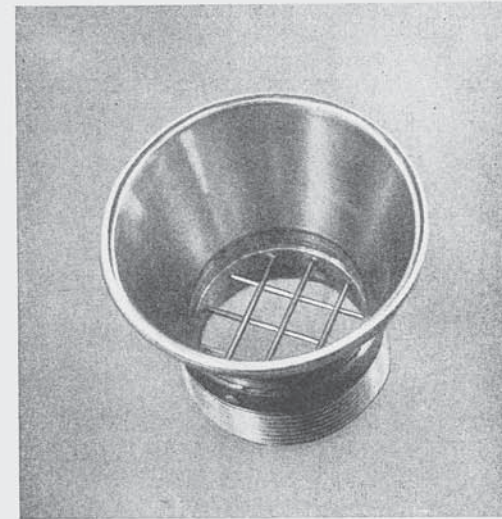


Abb. 316. Sprachrohrmundstück ohne Membrane

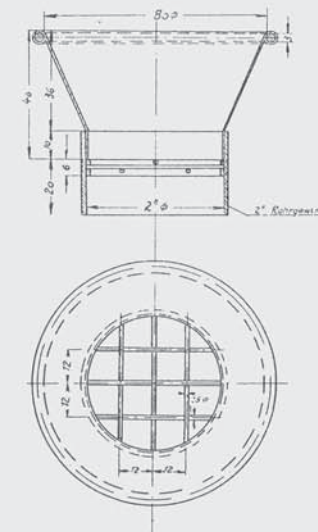


Abb. 317. Sprachrohrmundstück ohne Membrane, Maßbild

VI. Stromquellen und Ladegeräte

(73) Das Feldelement.

Das Feldelement dient als Stromquelle für die Mikrophonspeisung in Festungsfernsprechern, Vermittlungen, Feldfernsprechern und Feldvermittlungen, die im Festungsgelände eingesetzt sind.

Es wird bezeichnet als Element c (F 30), worin F die Abkürzung für Füllelement und 30 das Abgabevermögen (Kapazität) in Ah bedeutet.



Abb. 318. Feldelement

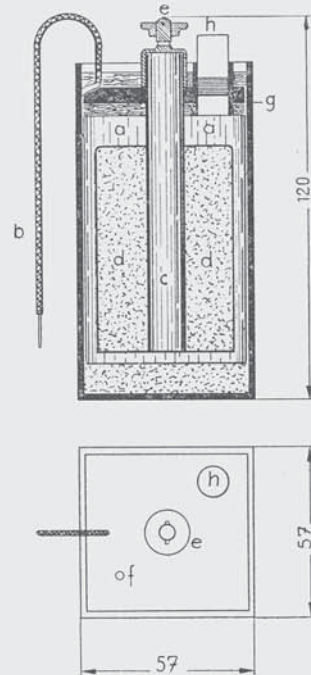


Abb. 319. Feldelement, Schnittzeichnung

Das Feldelement (Bild 318—319) ist ein sogenanntes Füllelement, das mit Wasser angefeht wird. Außerlich besteht es aus einem Becher aus Isolierstoff, dem Zinkpol-Anschlußdraht b, der Kohlepolsschraube e, dem Füllrohr h, dem Entlüftungsröhr f und der Vergußschicht g auf der oberen Fläche des Elementes. Im Innern ist in dem Isolierstoffbecher ein Zinkbecher a untergebracht, in dem ein Kohlestab c steht. Der Kohlestab ist umgeben von einem Beutel d, der ein Braunsfingemisch enthält. Auf dem Beutel ist eine Füllung von Salmiaksalz und Versteifungsmasse

untergebracht. Das Ganze ist nach außen durch eine Isoliermasse vergossen, die lediglich durch ein größeres Einfüllrohr und ein dünnes Entlüftungsröhr durchbrochen wird.

Das Anfehen des in trockenem Zustand nicht aktiven Elementes geschieht durch Einfüllen von Wasser in das Füllrohr. Das Wasser soll dabei bis an den Rand des Glasrohres stehen. Es dringt in die Salmiakschicht ein und bildet mit der Versteifungsmasse zusammen eine gallertartige Masse. Nach etwa einer Stunde ist nochmals etwas Wasser einzufüllen. Nach spätestens 12 Stunden ist das Anfehen des Elementes soweit vollendet, daß das Wasser in alle Poren eingedrungen ist. Das Element wird kurz geschüttelt; etwa noch vorhandene Wasserreste oder flüssige Teile des Elektrolyten werden ausgegossen. Das Element ist dann voll einsatzfähig.

Wird das Element nicht ordnungsgemäß angefeht, so kann die dann auftretende Gasentwicklung zu Störungen Anlaß geben.

Die elektrische Wirkungsweise kann man kurz wie folgt umreißen: Eine Reihe von Elementen, besonders die Metalle, haben die Eigenschaft, gegeneinander gemessen elektrische Spannungswerte zu zeigen. Besonders große Spannung zeigen Zink und Kohle (1,5 V). Dabei nimmt Zink negative, Kohle positive Spannung an. Gibt man den Elektroden große Oberflächen (Kohlestab im Zinkbecher) und füllt man den Zwischenraum mit einem Elektrolyten (Halbleiter), so tritt unter dem Einfluß von chemisch abbaufähigen Verbindungen (Braunsfing als Eisensauerstoffverbindung) eine chemische Umwandlung des negativen Poles unter Abgabe von elektrischer Energie nach außen auf.

Zink-Kohle-Elemente weisen eine Spannung von 1,5 V auf. Die abgebbare Stromstärke und die Lebensdauer sind von der Größe des Elementes abhängig. Das Feldelement ist so bemessen, daß es etwa während 1000 Stunden im unterbrochenen Betrieb einen Strom von 30—50 mA abgeben kann. Das ist so viel, wie zum Betreiben des Mikrophons im Feldfernsprecher erforderlich ist.

Nicht angefehte Elemente müssen in trockenen Räumen gelagert werden. Bei dauernder großer Luftfeuchtigkeit setzen sie sich selbst an und verbrauchen sich über die Feuchtigkeitsschicht auf der Vergußmasse. Zeigen Feldelemente bei der Prüfung mit einem Spannungsmesser weniger als 1,0 V, so sind sie verbraucht (vgl. auch die Prüfung mit Feldmeßstäben 18, Abschnitt 58).

In neuerer Zeit werden als Feldelemente Luftsauerstoff-Trockenelemente (Bild 320) verwendet. Bei diesen Elementen, die mit d (T 30) bezeichnet werden (T = Trockenelement), muß zum Anfehen lediglich der Verschluß des Glasröhrchens geöffnet werden. Wasser ist nicht einzufüllen.

Durch Zutritt von Luft wird das Element aktiv; es besitzt von Anfang an volle Spannung. Folgt dem Verbrauch eine längere Zeit des Nichtbetriebes, wie z. B. bei Einsparübungen in Festungen, so kann das Glasröhrchen wieder verschlossen werden. Dadurch tritt neue Lagerfähigkeit des Elementes ein.



Abb. 320
Luftsaurestoff-Trockenelement

(74) Das Trockenelement.

Das Trockenelement T 1 wird an solchen Stellen des Festungskabelnetzes als Stromquelle eingesetzt, an denen das Feldelement für die erforderliche Stromabgabe nicht ausreicht. Es wird daher als Mikrophon- und Wederbatterie der Vermittlungen zu 10—100 Leitungen benutzt. Ferner dient es als Mikrophonbatterie für solche Festungsfernsprecher, die den Anschluß mehrerer Kopffernsprecher gestatten (Festungsfernsprecher mit Schanzeichen, Festungsfernsprecher R, M, D).

Der Aufbau des Trockenelementes T 1 (Bild 321) entspricht grundsätzlich dem des Feldelementes. Es besitzt wie dieses einen Zinkbecher und einen Kohlestab, jedoch wird an Stelle des flüssigen Elektrolyten eine eingedickte Masse, die eine Salmiaklösung enthält, verwendet. Ein Ansehen des Trockenelementes ist daher nicht erforderlich; Gasentwicklung, wie bei schlecht angelegten Feldelementen, kann nicht auftreten. Die Spannung beträgt 1,5 V je Element. Das Abgabevermögen (Kapazität) wird mit etwa 90—120 Ah angegeben. Die äußeren Abmessungen zeigt Bild 322.

Um eine Sprech- oder Wederbatterie zu erhalten, werden drei Elemente hintereinander geschaltet und in den großen Batteriekästen eingesetzt. Das Element wird auch als Füllelement ausgeführt und mit LT 1 bezeichnet. Die äußeren Abmessungen bleiben die gleichen wie beim Trockenelement. Das Ansehen des Elementes LT 1 erfolgt in gleicher Weise wie beim Element c (F 30), wie in Abschnitt 73 beschrieben.

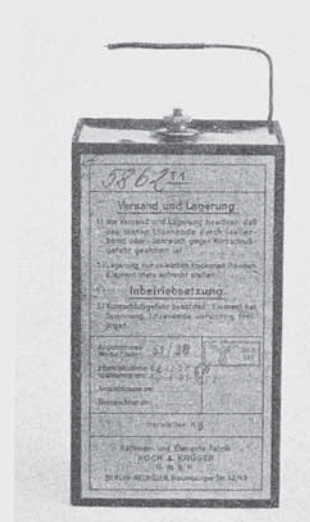


Abb. 321. Trockenelement T 1

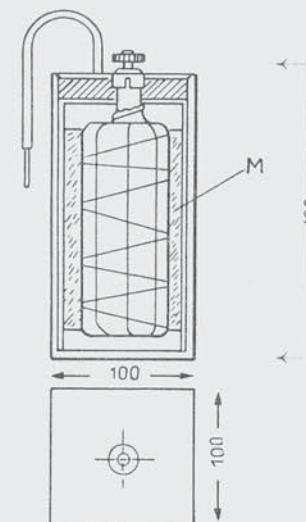


Abb. 322. Trockenelement T 1,
Schnittzeichnung

(75) Der 24 V-Sammler.

24 V-Sammler (Bild 323) sind in den Landesbefestigungen zur Speisung der Signalanlagen eingebaut. Es werden nur Nickel-Cadmiumzellen verwendet.

Die 24 V-Sammler werden aus handelsüblichen Sammlern der Type 12 NC 60 oder 6 NC 148, deren Abmessungen Bild 324—325 zeigt, zusammengesetzt. Die Typenbezeichnung besagt zum Beispiel für den Sammler 6 NC 148, daß die Spannung 6 V beträgt, daß der Sammler auf der Basis Nickel-Cadmium aufgebaut ist und 148 Ah Abgabevermögen (Kapazität) besitzt. Von der ersteren Type müssen zwei Sammler hintereinander geschaltet werden, um 24 V zu erhalten, von der letzteren Type insgesamt vier. Die Zahl der Amperestunden wird nach der Zahl und Größe der zu speisenden Gleichstromanlagen bemessen. Die Sammler sind im allgemeinen mit Reserve dimensioniert, um Erweiterungen der Anlagen und Einsatz von Sondergerät zu ermöglichen.

Für die Wahl von Nickel-Cadmiumzellen waren folgende Überlegungen maßgebend: Bleisammler besitzen in den gleichen Ausmaßen wie Nickel-Cadmiumsammler größeres Abgabevermögen und sind auch billiger. Sie besitzen jedoch den großen Nachteil, daß sie sich verhältnismäßig rasch selbst entladen und leicht Schaden erleiden, wenn sie nicht regelmäßig wieder geladen werden. Da Festungen friedensmäßig überhaupt nicht oder nur teilweise besetzt sind, würden für Bleisammler besondere Aufwendungen für die Wartung zu machen sein. Bei Versäumnissen würden schwere Schäden entstehen und bei plötzlicher Besetzung die Nachrichten-

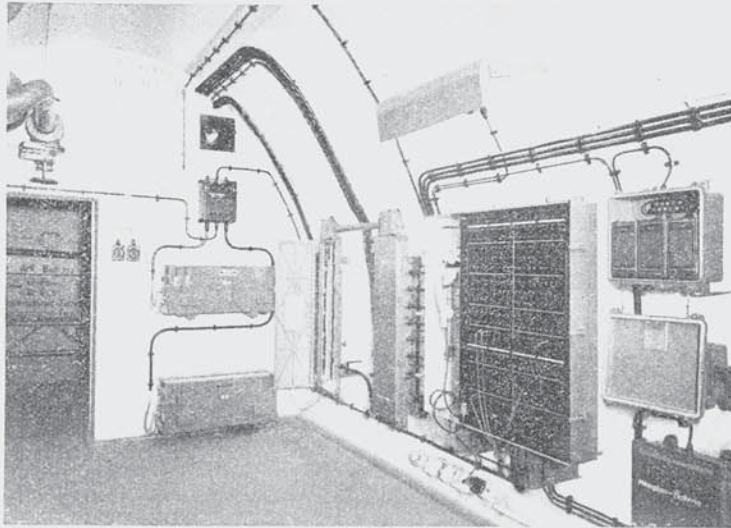


Abb. 323. 24 V-Sammler, in Nachrichtenraum eingebaut

anlagen nicht betriebsfähig sein. Diesen Mangel zeigen Nickel-Cadmiumsammler nicht. Sie können lange Zeit ohne Benutzung stehen, und wird eine in regelmäßigem Rhythmus, z. B. vier Wochen, vorgesehene Nachladung versäumt, so entstehen keine Schäden. Da die Nachrichtenanlagen fest eingebaut sind und nicht transportiert zu werden brauchen, spielen Gewichtsfragen und Größenverhältnisse keine Rolle.

Die Pflege der Sammler ist aus einem Schild, das an jedem Sammler angebracht ist, zu entnehmen. Die aufgeführten Forderungen sind genau einzuhalten. Da die Sammler fest an die Ladevorrichtung (Abchnitt 76) angeschlossen sind und auch die örtliche Lagerung festgelegt ist, können Fehler beim Laden kaum entstehen. Der Ladegleichrichter ist auf maximale Ladestromstärke abgestimmt. Ein Instrument zeigt die Spannung des

Sammlers im Betrieb und den entnommenen Strom an. Bleisammler, die bei Verwechslungen mit Kaliszellen eine gewisse Gefahrenquelle bringen, sind nicht in der Nähe. Kurzschlüsse können durch die feste Einbaumweise und die sorgfältige Isolation kaum auftreten.

Über die Arbeitsweise der Sammler sei folgendes bemerkt: Im Gegensatz zu Elementen wird der Sammler bei der Entladung nicht zerstört, sondern es tritt an den Elektroden eine chemische Umwandlung der Elektroden selbst ein, die durch Hineinschicken von Strom wieder rückgängig gemacht werden kann. Diesen Vorgang nennt man die Ladung des Sammlers. Nach der Ladung kann der Sammler wieder entladen werden.

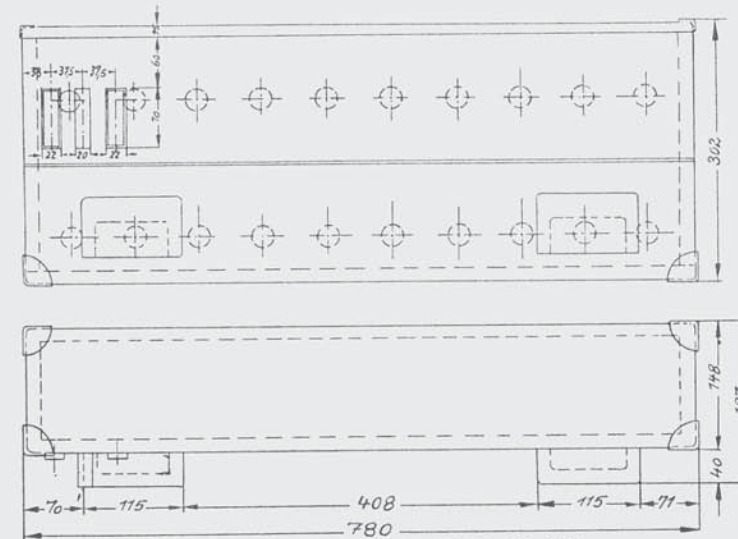


Abb. 324. Sammler 12 NC 60, Maßbild

Die Nickel-Cadmiumzelle als kleinste Einheit des Sammlers ist in einem Gehäuse aus vernickeltem Stahlblech untergebracht. Im Innern befinden sich zwei Platten, die positive und negative Elektrode (Pol). Der Zwischenraum ist mit verdünnter Kalilauge gefüllt. Die beiden Platten bestehen aus einem Stahlrahmen, in den kleine Taschen oder Röhrchen mit den wirksamen Chemikalien eingesetzt sind. Die Behälter sind ebenfalls aus Stahlblech gefertigt, das aber sehr dünn und mit vielen kleinen Löchern versehen ist. Auf diese Weise kann der Elektrolyt, in diesem Fall die Kalilauge, bequem zu den wirksamen Salzen gelangen. Die Salze werden unter hohem Druck in die kleinen Behälter gepreßt. Die Salze haben körnige Struktur, um ein Herausfallen durch die Löcher

zu verhindern. Diese Platten werden an einen Polstift angeschlossen bzw. zu mehreren an eine Polbrücke angeschweißt. Der Polstift oder die Polbrücke werden isoliert durch den Deckel des Sammlers geführt. Die Sammlerplatten sind gegeneinander und gegen das Stahlgehäuse durch Hartgummiplatten oder Stäbe isoliert.

Bei der Ladung spielt sich im wesentlichen folgender Vorgang ab: Die positiven Platten binden Sauerstoff, an der negativen Platte entsteht in der Nickel-Cadmiumzelle metallisches Cadmium. Während der Entladung geben die positiven Platten den gebundenen Sauerstoff ab, wäh-

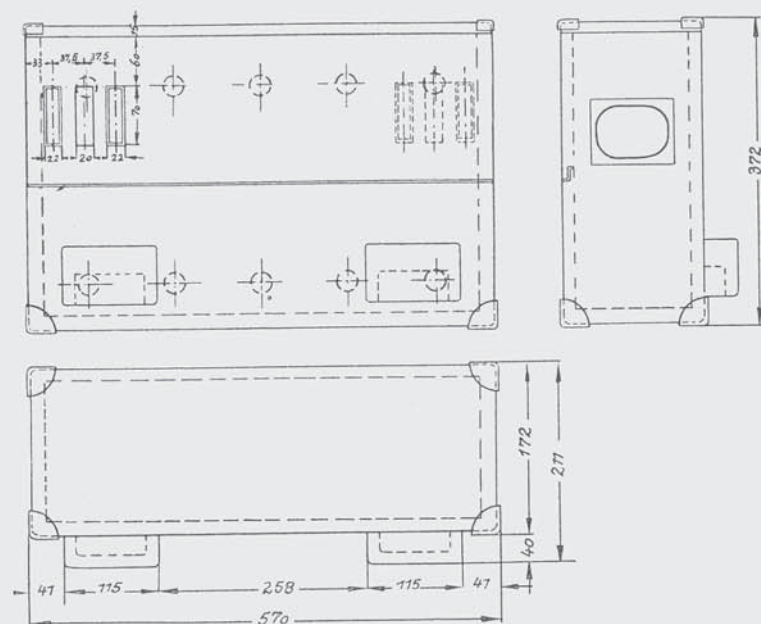


Abb. 325. Sammler 6 NC 148, Maßbild

rend sich an der negativen Platte eine Sauerstoff und Wasserstoff enthaltende Cadmiumverbindung bildet.

Die Nickel-Cadmiumzellen haben einen Wirkungsgrad, auf Wattstunden bezogen, von etwa 50 %, d. h. es müssen 100 Wattstunden geladen werden, um etwa 50 Wattstunden wieder zu gewinnen. Der Wirkungsgrad, auf Amperestunden bezogen, ist günstiger. Er erreicht 80 %, d. h. es müssen 100 Ah geladen werden, um 80 Ah wieder zu gewinnen.

Die mittlere Entladespannung für eine Dauerenladung von 10 Stunden beträgt etwa 1,2 V je Zelle, die Ladespannung etwa 1,4 V, um am Ende der Ladung etwa 1,8 V zu erreichen. Beim Laden erwärmen sich die

Zellen mäßig. Sie dürfen nie wärmer als 40° C werden. Beim Laden der Sammler entstehen freie Gase. Die Gas Mengen sind bei der Nickel-Cadmiumzelle jedoch so gering, daß eine besondere Öffnung der Zellen nicht nötig ist. Dieser Umstand macht die NC-Sammler für den Einbau in Festungen und auch in bewohnten Räumen besonders geeignet.

Nach etwa 10 Ladungen muß der Sammler äußerlich gereinigt und die Kalilauge geprüft werden. Die Vorschriften der Lieferfirmen darüber sind verschieden; sie sind dem Wartungsschild zu entnehmen und genau einzuhalten.

Das spezifische Gewicht der Kalilauge soll im geladenen Zustand etwa 1,18 bis 1,20 betragen. Ist es höher, so ist destilliertes Wasser nachzufüllen, ist es niedriger, so ist Kalilauge nachzufüllen. Der Dichtemesser, Kalilauge, Heber, Lappen zum Reinigen usw. sind dem Zubehörfasten für NC-Sammler zu entnehmen.

Sind die Sammler etwa 1½ Jahre im Gebrauch, so ist gründliche Reinigung, Erneuerung der Lauge usw. erforderlich.

Um die Sammler aus den im allgemeinen verschließbaren Sammlernischen herausheben zu können, besitzen sie ein Holzgehäuse mit Traggriffen. Sie sind zuvor von der festen Verdrahtung zu lösen.

Beim Umgang mit Kalilauge ist zu beachten, daß es sich um eine stark ätzende Flüssigkeit handelt, welche Kleider, Metalle, aber auch die Haut, besonders Lippen und Augen stark angreift. Bei Verletzungen ist die mit Kalilauge benetzte Stelle, auch die Augen, sofort mit 30%iger Bor säurelösung abzuspuhlen. Bei Verätzung größerer Kleiderflächen sind die Kleider sofort zu entfernen und die benetzten Körperstellen schnellstens unter der Wasserbrause abzuspuhlen. Danach ist mit Bor säurelösung nachzuwaschen.

Verseüttete Kalilauge wird zweckmäßig mit reichlicher Wassermenge fortgespuhlt oder mit einem nassen Schwamm oder Lappen entfernt. Empfohlen wird ein Nachwischen mit Magnesiumsulfat (eine Handvoll Bittersalz auf einen Eimer Wasser) und mehrmaliges Aufwischen mit klarem Wasser.

(76) Der Ladegleichrichter.

Der Ladegleichrichter dient zum Laden der in Kampfanlagen eingebauten 24 V-Sammler (Abchnitt 75). Für die Ladung des Sammlers 12 NC 60 wird ein Ladegleichrichter mit 5 A Anfangsladestrom, für den Sammler 6 NC 148 ein solcher für 15 A Anfangsladestrom benutzt. Der Ladegleichrichter wird an Wechselstromneße von 110—220 V und 50 Hz angeschlossen.

Die gesamte Ladeeinrichtung des Gerätes ist in drei Gehäusen aus Grauguß untergebracht, die aneinander geflanscht und übereinander angeordnet sind (Bild 326—329). Jedes Gehäuse wird durch einen Deckel

verschraubt, wobei eine Flächendichtung den wasserdichten Abschluß gewährleistet. Der obere Gehäuseteil enthält je einen 2-poligen Sicherungsautomaten zum Anschalten der Netz- und Ladepannung, einen Spannungs- und

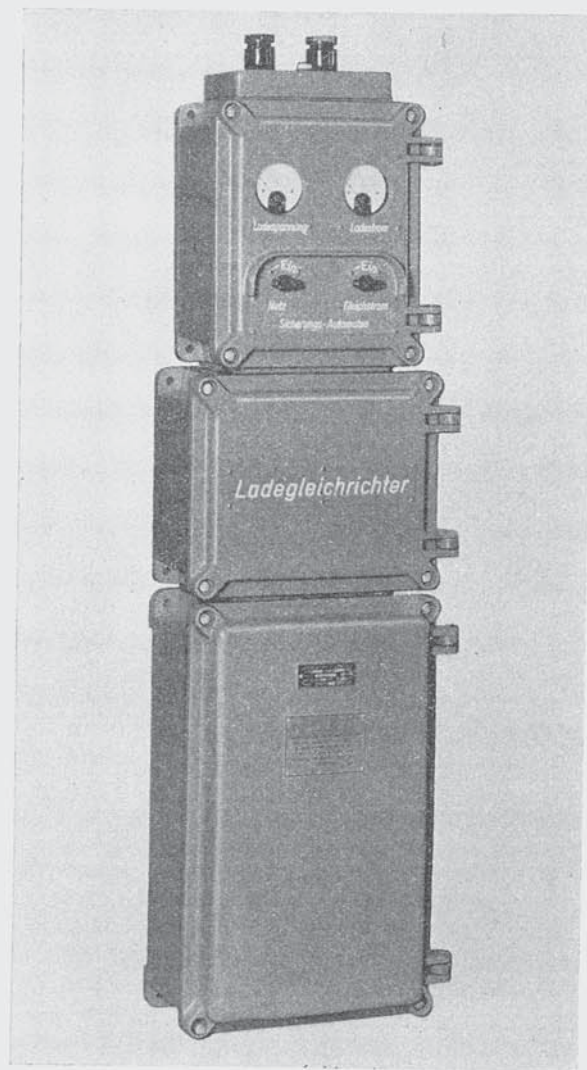


Abb. 326. Ladegleichrichter

einen Strommesser zur Überwachung der Ladepannung und -stromstärke sowie eine Anschlußleiste für die Starkstrom- und Batterieleitungen. Die erforderlichen Kabel werden mittels Stopfbuchsen durch die obere Wand wasserdicht durchgeführt.

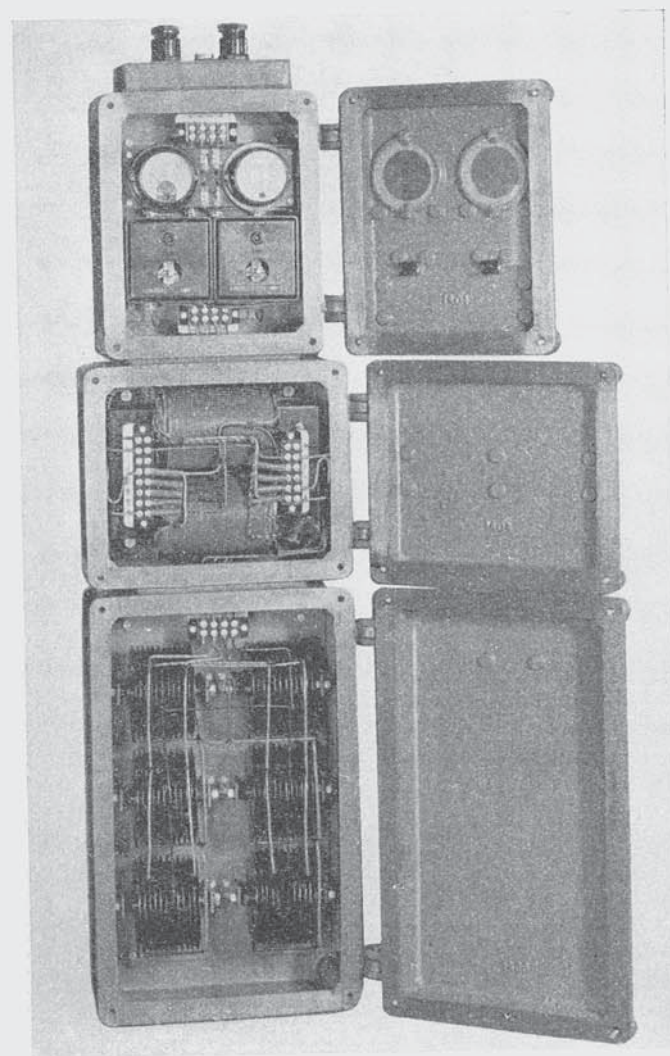


Abb. 327. Ladegleichrichter für 5 A, geöffnet

Im mittleren Gehäuseteil ist der Transformator eingebaut, der auf der primären Seite Anzapfungen für die Netzspannung 110, 125, 155, 180, 200, 220 und 240 V und auf der sekundären Seite Abgriffe zur Feinabstufung zwischen den primären Anzapfungen besitzt.

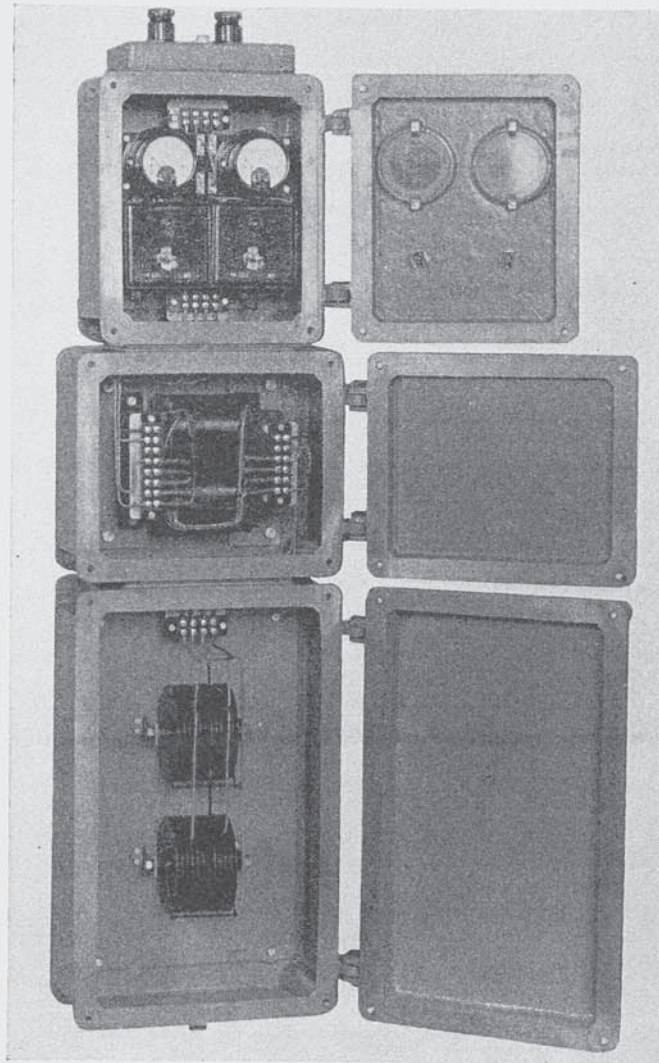


Abb. 328. Ladegleichrichter für 15 A, geöffnet

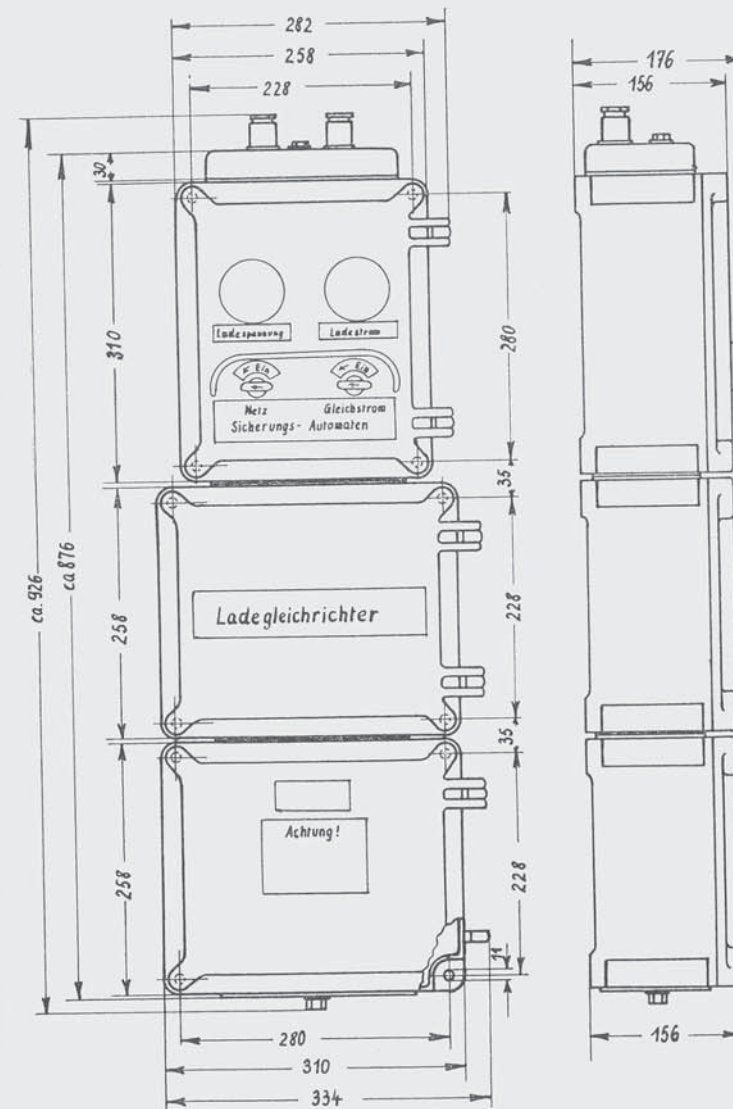


Abb. 329a. Ladegleichrichter für 5 A, Maßbild

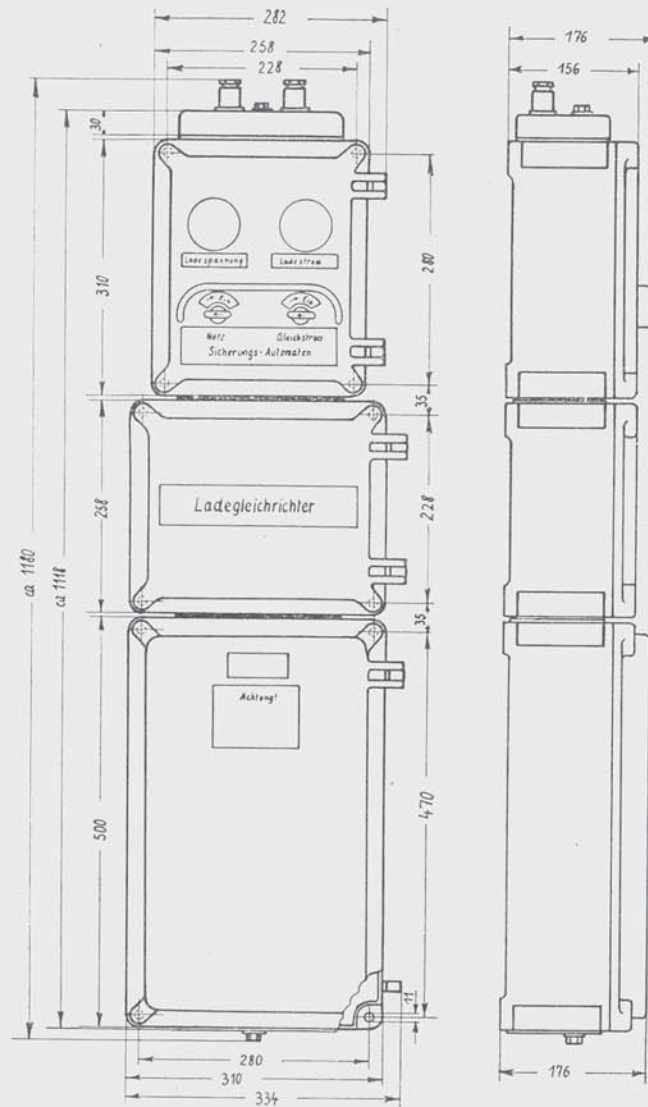


Abb. 329b. Ladegleichrichter für 15 A, Maßbild

Im unteren Gehäuseteil befinden sich die Trockengleichrichterzellen. Diese bestehen aus einzelnen Selen-Zellen, die in der sogenannten Grätz-Schaltung (Bild 330 a) angeordnet sind. Je eine Grätz-Schaltung ist zu einer Säule zusammengebaut. Bei dem Ladegleichrichter zu 5 A werden zwei dieser Säulen, bei dem zu 15 A sechs Säulen parallel geschaltet.

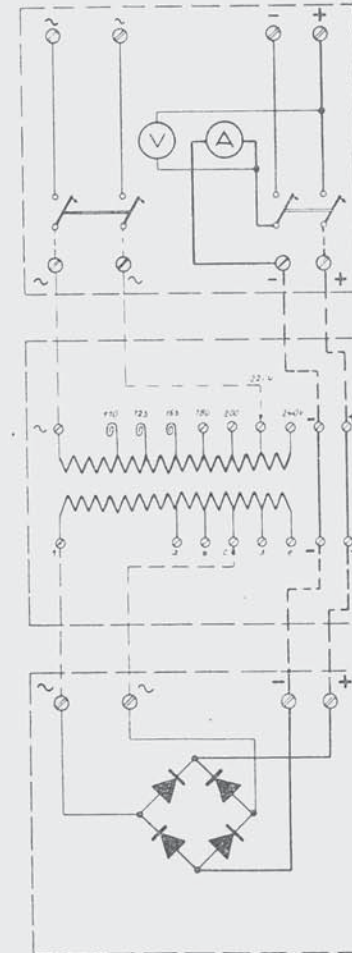


Abb. 330a. Ladegleichrichter, Stromlaufplan

Die Wechselspannung des Netzes wird durch die Transformatoren auf etwa 39 V umgeformt und dem Selen-Gleichrichtersystem zugeführt. Die Selen-Zellen haben die Eigenschaft, den elektrischen Strom in einer Richtung bevorzugt durchfließen zu lassen, während in der anderen Richtung, der Sperr-Richtung, nur ein Bruchteil des Stromes fließt. Durch geeignete Zusammenschaltung der einzelnen Gleichrichterzellen, wie z.B. in der Grätz-Schaltung, wird erreicht, daß die Spannung hinter dem Gleichrichter in einer Richtung wirksam wird. Der Ladestrom kann nur dann fließen, wenn die Gleichrichterspannung die Batteriespannung übersteigt. Da sich die gleichgerichtete Spannung entsprechend der Netzspannung laufend ändert, ist der Ladestrom ein zerhackter Gleichstrom. Im Verlauf der Ladung steigt die Batteriespannung von 28 auf 36 V am Ende der Ladung; gleichzeitig fällt die Ladestromstärke entsprechend der Ladekennlinie auf etwa 25–30% des Anfangswertes.

Beim Einbau des Gerätes ist darauf zu achten, daß zwischen der Wand und dem Ladegleichrichter ein senkrechter Luftkanal freibleibt, damit die Kühlluft an allen vier Seiten des Gerätes unbehindert vorbeistreichen kann. Zwischen Fußboden und Gleichrichtergehäuse ist ein Raum von etwa 30 cm Höhe freizuhalten. Zur Aufnahme der Befestigungsschrauben

und der Gummipuffer für die erschütterungsfreie Aufhängung dienen die am Gehäuse vorgesehenen Befestigungsaugen.

Vor **Inbetriebnahme** des Ladegleichrichters ist zu prüfen, ob der Anschluß der Starkstromleitungen am Transformator entsprechend der tatsächlichen Netzspannung vorgenommen wurde und ob die Polarität der Batterie mit der Klemmenbezeichnung übereinstimmt. Das Gerät ist nur zur Ladung von 20zelligen NC-Sammlern geeignet.

War der Gleichrichter längere Zeit (1—2 Jahre) außer Betrieb, ist zunächst nur der Netzspannungs-Sicherungsautomat einzuschalten. Erst nach einem halbstündigen Leerlaufbetrieb wird der Sicherungsautomat für die Ladepannung zugeschaltet. Die Lebensdauer des Selen-Gleichrichters beträgt über 30 000 Betriebsstunden.

Es ist empfehlenswert, sich vor dem Einschalten des Ladegleichrichters davon zu überzeugen, daß die angeschlossenen Geräte die beim Laden auftretende erhöhte Batteriespannung (35 V) vertragen können. Solche Geräte, z. B. Signallampen, werden zweckmäßig vor Beginn der Ladung ausgeschaltet.

Während der ersten 6000 Betriebsstunden steigt der Durchgangswiderstand der Selen-Zellen an. Diesen Vorgang bezeichnet man mit **Alterung**. Zum Ausgleich der Alterung ist das Gerät an die nächsthöhere sekundäre Transformator-Anzapfung anzuschließen, so daß bei Beginn der Ladung jeweils wieder der normale Ladestrom fließt. Während der Sperrwiderstand eines im Betrieb alternden Gleichrichterventils im Verlauf des Alterungsprozesses ansteigt, sinkt er während der Lagerung etwas ab. Deshalb ist nach längerer Lagerung zunächst ein Leerlaufbetrieb von etwa einer halben Stunde vorzunehmen. Die Alterung des Gleichrichters ist stark von der Betriebstemperatur abhängig und wird durch erhöhte Temperatur beschleunigt. Bei langdauernder Überlastung, die ein Ansteigen der Temperatur bis 75° C und mehr bewirken kann, werden die Gleichrichterzellen zerstört. Falls daher mehrere Batterien bei einer hohen Raumtemperatur von z. B. 25° C kurz hintereinander aufgeladen werden, ist der Ladegleichrichter zusätzlich zu belüften. Zu diesem Zweck werden entweder die beiden Lüftungsschrauben am oberen und unteren Gehäuse geöffnet, oder der Deckel des unteren Gehäuses wird während des Betriebes entfernt. Diese Maßnahme ist vor allem bei dem Ladegleichrichter zu 15 A zu empfehlen, jedoch nur dann, wenn der Ladestrom länger als eine Stunde 15 A und mehr beträgt.

Wenn die Sicherungsautomaten auslösen, ist zunächst zu prüfen, ob ein Fehler (Kurzschluß oder zu hohe Netzspannung) vorliegt. Bei zu hoher Netzspannung sind die Transformator-Abgriffe entsprechend zu ändern. Löst der Sicherungsautomat trotz Beseitigung dieser Ursachen aus, wird der Gleichrichter abgeschaltet, der Deckel des oberen Gehäuses geöffnet und die Preßstoffkappe des Sicherungsautomaten abgenommen. Durch Drehen der auf die Bimetallstreifen wirkenden Stellschrauben wird der

Sicherungsautomat nur so weit nachgestellt, daß der Ladestrom bei Beginn der Ladung höchstens eine Stunde lang 5 bzw. 15 A übersteigt. Beim Nachstellen der Stellschraube ist auf die mit einer Markierung versehene Scheibe an der unteren Seite des Sicherungsautomaten zu achten. Nach dem Öffnen des Gerätes sind die Dichtungsflächen am Gehäuse und am Deckel sorgfältig zu reinigen und mit Fett einzuschmieren. Darauf werden die Befestigungsschrauben gleichmäßig angezogen, um eine gute Wirksamkeit der Flächendichtung zu erzielen.

Bei sachgemäßer Behandlung des Ladegleichrichters ist seine Lebensdauer praktisch unbegrenzt.

Jedem Ladegleichrichter ist ein **Lade-Umschalter** zugeordnet, der die Aufgabe hat, die 24 Volt-Sammler auf „Laden“ oder „Entladen“ umzuschalten und mit Hilfe eines besonderen Schalters für wechselseitigen Notbetrieb zwischen der Notbeleuchtungs- und der Nachrichtenanlage zu sorgen. Mehrere im Lade-Umschalter eingebaute Sicherungsautomaten dienen zum Absichern und Ausschalten der verschiedenen Gleichstromkreise (Fürüberwachungsanlage, Uhrenanlage usw.).

Bei der bisher eingebauten Ausführung des Lade-Umschalters sind im oberen Gehäuseteil die 3 Drehschalter für das Laden, Entladen und für den wechselseitigen Betrieb mit der Notbeleuchtungsbatterie untergebracht. Das untere Gehäuseteil enthält Sicherungsautomaten von 6 und 10 A, bzw. von 6, 10 und 15 A.

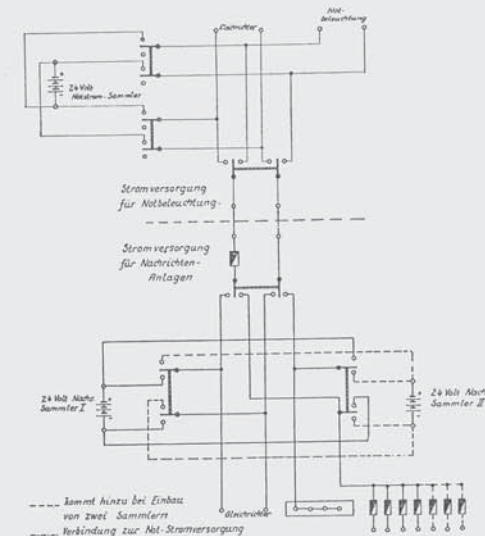


Abb. 330b. Lade-Umschalter. Stromlaufplan

Teil E.

Anhang

(113) Die Beschriftung und Kennzeichnung des Festungsnachrichtengerätes.

Für die nachrichtentechnisch nicht ausgebildete Truppe sind auf den Geräten besondere Beschriftungen, meist in Form besonderer Beschriftungstafeln, angebracht. Diese enthalten die erforderlichen Handgriffe zur Bedienung des Gerätes. Ferner sind die einzelnen Geräte von außen besonders kenntlich gemacht. In der nachstehenden Aufstellung ist die Beschriftung im einzelnen angegeben. Es ist von großer Wichtigkeit, eine einheitliche Ausführung der Beschriftung sicherzustellen, um Bedienungsfehler zu vermeiden.

In größeren Anlagen sind die Fernsprecher numeriert, um eine eindeutige Bezeichnung der Sprechstellen zu gewährleisten. Die gleiche Maßnahme ist bei der Bezeichnung der Verteiler erforderlich. Die Besetzung der Innenecke ergibt sich aus Schaltplänen, in denen die gleichen Verteilernummern aufgeführt sein müssen.

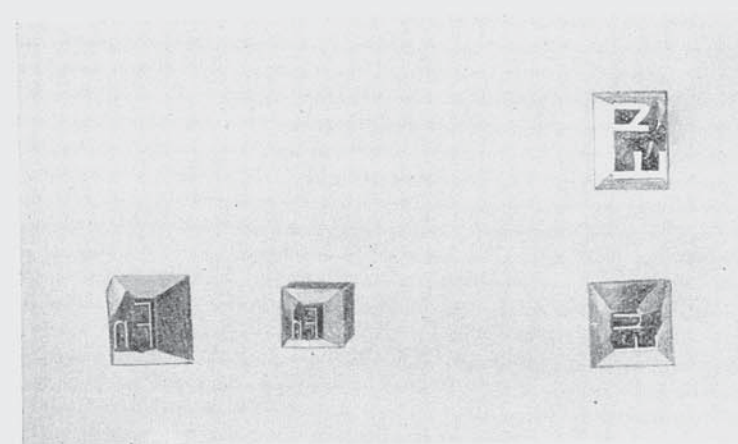


Abb. 505. Brennstempel zur Kennzeichnung von Festungsnachrichtengerät

Beschriftung von Festungs-Drahtnachrichtengeräten Gerade Blockschrift nach DIN 1451

311 1111111111

Nr.	Gerät	Beschriftung	Schriftgr. n. DIN 1451	Beschriftungsstelle
1.	Festungsvermittlungen n 5 n 5 Stgn.	Achtung! Feind hört mit! Vermittlung	25 mm 16 mm	Dedel, Mitte
2.	Festungsvermittlungen n 10 n 10 Stgn.	Achtung! Feind hört mit! Vermittlung Nach Öffnen der Verm.: Heizlampe einschalten! Nach Schließen der Verm.: Heizlampe ausschalten!	40 mm 16 mm	Dedel, Mitte
3.	Festungsvermittlungen n 20 Stgn. Festungsvermittlungen n 30 Stgn. Festungsvermittlungen n 100 Stgn.	Vermittlung Achtung! Feind hört mit! Nach Öffnen der Verm.: Heizlampe einschalten! Nach Schließen der Verm.: Heizlampe ausschalten!	10 mm 10 mm	Dedel, links unten
4.	Festungsfernsprecher d. B. Nr. 6	Nach Schließen der Verm.: Heizlampe ausschalten!	100 mm 16 mm	Dedel, Mitte
5.	Festungsfernsprecher D d. B. Nr. 5 u. 6	Nach Schließen der Verm.: Heizlampe ausschalten!	10 mm 10 mm	Dedel, links unten
		Nach Öffnen der Verm.: Heizlampe ausschalten!	10 mm	Wederfahnschaube Dedel
		Achtung! Feind hört mit! Nach Gepräch 3× abläuten.	10 mm	Unter Schanzeichen fenster Dedel

113 1111111111

6.	Festungsfernsprecher M d. B. Nr. 3	3	10 mm	über Wederfahns- gitter
7.	Festungsfernsprecher R d. B. Nr. 4	Achtung! Feind hört mit! Nach Gepräch 3× abläuten. Stoppfernsprecher-Zuschuß	*) 6 mm 10 mm	Dedel Dedel, rechts unten Auf Gebäuseoberfl. Auf Gebäuseoberfl.
8.	Batteriestellen der Vermittlung	4 Achtung! Feind hört mit! Nach Gepräch 3× abläuten.	*)	Dedel, Mitte
9.	Batteriestellen des Festungsfern- sprechers D Nr. 5 u. 6	Sprechbatterie 5 Sprechbatterie 6	20 mm 20 mm	Dedel, Mitte
10a.	Alarmhinbutor	Alarmgeber	20 mm	Band, darüber
b.	Alarmwecker	Alarmgeber	20 mm	Dedel, Mitte
11.	Sonnenanrufbohle, einparig, d. B. Zuschuß 16	F 16	20 mm	Dedel, Mitte
12.	Sonnenanrufbohle, zweiparig, d. B. Zuschuß 17 u. 18	F 17 F 18	16 mm 16 mm	Dedel
13.	Sonnenanrufbohle für Festungs- Sichfernsprecher	F 19 a, b; +, —;	20 mm 6 mm	Dedel Klemmpl. { a 0 0 — b 0 0 +
14.	Sabellianrufbohle, d. B. bei 2 Stüt- zungenstufen, d. B. für 6 DA	F I, F II Sicherungstufen 6 p für F I	25 mm 20 mm	Dedel Dedel
15.	Sabellianrufbohle, d. B. für 6 DA für Sabellianrufbohle I			

*) Gerüstiges Schild zum Aufschrauben

Nr.	Gerät	Zuschaltung	Zeichengr. n. DIN 1451	Bezeichnungsfeld
16.	Zuschußboje für Kopffernsprecher Ausführung I bei Zuschuß an zwei Festungsferrnsprecher	Kopffernsprecheranzuschuß zu 5 zu 6	6 mm 6 mm	Zentrecht auf Deckel auf Vorderseite rechts und links
17.	Zuschußboje f. Kopffernspr. Ausf. I bei Zuschuß v. 1 Fest.-Ferrnspr.	Kopffernsprecher-Zuschuß zu 4	6 mm 6 mm	Zentrecht auf Deckel Zentrecht auf Deckel
18.	Zuschußboje f. Kopffernspr. Ausf. I in Kleinfuglode an Fest.-Ferrnsprecher D	Kopffernsprecher-Zuschuß	6 mm	Zentrecht auf Deckel
19.	Zuschußboje f. Kopffernspr. Ausf. II	Kopffernsprecher-Zuschuß	6 mm	Zentrecht auf Deckel
20.	Zuschußboje f. Kopffernspr. Ausf. II im Mitt.-Zeeob. am 2. Sprsem b. Festungsferrnsprechers D	Kopffernsprecher-Zuschuß	6 mm	Zentrecht auf Deckel
21.	Zuschußboje für Kopfferrnsprer im 6-Scharternturm	Kopfferrnsprer	6 mm	Zentrecht auf Deckel
22.	Ladeumfchalter	Ladeumfchalter	16 mm 20 mm	Deckel, oben Deckel, Mitte
23.	Saupterteiler	Vh Nach Siffen b. Vh Seislampe ein- fchalten! Nach Echließen b. Vh Seislampe ausfchalten!	6 mm 6 mm 6 mm	Deckel, rechts unten

24.	innenverteiler, 3. 23. Nr. 10	Vert. 10	20 mm	Deckel, oben
25.	Abelenberfchluß, 3. 23. I	KE V I	40 mm	Deckel, Mitte
26.	Batterie, bei 2 Batterien zu 24 V	Nachrichten-Zammner Nachrichten-Zammner I Nachrichten-Zammner II	auf Echufgitter 100 mm ober auf Zammner-Gehäuse 50 mm	
27.	Sürüberwachungsafel	zu I für II auf	6 mm 16 mm 6 mm	zw. grünen Lampen Deckel, Mitte zw. roten Lampen
28.	Sürfontaffe	{ für- fontaff } { Melde- tasse }	10 mm	Deckel
29.	Eingangsfontaff		10 mm	Deckel
30.	Einienferrnsprecher, 3. 23. Verbin- dung zum Bbachraum	Bache	25 mm	über dem Gerät auf die Bbach
31.	Sprachrohr, 3. 23. Verbindung zur Eingangsbereibigung	Eingangsbereibigung	25 mm	über dem Mund- fiff auf die Bbach
32.	Abelumfchalter	Abelumfchalter 1 0 2	20 mm 20 mm }	Gehäuse
33.	Nachrichtengerätefchranf, groß	Gerätefchranf, groß	100 mm	Mitte obere für
34.	Nachrichtengerätefchranf, klein	Gerätefchranf, klein	100 mm	Mitte für

Im Bereich der Landesbefestigungen wird an vielen Stellen von Feldnachrichtengerät Gebrauch gemacht, das jedoch zum Bestand der Werksausrüstungen gehört. Um Verwechslungen mit dem von der besetzenden Truppe mitgeführten Feldgerät zu vermeiden, ist das Festungsgerät durch einen Stempel Fn (Festungsnachrichtengerät) gekennzeichnet. Zweckmäßig findet dabei ein Brennstempel zur Kennzeichnung von Preßstoff, Holzgehäusen und Lederteilen Verwendung, während metallische Behälter und Geräte durch einen Schlagstempel bezeichnet werden. Die Bilder 505—507 zeigen Muster der zur Kennzeichnung erforderlichen Werkzeuge.

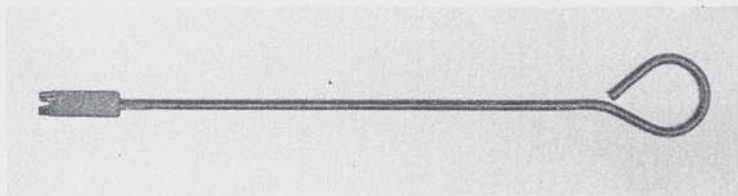


Abb. 506. Schlagstempel zur Kennzeichnung von Festungsnachrichtengerät

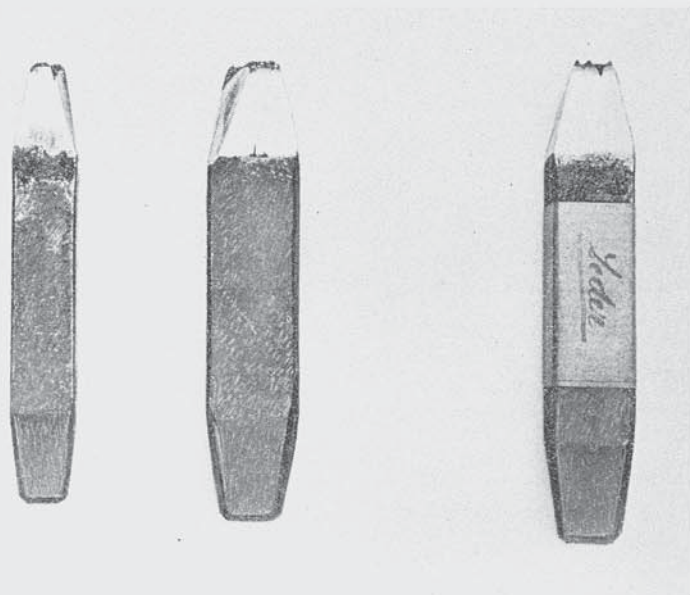


Abb. 507. Schlagstempel zur Kennzeichnung von Festungsnachrichtengerät

Die Kennzeichnung von Preßstoffgehäusen und von Metall- sowie Lederteilen veranschaulichen die Bilder 508—509.

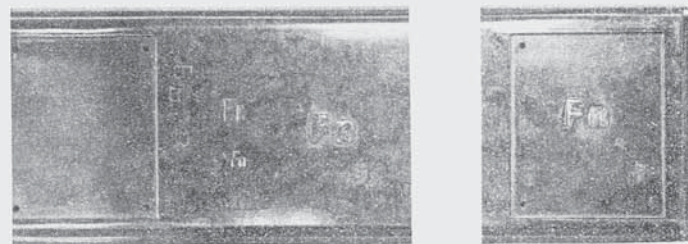


Abb. 508. Kennzeichnung von Preßstoffgehäusen

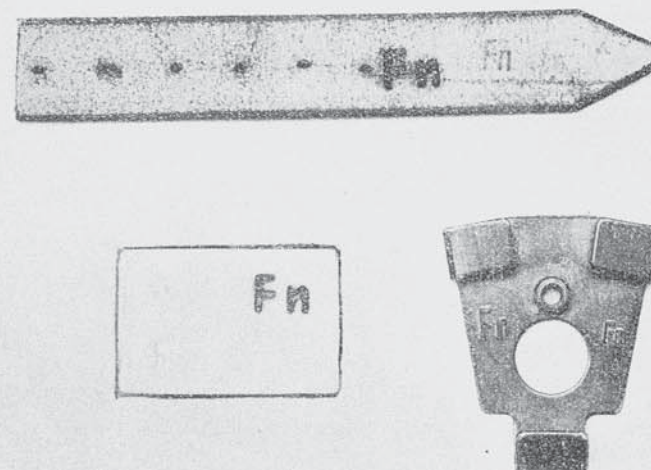


Abb. 509. Kennzeichnung von Metall- und Lederteilen

(114) Die wichtigsten elektrischen Eigenschaften von Kabeln, Leitungen und Fernsprengeräten.

Die Durchführung von elektrischen Messungen, Dämpfungsberechnungen usw. setzt gewisse Kenntnisse aus der Elektrizitätslehre voraus. Zu elektrischen Messungen sind daher nur Personen geeignet, die entweder die Vorbildung einer höheren Lehranstalt (technische Mittelschule) mitbringen oder die auf Grund einer längeren Praxis in der Elektrotechnik Gefühl für elektrische Vorgänge erworben haben. Die nachstehenden Ausführungen können nur so verstanden werden. Auch gewisse Kenntnisse aus der Mathematik sind unerlässlich. Einfache Einführungen in die Elektrizitätslehre sind im Handel erhältlich und werden zur Beseitigung von Lücken empfohlen (vgl. Abschnitt 121).

Alle elektrischen Vorgänge auf Leitungen und in Fernmeldegeräten sind abhängig von den elektrischen Eigenschaften der stromdurchflossenen Teile. Während für die Größe des fließenden Gleichstromes nur der Gleichstromwiderstand maßgebend ist, werden Wechselströme durch den Widerstand (Gleichstrom- plus Verlustwiderstand), die Ableitung, die Kapazität und die Induktivität der Leitung beeinflusst. Aus diesen Größen ergibt sich die Dämpfung und der Wellen- bzw. Scheinwiderstand von Leitungen und Geräten.

Allgemein sei wiederholt:

Gleichspannungen werden allgemein Elementen oder Sammlern entnommen (Wirkungsweise vgl. Abschnitt 73—75). Legt man an die Klemmen eines Elementes einen metallischen Leiter (Eisen, Kupfer, Aluminium), so fließt durch den Draht ein Strom. Die Größe des fließenden Stromes ist abhängig von dem elektrischen Widerstand des Drahtes. Da der Draht im Querschnitt und in der Länge aus dem gleichen Material besteht, können für die Größe des elektrischen Widerstandes nur der Querschnitt, die Länge und das Material des Drahtes maßgebend sein, und zwar wird ähnlich einem von Wasser durchflossenen Rohr der Widerstand um so größer sein, je kleiner der Querschnitt und je länger das Rohr bzw. der Draht ist. Wir finden also

$$R = \frac{r \cdot l}{q},$$

wobei R der Gleichstromwiderstand,
r der spezifische Widerstand des Materials (Materialkonstante),
l die Länge des Drahtes und
q der Querschnitt des Drahtes sei.

Die Definition des spezifischen Widerstandes ergibt sich, wenn man $l = 1 \text{ m}$ und $q = 1 \text{ mm}^2$ setzt, als der Widerstand, den ein Draht von 1 m Länge und 1 mm² Querschnitt hat.

Nimmt man als praktisches Beispiel an, daß ein Kupferdraht von 0,8 mm

Durchmesser (Festa-Kabel) und 1 km Länge zur Verfügung stände, so ist der Gleichstromwiderstand

$$R = \frac{0,018 \cdot 1000}{0,5} = 36 \Omega.$$

Da die Kabel stets Aderpaare enthalten, also aus Hin- und Rückleitung bestehen, hat der 0,8 mm starke Kupferleiter in der Schleife gemessen etwa 72 Ω . Da jedoch die Fabrikation derartiger Kupferleiter Schwankungen im Querschnitt q und in der Kupferqualität (r) unterworfen sind und da ferner der Gleichstromwiderstand etwas von der Temperatur abhängig ist, schwanken die gemessenen Werte um den errechneten Wert.

Das Maß für die Stromstärke ist das Ampere. Legt man an einen Widerstand von 1 Ohm eine Spannung von 1 Volt, so fließt ein Strom von 1 Ampere durch den Leiter. Wird der Widerstand doppelt so hoch, d. h. 2 Ω , so fließen nur noch 0,5 A. Daraus ergibt sich, daß die Größe des Stromes umgekehrt proportional dem durchflossenen Widerstand ist:

$$J = \frac{U}{R},$$

wobei J die Stromstärke in A,
U die Spannung in V und
R der Widerstand in Ω ist.

Dies ist das sogenannte Ohmsche Gesetz, das ganz allgemein gilt. Bringt man in dieser Formel R auf die linke Seite der Gleichung, also

$$J \cdot R = U,$$

so besagt dies, daß das Produkt aus Stromstärke und Widerstand gleich einer Spannung ist. Daraus läßt sich der Spannungsabfall längs einer Leitung berechnen. Ist also der gemessene Strom, der in einem Draht fließt, 1 A und der Widerstand 1 Ω , so beträgt der Spannungsabfall längs dieses Drahtstückes 1 V, und zwar unabhängig davon, wie groß die Gesamtlänge des Drahtes und die daran angelegte Spannung ist.

Will man den Widerstand eines Drahtes messen, so legt man z. B. die Spannung von 1 V an den Draht an. Beträgt dann der Strom 1 A, so ist der Widerstand 1 Ω , oder als Formel ausgedrückt:

$$R = \frac{U}{J}.$$

Während Metalle, saures oder alkalisches Wasser, Kohle und Graphit den Strom gut leiten (Leiter), gibt es andere Stoffe, die ausgesprochen schlecht leiten, die sogenannten Nichtleiter oder Isolatoren. Sie werden zum Isolieren der Leitungen verwendet und sollen Kurzschlüsse, d. h. Aderberührungen, verhindern. Nichtleiter sind Porzellan, Pressstoffe, Papier, Wachs, Paraffin u. a. Auch diese Stoffe leiten den Strom,

wenn auch in sehr geringem Maße. Während man bei Leitern von dem Widerstand spricht, tritt hier die Bezeichnung Isolationswiderstand, auch Isolationswert genannt, auf. Er wird in der Fernmeldetechnik in Megohm gemessen, wobei ein Megohm gleich 1 Million Ohm ist (Abchnitt 117). Während man Widerstände mit verhältnismäßig kleinen Spannungen messen kann, werden Isolationswiderstände, um ausreichende Messgenauigkeit zu erzielen, mit hohen Spannungen (100 bis 500 V) gemessen.

Zum Vergleich seien einige Widerstandswerte angegeben:

Kupfer	0,017—0,018	Ω, gemessen an einem Draht
Aluminium	0,03—0,04	von 1 m Länge und 1 mm ²
Zink	0,063	Querschnitt bei einer Temperatur von 20° C
Messing	0,07—0,08	
Eisen	0,10—0,14	
Zinn	0,12	
Blei	0,208	
Kohle, Graphit	10—100	
Gummi	10 ¹⁴ —10 ²⁰	Ω, gemessen an einem Würfel
Glas	10 ¹² —10 ¹⁸	von 1 cm ³ bei einer Temperatur von 20° C
Zement (trocken)	10 ⁹ —10 ⁹	
Schmieröl und Petroleum	10 ¹⁸	
Porzellan	bei 10° C 10 ¹⁸ ; bei 90° C 10 ¹² ; bei 700° C 10 ⁴	

Wechselspannungen bzw. Wechselströme werden Wechselstromerzeugern entnommen. Ein Wechselstrom kann aus einer Wechselstrommaschine (z. B. Induktor), einem Röhrengenerator oder einem pulsierenden oder zerhacktem Gleichstrom (z. B. Polwechler) entnommen werden. Während Gleichstrom gleichmäßig von einem Spannungspol zum anderen Pol fließt, schwingt der Wechselstrom in einem bestimmten Rhythmus im Leiter hin und zurück. Der Vorgang ist zu vergleichen mit dem gleichmäßigen Strömen von Luft unter dem Einfluß von Druck in einem Rohr und dem Entstehen von Luftschwingungen (Schall) beim Schwingen einer Membran, die den Querschnitt des Rohres am Ende abschließt. Das Schwingen der Membran kann dabei z. B. durch Schlagen mit einem Hammer oder durch Besprechen entstehen.

Während Gleichstrom durch Spannung und Strom gekennzeichnet ist, muß bei Wechselströmen die Zahl der Schwingungen in der Sekunde angegeben werden. Dabei spricht man von der Frequenz, die in der Starkstromtechnik in Perioden je Sekunde (50 Per./s), in der Fernmeldetechnik in Hertz (Hz) gemessen wird, wobei ein Hertz ebenfalls eine Periode in der Sekunde ist. Die Sprechfrequenzen liegen zwischen 100 und 5000 Hz, die Funkfrequenzen zwischen 100 ÷ 5000 kHz (k = 1000).

Wo elektrische Ströme fließen, entstehen stets elektromagnetische Felder. Das magnetische Feld eines stromdurchflossenen Leiters läßt sich mit

Eisenfeilspänen oder durch die Ablenkung einer Magnetnadel zeigen, das elektrische Feld kann durch die Anziehung bzw. Abstoßung trockener Holundermarkflügelchen sichtbar gemacht werden. Das elektromagnetische Feld wirkt auf die gesamte Umgebung des stromdurchflossenen Leiters ein und beeinflusst rückwirkend den fließenden Strom selbst. Die Einwirkung des magnetischen Feldes auf benachbarte Leiter nennt man Induktion, die des elektrischen Feldes Influenz.

Durch Verkopplung des Stromes mit dem elektromagnetischen Feld tritt bei der Betrachtung eines fließenden Wechselstromes in einem elektrischen Leiter ein zusätzlicher Widerstand, der sogenannte **Verlustwiderstand**, auf. Während Gleichströme den Leiterquerschnitt gleichmäßig durchsetzen, bilden sich bei der Ausbreitung der Wechselströme im Leiter Wirbelströme, ferner wird der Strom auf die Außenhaut des Leiters gedrängt (Skin-Effekt). Diese und ähnliche Erscheinungen führen dazu, daß z. B. ein Kupferleiter von 0,8 mm Durchmesser und 2 km Länge, der einen Gleichstromwiderstand von 72 Ω hat, einen zusätzlichen Verlustwiderstand von 1,2 Ω, gemessen bei einer mittleren Sprechfrequenz von 1000 Hz, zeigt. Sind Eisenmassen in der Nähe des Leiters, so kann der Verlustwiderstand infolge der magnetischen Verluste (Hystereseverluste) noch größer werden. Eine um einen Eisenkern gewickelte Spule (z. B. Pupinspule von 140 mH) zeigt einen Gleichstromwiderstand von 8 Ω, zu diesem kommt ein Verlustwiderstand bei 800 Hz von rd. 1,5 Ω dazu. Der Verlustwiderstand ist frequenzabhängig. Der Frequenzverlauf kann nur durch Messung ermittelt werden.

Nähert man eine mit ruhender Elektrizität geladene Metallplatte einer zweiten Metallplatte, so wird diese durch elektrische Induktion auf der zugekehrten Seite entgegengesetzt elektrisch aufgeladen. Verwendet man an Stelle einer konstanten Spannung eine Wechselspannung, so wird auf der Gegenplatte ebenfalls eine Wechselspannung erzeugt. Zwei derartige durch einen Isolator getrennte Metallplatten nennt man einen Kondensator. Die Maßeinheit, in der die **Kapazität** (Fassungsvermögen) eines Kondensators gemessen wird, ist das Farad (F). Große Kapazitäten, z. B. Blockkondensatoren in den elektrischen Schaltungen, besitzen Werte von 1 bis 100 µF, die Ader einer Sprechleitung etwa 0,03 bis 0,12 µF/km. Eine Meßleitung von etwa 2 m Länge zeigt Kapazitätswerte von etwa 10 bis 100 pF, gemessen zwischen beiden Adern. Die Größe eines Kondensators, d. h. das Ladungsvermögen, hängt von der Größe der sich gegenüberliegenden Metallflächen, von dem Abstand der Platten und dem verwendeten Isolierstoff ab.

Während ein Gleichstrom durch einen in die Leitung geschalteten Kondensator unterbrochen wird, fließen infolge der elektrischen Induktion Wechselströme durch Kondensatoren hindurch. Der Widerstand, den ein Wechselstrom beim Durchgang durch einen Kondensator erleidet, wird ebenfalls in Ohm gemessen und ist von der Größe der Kapazität und

der Frequenz abhängig. Der Wechselstromwiderstand einer Kapazität beträgt

$$R_w = \frac{1}{2\pi f C}$$

wobei f die Frequenz des Wechselstromes und C die Kapazität in Farad und $\pi = 3,14$ ist. Der tatsächliche Einfluß einer Kapazität auf Wechselströme stellt einen komplizierten Vorgang dar (Phasenverschiebung von Spannung und Strom, vektorieller Charakter des Wechselstromwiderstandes usw.), der jedoch in diesem Rahmen nicht behandelt werden kann. Wickelt man einen elektrischen Leiter zu einer Spule, dann zeigt das Innere der Spule eine Anhäufung von magnetischen Feldlinien, wenn man durch die Spule einen Gleichstrom fließen läßt. Schickt man an Stelle des Gleichstromes einen Wechselstrom durch die Spule, so wird im Rhythmus der Periodenzahl das magnetische Feld der Spule auf- und wieder abgebaut.

Die magnetischen Feldlinien schneiden dabei den eigenen Leiter und induzieren in ihm entgegengesetzt gerichtete Spannungen, die den Stromdurchgang zu verhindern suchen. Während also der Gleichstrom ungehindert durch die Spule floß, setzt die Spule dem Wechselstrom hohen Widerstand entgegen, sie wirkt als Drosselspule. Ein Maß für diese Selbstinduktion ist die sogenannte „Selbstinduktion“, die in Henry (H) gemessen wird. Die Selbstinduktion ist abhängig von der Anzahl der Windungen und dem Widerstand, den die magnetischen Feldlinien finden, und zwar nach der Beziehung

$$L = \frac{w^2}{R_m}$$

wobei L die Selbstinduktion,

w die Anzahl der Windungen und

R_m der magnetische Widerstand der Spule ist.

Der Widerstand, den die magnetischen Feldlinien erleiden, hängt vom Material des Kernes, auf dem die Spule gewickelt ist, ab. Luft hat einen hohen magnetischen Widerstand, während Eisen und sogenannte magnetische Legierungen einen sehr kleinen magnetischen Widerstand zeigen.

Der Betrag des induktiven Widerstandes, den ein Wechselstrom in einer Induktionsspule erleidet, ist

$$R_m = 2\pi f L,$$

d. h. der induktive Widerstand nimmt proportional mit der Frequenz und der Selbstinduktion zu.

Ebenso, wie das magnetische Feld eines von Wechselstrom durchflossenen Leiters in der Umgebung andere Leiter induziert und damit zu Verlusten führt, durchsetzt das elektrische Feld die benachbarten und zwischen den Leitern liegenden Isolatoren. Je nach ihrer Beschaffenheit entstehen hier ebenfalls Verschiebungen von Elektrizitätsteilchen, die zu Verlusten

führen. Die in die Leitung geschickte Energie fließt dabei zu einem Teil unterwegs von einem Leiter auf den anderen. Dieser Verlust wird mit Ableitung bezeichnet und in Siemens (S) gemessen. Die Ableitung stellt einen Leitwert dar, der dem ohmschen Widerstand umgekehrt proportional ist:

$$1 \text{ Siemens} = \frac{1}{1 \text{ Ohm}}$$

Durch diese Größen, nämlich den Widerstand, die Ableitung, die Selbstinduktion und die Kapazität, lassen sich alle elektrischen Vorgänge auf Leitungen beschreiben. Die Messung der Größen erfolgt im Rahmen dieses Buches mit den aufgeführten Meßinstrumenten (Abchnitt 58–64). Welche weiteren elektrischen Eigenschaften die Leitungen auf Grund dieser 4 Größen zeigen, wird in der Tafel 118a aufgeführt. Es interessiert besonders die Dämpfung und der Wellenwiderstand der Leitungen.

Die Dämpfung von Kabeln und Leitungen ist definiert durch den natürlichen Logarithmus des Verhältnisses der Leistung am Ende der Leitung zu der Leistung am Anfang der Leitung und wird in Neper (N) gemessen. Die Dämpfung der Spannung oder des Stromes ist gegeben durch die Hälfte des natürlichen Logarithmus aus Endleistung zur Anfangsleistung:

$$b = -\frac{1}{2} \ln \frac{N_e}{N_a}$$

Diese Form der Dämpfungsdefinition wurde gewählt, weil sie dem Empfinden des menschlichen Ohres entspricht. Zur leichteren Anschaulichkeit kann man folgende Angaben für die Auswirkung von Dämpfungen auf normalen (unverstärkten) Fernspreerverbindungen machen:

- 1 Neper = sehr gute (laute) Verständigung,
- 2 Neper = gute Verständigung,
- 3 Neper = ziemlich gute Verständigung
(leiser, aber gut verständlich),
- 4 Neper = schwache, oft ausreichende Verständigung,
- 5 Neper = ungenügende Verständigung
(noch hörbar, aber nicht verständlich),
- 6 Neper = ganz ungenügende Verständigung (kaum hörbar).

Die Dämpfung von Leitungen wird aus den in der Tafel 118a aufgeführten Werten ermittelt. Man multipliziert die kilometrischen Werte mit der Länge der Leitung und addiert die Dämpfung von Leitungsabschnitten anderen Aufbaues. Auch die Dämpfungswerte der eingeschalteten Vermittlungen werden addiert (vgl. Tafel Nr. 118b).

Die Tatsache, daß jeder Strom ein elektromagnetisches Feld besitzt, das die äußere Umgebung durchsetzt, führt dazu, daß auch benachbarte Spreckreise in einem Kabel sich gegenseitig beeinflussen. Beim Aufbau der Kabel wird durch sorgfältige Verdrallung der Leiter das Maß der gegenseitigen Beeinflussung möglichst klein gehalten. Der trotzdem noch

verbleibende Rest von Beeinflussung führt zu dem sogenannten Nebensprechen. Man versteht darunter die Tatsache, daß das Gespräch auf einer Leitung A in der Leitung B mitgehört werden kann, d. h. daß in meiner Leitung neben meinem Gespräch ein „Nebensprechen“ zu hören ist. Das Maß für das Nebensprechen ist die Nebensprechdämpfung. Sie wird wie eine Leitungsdämpfung in Neper gemessen. Dadurch, daß man die in die Leitung A hineingeschickte Leistung mit der in der Leitung B induzierten Leistung vergleicht, erhält man ein Maß für die Nebensprechdämpfung.

Nebensprechfreie Leitungen zeigen Nebensprechdämpfungen von 7,5 Neper und mehr, schlechte Leitungen (Aderverschaltungen, Aderberührungen) zeigen Werte von 4 bis 6 Neper.

Da alle Fernsprechleitungen mit Widerstand, Ableitung, Kapazität und Induktivität behaftet sind, stellen sie den Wellen des Wechselstromes einen Widerstand entgegen, der durch die Frequenz und diese vier Grundwerte definiert ist. Dieser Leitungswiderstand wird Wellenwiderstand genannt. Er stellt eine verwinkelte komplexe Größe dar, die hier nicht eingehend behandelt werden soll. Zur Erläuterung dieser Größe sei gesagt, daß sie nicht mit dem Widerstand, z. B. in einem Gleichstromkreis verglichen werden kann, da dort die Leistung in Stromwärme verwandelt wird, also eigentlich unserer Dämpfung entspricht. Der Wellenwiderstand ist mit einer Materialkonstanten zu vergleichen, z. B. mit dem Elastizitätsmodul von Metallen. Schlägt man mit einem Hammer einen Stab in der Längsrichtung an, so pflanzt sich eine Welle längs des Stabes fort, deren Geschwindigkeit der Fortpflanzung dabei vom Elastizitätsmodul abhängt. Ähnlich verhält es sich mit dem Wellenwiderstand. Er wird in Ohm gemessen und ist von der Leitungslänge unabhängig.

Werden nun Leitungen von verschiedenen Wellenwiderständen zusammengelegt, so tritt an der Übergangsstelle eine Reflexion der Wellen auf, die sich am fernen Ende als Dämpfung bemerkbar macht. Um bei dem Beispiel von vorhin zu bleiben, würde die Welle beim Übergang von einem Stahlstab auf einen zweiten mit anderen Eigenschaften ebenfalls zurückgeworfen.

Die Beträge der durch Stoßstellen erzeugten Dämpfungen liegen bei einigen Zehntel Neper. Durch häufige Wiederholung derartiger Stoßdämpfungen können jedoch nennenswerte Verschlechterungen der Leitungen eintreten. Diese Dämpfungswerte im Zuge einer Leitung werden zu den übrigen Dämpfungswerten addiert.

Überflächlich kann man mit folgenden Werten rechnen:

	Leitung 1	Leitung 2	Stoßdämpfung
Wellenwiderstand	400 Ohm	800 Ohm	0,1 Neper
	400 Ohm	1000 Ohm	0,25 Neper
	800 Ohm	1600 Ohm	0,1 Neper

Die gleichen Überlegungen gelten bei schlecht angepaßtem Übergangswiderstand von Leitungen auf Apparate.

(115)

Taktische Zeichen









zur Darstellung von Stäben, Truppen und Heereseinrichtungen auf Lagenkarten

I. Kommandobehörden, höhere Stäbe und Führer von Einheiten


	Armeeoberkommando (AOK.)
	Korpskommando (Kps. Kdo.)
	Divisionskommando (Div. Kdo.)
	Brigadekommando (Brig. Kdo.)
	Regimentsstab (Rgts. Stb.)
	Bataillons- bzw. Abteilungsstab (Btlts.- Abts. Stb.)
	Führer einer Kompanie usw.

II. Waffen und Waffengattungen







	leichtes Maschinengewehr (l. MG.)		Radfahrer
	schweres Maschinengewehr (s. MG.)		Gebirgstruppen
	leichtes Infanteriegeschütz		Kavallerie
	schweres Infanteriegeschütz		Artillerie
	Granatwerfer		Flakartillerie
	Kraftwagenkanone		Kraftfahrkampftruppe
	Panzerabwehrkanone		Panzereinheiten




















	Panzerspähinheiten		Baueinheiten
	Panzerabwehreinheiten		Nachrichtentruppen
	Krafttradfahrer		Eisenbahntruppen
	Pioniere		Kraftfahrtruppe

III. Zusätzliche Zeichen und Buchstaben






o o		motorisiert (mot.)	K		Korps
o		teilmotorisiert (tmot.)	KBg		Kavalleriebrigade
		mit Kraftzug (mot. Z)	PzD		Panzerdivision
A		Armee	F		Festungstruppen
Bg		Brigade	G		Grenzschutztruppen
JD		Infanteriedivision	Lw		Landwehrtruppen
		Wa		Wachtruppen	

IV. Beispiele für Bezeichnung bestimmter Kommandobehörden, Stäben, Truppen



	Grenzschutz-Abschnittskommando		Kommando einer Kavalleriebrigade
	Kommando einer Landwehrdivision		Festungskommandantur
	Kommando einer Panzerdivision		Stab eines Festungsinfanterieregimentes












	Stab einer Artillerieabteilung		Schallmeßbatterie (mot.)
	Maschinengewehrkompanie		Lichtmeßbatterie (mot.)
	Infanteriegeschützkompanie		Kraftschützenkompanie
	Granat- oder Minenwerferzug		leichte Panzerkompanie
	Radfahrerkompanie		Panzerspähkompanie
	Schützenkompanie		Panzerabwehrkompanie
	Gebirgsjägerkompanie		Pionierkompanie (mot.)
	Reiterschwadron		Baukompanie
	Batterie leichte Feldhaubitzen		Kraftfahrkompanie
		Eisenbahnkompanie (tmot.)	

V. Truppennachrichteneinheiten





















	Nachrichtenzug bei Stäben (Infanterie oder Artillerie)		Kavallerie Nachrichtenzug
	Nachrichtenzug bei Stäben von Gebirgseinheiten		Nachrichtenzug eines Panzerverbandes
		Nachrichtenzug (mot.) des Stabes eines Pionierregimentes oder Bataillones	

VI. Nachrichtentruppe










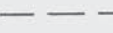



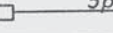
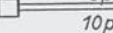
	Stab eines Armeenachrichtenregimentes (mot.)		Stab einer Armeenachrichtenabteilung (mot.)
---	--	---	---

	Stab einer Korpsnachrichtenabteilung		Fernsprechkompanie
	Stab einer Infanteriedivisionsnachrichtenabteilung (mot.)		Telegraphenbaukompanie
	Stab einer Panzerdivisionsnachrichtenabteilung		Fernsprechbetriebskompanie
	Kompanieführer der Nachrichtentruppe		Funkkompanie (mot.)
	Nachrichtenkompanie		Horchkompanie (mot.)
 Fernschreibkompanie			

VII. Ortsbezeichnungen

	Beobachtungsstelle		Feste Funkstelle
	Lichtmeßstelle		Lauschstelle
	Schallmeßstelle		Peilstelle
	Fernsprechstelle		Blinkstelle
	Fernsprechvermittlung		Lichtsprechstelle
	Tornisterfunkstelle		Meldekopf
	Kleinfunkstelle		Brieftaubenabflugstelle
	leichte Funkstelle		Schaltssäule
	schwere Funkstelle		Kabelbrunnen
	Horchstelle		Unterstand

VIII. Nachrichtenverbindungen

	Meldehundverbindung
	Blinkverbindung
	Lichtsprechverbindung
	Feldkabeleinfachleitung
	Feldkabeldoppelleitung
	Felddauerlinie
	Funklinie
	Feldfernkabel
	Feldfernkabel für 2 Fernsprech- und 1 Telegrafieverbindung
	Freileitung der DRP
	Erdkabelverbindung (2-paarig) der DRP
	Erdkabel mit Kabelmuffe der DRP
	Luftkabel der DRP
	Festa-Kabel. 5-paarig, mit Schaltstellen
	2 Festa-Kabel, 5- und 10-paarig

(116) Kurz- und Schaltzeichen.

Von jeder Nachrichtenanlage, die in einem Bauwerk eingebaut wird, wird ein Kabelführungsplan angefertigt, der in großen Zügen die Anordnung des eingebauten Gerätes, Größe und Art der Verteiler sowie Wege und Stärke der verlegten Kabel erkennen läßt. Für diese Pläne werden besondere Kurzzeichen verwendet, deren Bedeutung in der nachstehenden Kurzzeichentafel erläutert wird. Für größere Bauwerke wird außerdem ein besonderer Übersichtsstromlauf angefertigt, aus welchem die Schaltung der Gesamtanlage ohne Rücksicht auf die räumliche Anordnung der Geräte ersichtlich ist.

	<i>Festa</i>	Festsaußenkabel z. B. 5-paarig		<i>E</i>	Rufbeikasten „E“
	<i>Festi</i>	Festungsinnenkabel Leitung von oben kommend Leitung von unten kommend		<i>LF</i>	Linienfernsprecher
		Leitung nach oben führend Leitung nach unten führend		<i>A Dose</i>	Anschlußdose für Kopffernsprecher, einseitig
	<i>V</i>	Innenverteiler		<i>EK</i>	Eingangskontakt
	<i>Vh</i>	Hauptverteiler		<i>W- W~</i>	Wecker Gleichstrom für 24 Volt Alarmwecker für Wechselstrom
	<i>Si</i>	Sicherungskasten z. B. 6-paarig		<i>J</i>	Alarminduktor
	<i>KEV</i>	Kabelendverschluß mit 3 Einführungen 5-, 10-, 2-paarig		<i>A Dose</i>	Anschlußdose für Kopffernsprecher, zweiseitig
	<i>Fest- Verm.</i>	Festungsvermittlung zu 10 Leitungen		<i>A Dose</i>	Anschlußdose für Kopffern- sprecher, parallel geschaltet
	<i>F</i>	Festungsfernsprecher ohne Schanzeichen		<i>Kfspr.</i>	Kopffernsprecher
	<i>F</i>	Festungsfernsprecher mit Schanzeichen		<i>Ffh</i>	Festungsfernhörer
	<i>FD</i>	Festungsfernsprecher „D“		<i>J Dose</i>	Innenanschlußdose, einpaarig
	<i>FM</i>	Festungsfernsprecher „M“		<i>J Dose</i>	Innenanschlußdose zweipaarig
	<i>FR</i>	Festungsfernsprecher „R“		<i>KAST</i>	Kabelanschlußstelle z. B. 6-paarig
	<i>TF</i>	Tischfernsprecher			

	<i>W~</i>	2. Wecker (z. B. für Fest-Fernspr. „D“)		<i>Tkt</i>	Türkontrolltaste
	<i>KUSCH</i>	Kabelumschalter		<i>TK</i>	Türkontakt
	<i>Schlf R.</i>	Schleifring z. B. 32-teilig		<i>B</i>	Batterie, z. B. 24 Volt
	<i>R-St.</i>	Renkstecker z. B. 14-teilig		<i>GI</i>	Gleichrichter
	<i>H.U.</i>	Hauptuhr		<i>LU</i>	Ladeumschalter
	<i>N.U.</i>	Nebenuhr		<i>BK</i>	Batteriekasten, groß Batteriekasten, klein

Wird die Schaltung eines Gerätes, z. B. des Festungsfernsprechers, nach den einzelnen Stromwegen aufgelöst und mit der Kennzeichnung der erforderlichen Anschlußstellen (Klemmenleiste) ohne Rücksicht auf die räumliche Lage und die Zugehörigkeit der Teile dargestellt, so erhält man den sogenannten **Stromlaufplan**. Für die Zeichnung des Stromlaufplanes werden besondere Schaltzeichen benutzt, von denen die wichtigsten in der folgenden Aufstellung aufgeführt sind. Weitere Schaltzeichen vgl. DIN VDE 700.

Die wichtigsten Schaltzeichen

	Gleichstrom		Erde
	Wechselstrom		Masse (z. B. Körper, Gehäuse)
	Leiter		Isolierendes Zwischenstück
	Leitungskreuzung ohne Verbindung		Klinke
	Leitungskreuzung mit Verbindung		Stecker
	Lötverbindung		Steckerhülse oder Steckbuchse
	Schraub- oder Klemmverbindung		Element, Sammler, Batterie
	Einschalter		Gleichstromquelle
	Hakenumschalter		Induktor
	Wahlschalter		Ohmscher Widerstand, allgemein
	Tastschalter		Ohmscher Widerstand, veränderlich
	Trennlinie		Ohmscher Widerstand, Meßwiderstand
	Schirmung		Spule ohne Eisenkern
			Spule mit Eisenkern (Drosselspule)
			Wicklung, allgemein
			Übertrager mit Eisenkern (z. B. Sprechspule)

	Fallklappe		Gleichrichter
	Summer		Sicherung, allgemein
	Relais mit Verzögerung		Grobsicherung
	Kondensator		Feinsicherung
	Mikrophon		Spannungssicherung
	Fernhörer		Luftleer-Spannungssicherung
	Gleichstromwecker		Lampe
	Wechselstromwecker		Hauptuhr
	Schauzeichen		Nebenuhr
	Galvanometer		Pendel
	Strommesser		Magnetaufzug einer Hauptuhr
	Spannungsmesser		Schrittfolge einer Hauptuhr
			Doppelgitterröhre

(117) Die wichtigsten elektrischen Maßeinheiten.

a) Vorsätze zur Bezeichnung der Vielfache und Teile von Einheiten:

T = Tera	=	10 ¹²	=	1 000 000 000 000
G = Giga	=	10 ⁹	=	1 000 000 000
M = Mega	=	10 ⁶	=	1 000 000
k = Kilo	=	10 ³	=	1 000
h = Hekto	=	10 ²	=	100
D = Dekka	=	10 ¹	=	10
d = Dezi	=	10 ⁻¹	=	0,1
c = Zenti	=	10 ⁻²	=	0,01
m = Milli	=	10 ⁻³	=	0,001
μ = Mikro	=	10 ⁻⁶	=	0,000001
n = Nano	=	10 ⁻⁹	=	0,000000001
p = Piko	=	10 ⁻¹²	=	0,000000000001
μμ				

Bezeichnung	Formelzeichen	Maßeinheit	Abkürzung	Bemerkung
b) Grundgrößen:				
Länge	l	Meter	m	
Masse	m	Gramm	g	Masse = $\frac{\text{Gewicht}}{9,81}$
Zeit	t	Sekunde	s	
		(Minute)	min	
		Stunde	h	1 h = 60 · 60 s)
Geschwindigkeit	v	Meter in der Sekunde	m/s	1 m/s = 3,6 km/h
				Schallgeschwindigkeit 330 m/s
				Lichtgeschwindigkeit c = 3 · 10 ⁸ m/s
Beschleunigung	b	Meter/Sekunde ²	m/s ²	Erdbeschleunigung = 9,81 m/s ²
Kraft	P	Kilogramm/Sekunde ²	kgm/s ²	Mechanisches Grundgesetz: P = m · b
c) Elektrische Größen:				
Spannung	U	Volt	V	
Stromstärke	J	Ampere	A	
Ladung oder Elektrizitätsmenge	Q	Coulomb = Ampere · Sekunde	As	1 Ah = 3 600 As

Bezeichnung	Formelzeichen	Maßeinheit	Abkürzung	Bemerkung
Leistung	N	Watt	W	Für Gleichstrom: 1 W = 1 VA 1 W = 1/9,81 mkg/s 75 mkg/s = 1 PS = 736 W
Widerstand	R	Ohm	Ω	Ohmsches Gesetz U = J · R
Ableitung oder Leitwert	G	Siemens	S	1 S = 1/Ω
Kapazität	C	Farad	F	
Induktivität	L	Henry	H	
Frequenz	f	Herz	Hz	Wellenlänge = c/f in m z. B. 500 m Wellenlänge = 600 000 Hz
Dämpfung	b	Neper	N	

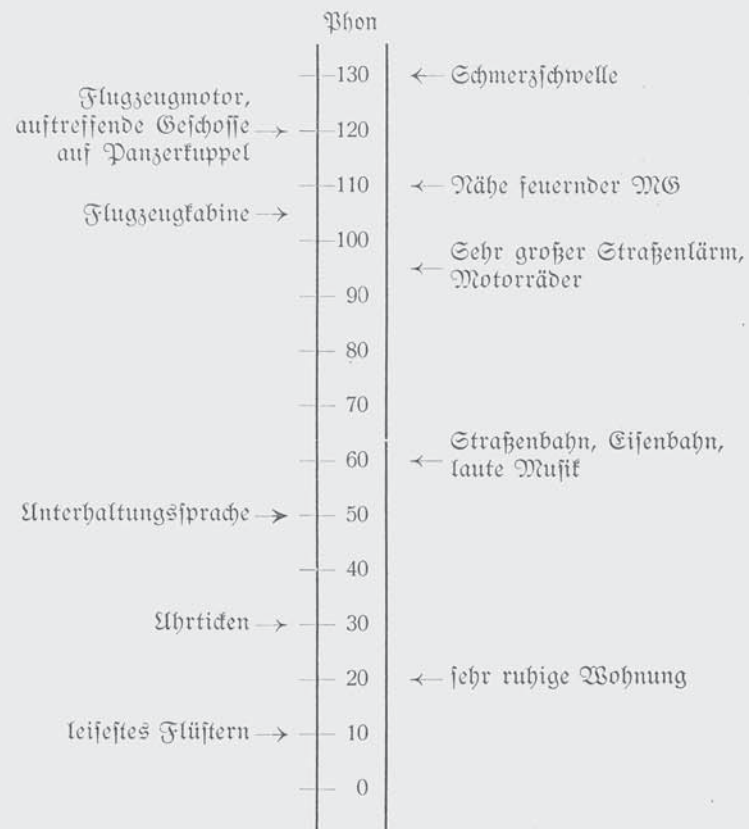
Neper	Wertverhältnis
0	1
0,5	1,65
1,0	2,72
1,5	4,48
2,0	7,39
2,5	12,2
3,0	20,1
3,5	33,1
4,0	54,6
4,5	90,0
5,0	148
5,5	244
6,0	403
6,5	665
7,0	1100
7,5	1810
8,0	2980
8,5	4920
9,0	8100
9,5	13400

Phonmaßstab

Bei der subjektiven Messung eines Schalles wird die Lautstärke durch Hörvergleich mit einem regelbaren Schall der Normalfrequenz von 1000 Hz bestimmt. Sie beträgt für den Schalldruck P_1

$$L = 20 \cdot \log \frac{P_1}{P_0}$$

worin P_0 dem Schwellenwert des menschlichen Ohres entspricht. Alle praktisch vorkommenden Schalle liegen im Bereich von 0—130 Phon.



(118) Leistungstafel

a) Die wichtigsten elektrischen Eigenschaften von Kabeln und Leitungen

Leitungsart		Leiter Werkstoff und \varnothing	Gleichstrom- widerstand	Isolations- widerstand	Ableitung	Betriebs- kapazität	Leitungs- Induktivität	Spulendaten Rw L s	Wellen- widerstand	Leistungs- Dämpfung	Reichweite *)
		mm	Ω/km Schleife	M Ω/km	nS/km	nF/km	Ω mH/km	mH km	Ω	mN/km	km
Freileitung		Hart-Cu 1,5	20,6	10 ²⁾	1 ²⁾	5,0	2,3		880	15	170
		2,0	11,6	"	"	5,2	2,2		750	8,5	300
		3,0	5,2	"	"	5,7	2,0 ³⁾		620	5,0	500
		Fe 2,0	85	"	"	5,2	11,0		1700	25,0	100
		3,0	39	"	"	5,7	7,5		1240	16,0	160
		4,0	21	"	"	6,1	5,0		950	11,0	230
Schweres Feldkabel bezgl. mit Kunststoff- mantel	Einfachleitung	1 \times 0,53 Cu +	45 ⁴⁾	100	1,5—9,0	1,5—7,5	2,6		770	20—55	125—45
	Doppelleitung verdrillte Doppelleitung	2 \times 0,32 Cu + 6 \times 0,32 St	90 90	100	10—35	58—136	1,65		310	115—185	22—14
	Einfachleitung	1 \times 0,7 Cu + 8 \times 0,37 St	45 ⁴⁾	2,5		1,5—7,5	2,3		770	20—55	125—45
Feldfernkabel unpupiniert pupiniert		4 Cu-Litzen (1+6+12 \times 0,32 Cu)	24,5	2000	10	98	0,8	1,5 10 0,25	240 680	65 25	38 100
Festkabel (Festiz) Kabel unpupiniert Festkabel pupiniert		Cu 0,8	73,2	500	3	100	0,7	9,5 140 1,0	380 1410	115 35	22 70
Festungsfernkabel		Cu 1,2 oder Al 1,55	32,5 31,5	2000	2	70	0,6	7,5 150 1,0	1550	13	190
Kabel der D. R. P.	Ortskabel	Cu 0,6 Cu 0,8	130 72	5000 5000	0,6 0,6	38 38	0,7 0,7		860 650	102 76	24 33
	Fernleitungskabel	Cu 0,9 Cu 1,2 Cu 1,4	57,8 32,5 23,8	5000 5000 5000	0,6 0,7 0,7	34 35 36	0,7 0,7 0,6	9,5 140 1,7 9,5 140 1,7 9,5 140 1,7	1600 1600 1550	19,5 12,0 9,5	130 210 260
	Fernkabel	Cu 0,9 Cu 1,4	57,8 23,8	5000 5000	0,6 0,7	34 36	0,7 0,6	30/12 1,7 140/56 1,7	800/400 1560/780 ⁵⁾	36/38 10/10,5	70 250

1) Da bei Einfachleitung keine Schleifenmessung möglich ist, bedeuten diese Werte Ω/km .

2) Die Werte für Isolationswiderstand und Ableitung sind stark witterungsabhängig.

3) Die Werte gelten für einen Leiterabstand von 30 cm.

4) Die Angaben sind auf Grund einer zulässigen Gesamtdämpfung von 2,5 N berechnet.

5) Die Werte gelten für Stamm- bzw. Viererleitung.

Allgemeine Bemerkung: Die Angaben für frequenzabhängige Wechselstromwerte beziehen sich auf eine Frequenz von $f = 800$ Hz.

b) Die wichtigsten elektrischen Eigenschaften von Fernsprech- und Signalgeräten sowie von Kabelzubehörteilen

Gerät	Isolations- widerstand	Gleichstromwiderstand			Schein- widerstand bei 800 Hz	Zusätzliche Dämpfung in einer Sprech- verbindung	
		Fernhörer	Mikrofon	Messungen an L_a und L_b		N	N
	MΩ	Ω	Ω	Ω	Ω		
Festungsfernsprecher 35	100	54 (2×27)	70—80	2) 1000 (2×500)	400		
" 38	1000	54 (2×27)	70—80	1000 (2×500)			
" R	1000	1) 70 (2×140 parallel)	100—200	1000 (2×500)			
" M	1000			1000 (2×500)			
" D	1000			1000 (2×500)			
Festungs-Tischfernsprecher 39		54 (2×27)	35—40	2) 350 (2×700 parallel)	800		
Kopffernsprecher		70 (2×140 parallel)	100—200	70	300		
Linienfernsprecher 39		65	65	3) 200			
				4) 65			
				5) 65			
				6) 2,6			
Feldfernsprecher 33		54 (2×27)	35—40	2500 (2×1250)	7) 800		
Festungsfernörer 39, einfach		54 (2×27)					
" 39, doppelt		400					
" 39, magnetisch							
" 39, dynamisch		180					
Zweiter Weder für Festungs- fernsprecher				1000 (2×500)			
Zweiter Weder für Festungs- vermittlung				13			
Alarmweder				2500 (2×1250)			
Türeinflaßweder				108 (2×54)			
Festungsvermittlung zu 5 Leitungen	200			8) 1500 9) 2500 10) 600 11) 1000 12) 600		Abfrageeinrichtung ein 0,6 aus 0,1	
" zu 10 "	200						
" zu 20—30 "	200						
" zu 100 "	200						
Kleiner Klappenschrank zu 10 "	100					0,4	0,1
Kabelendverschluß	1000						
Kabelanschlußstelle	500						
Innenverteiler	500						
Hauptverteiler	500						

Bemerkungen:

- 1) Bei angeschaltetem Kopffernsprecher.
- 2) Gleichstromwiderstand des Weders (Sprechschaltung durch Kondensator abgeriegelt).
- 3) Leitung zwischen Station A und B aufgetrennt. Messung an V—II (Bild 180).
- 4) desgl. " " I—II
- 5) desgl. " " I—III
- 6) desgl. " " III—IV
- 7) Bei Feldfernsprechern ohne grünen Strich auf der Beschriftungstafel: 5000 Ω.

8) Stöpsel in Ruhe- oder Verbindungsklinke (Widerstand der Anruf- oder Schlußklappe).

9) Stöpsel in Abfrageklinke (Widerstand des Weders der Abfrageeinrichtung).

10) Die Leitungen 16 bis 20 bei der 20-teiligen, die Leitungen 21 bis 30 bei der 30-teiligen Vermittlung sind durch Kondensatoren abgeriegelt, daher ergibt Gleichstrommessung 0.

11) Bei gestecktem Stöpsel (Widerstand der Schlußklappe).

12) Abfragetaste in Ruhestellung (Widerstand der Anrufklappe).

(119) Verzeichnis der Abkürzungen.

A	Ampere-Stunde	mm	Millimeter
Ah	Ampere	mN	Millineper
Al	Aluminium	MΩ	Megohm
at	Atmosphäre (Druck- einheit)	MP	Mipolam
C	Celsius	mV	Millivolt
cm	Centimeter	mW	Milliwatt
Cu	Kupfer (Cuprum)	μF	Mikrofarad
DA	Doppelader	μS	Mikrosiemens
DIN	Deutsche Industrie- normen	μV	Mikrovolt
DRP	Deutsche Reichspost	N	Neper
F	Farad	NC	Nickel-Cadmium
Fe	Eisen (Ferrum)	nA	Nanoampere
Festa-Kabel	Festungsaußenkabel	nF	Nanofarad
Festa-Kabel F	Festungsaußenkabel f. Flußbettverlegung	Ω	Ohm (Omega)
Festa-Kabel R	Festungsaußenkabel f. Röhrenverlegung	O.B.	Ortsbatterie
Festi-Kabel	Festungsinnenkabel	pF	Pikofarad
H	Henry	PS	Pferdestärke
h	Stunde (hora)	S	Siemens
Hz	Hertz	s	Sekunde
kg	Kilogramm	Sp.-Schaltung	Sprechschaltung
km	Kilometer	St	Stahl
km/h	Kilometer in der Stunde	St.-Vierer	Sternvierer
kVA	Kilovoltampere	t	Tonne (1000 kg)
l	Liter	V	Volt
m	Meter	VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker
mA	Milliampere	W	Watt
mH	Millihenry	W.-Amt	Wählamt
min	Minute	Z.B.	Zentralbatterie
		Z.-Draht	Zimmerleitungsdraht
		ø	Durchmesser
		π	3,14 (reine Zahl)
		∞	unendlich