

W.F. 1936

STUDIEN ÜBER AUFGABEN DER FERNSPRECHTECHNIK

Von Max Langer

Abteilungs-Direktor der Siemens & Halske AG
Berlin-Siemensstadt



MÜNCHEN UND BERLIN 1936
VERLAG VON R. OLDENBOURG

Vorwort.

Im Laufe der Entwicklung der modernen Fernsprechtechnik sind sehr viele eingehende Studien über besondere Aufgaben gemacht worden, die wohl in der Literatur zu finden, aber sehr verstreut sind. Das vorliegende Buch bringt eine Sammlung dieser ein allgemeines Interesse auch heute noch beanspruchenden Studien, die zum Teil ergänzt, zum Teil durch neue Studien erweitert worden sind. Mit besonderem Vorzug wurde das in Deutschland allgemein eingeführte Schrittwählersystem behandelt.

Berlin, März 1936.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	7
A. Ortsverkehr	8
1. Wirtschaftliche Betriebsform	8
2. Die Leistung vollkommener und unvollkommener Bündel und die Berechnung der Wählerzahl in selbsttätigen Fernsprechämtern	13
Verkehrsgrößen	13
Leistung vollkommener Bündel	15
Gruppenteilung	19
Leistung unvollkommener Bündel	21
Verkehrsabstufungen	29
Berechnung von Beispielen	31
Sparmaßnahmen	36
Besonderheiten	45
3. Ortsnetzgestaltung	48
Dezentralisation	48
Gruppierung der Verbindungsleitungen	52
Bezirksknotenämter	68
Querverbindungen	78
Bündel verschiedenartigen Verkehrs	79
4. Das Schrittwählersystem	82
a) Entwicklung von Schaltungen	83
Kritik der Lösungen	84
Definition einer Schaltung	85
Koppelungen und Entkoppelungen von Stromkreisen	86
Schaltungszerlegung	95
Forderungen an eine Schaltung	96
Schaltungsdarstellung	104
Schaltungsaufbau	106
Wirtschaftsberechnung	114
Dimensionierung	116
b) Konstruktionen	126
Relais	126
Kleine Drehwähler	130
Große Wähler für Nummernempfang	131
Teilnehmerstation	146
Nummernschalter	147
c) Gruppierung und Verbindungsaufbau	147
5. Studien über besondere Aufgaben	149
a) Die Amtseinrichtungen	149
b) Speicherung und Umrechnung	154

	Seite
c) Mitlaufwerke und ihre verschiedenartige Anwendung in der Praxis	173
d) Die zweckmäßigste Wählerkontaktzahl	183
e) Überleitung selbsttätiger Fernsprechanlagen	194
f) Entwicklungsstudien	211
g) Die volkstümlichere Ausgestaltung des Fernsprechers	228
h) Die Feuersgefahr in automatischen Fernsprechanlagen und ihre Bekämpfung	240
i) Moderne Forderungen des Fernsprechbetriebes und die Anpassungsfähigkeit der verschiedenen Systeme	243
k) Der Einfluß der Betriebsforderungen auf die Wirtschaftlichkeit . .	248
l) Einrichtungen für Sonderzwecke	263
B. Fernverkehr	266
1. Die Technik des Fernbetriebes	266
2. Fernnetzgestaltung.	273
3. Wirtschaftliche Betriebsform der Landanlagen	301
4. Halb- und vollautomatische Systeme	314
5. Wirtschaftlicher Aufbau ländlicher Fernsprechämter	324
6. Fernwahl	329
7. Dämpfung und Verstärkung	338
8. Besondere Forderungen bei der Automatisierung des Weitfernverkehrs	341
Zusammenfassung	346
Verwendete Literatur	347
Sachregister	349

Einleitung.

Die Schnellnachrichtenmittel, Telegraphie und Fernsprecher, haben in der verhältnismäßig kurzen Zeit ihres Bestehens für die Volkswirtschaft aller modernen Staaten eine große Bedeutung erlangt. Unter diesen Nachrichtenmitteln hat das Fernsprechen die größte Ausbreitung und damit Bedeutung, weil es einfach in der Handhabung ist und eine unmittelbare Verständigung der Benutzer untereinander in direkter Rede und Widerrede ohne Hilfe von irgendwelchen Fachleuten zuläßt. Die Bedeutung des Fernsprechers wächst ständig, denn es besteht überall bei allen Verwaltungen das größte Bestreben, die Ausbreitung auf wirtschaftlicher Grundlage mit allen Mitteln zu fördern. Es ist wünschenswert, die Vorteile des Fernsprechers allen Bevölkerungsschichten zukommen zu lassen und jede Wohnung mit einem Fernsprecher zu versorgen, der es ermöglicht, mit allen Punkten der Erde in direkte Verbindung bei guter Verständigung zu treten. Dieses erstrebenswerte Ziel ist zwar noch lange nicht erreicht, es wird aber an allen dafür in Betracht kommenden Stellen intensiv daran gearbeitet.

Bei der Bearbeitung dieses großen, ganz allgemeinen Problems treten nun viele Sonderaufgaben hervor, die einzeln im Rahmen der Gesamtaufgabe gelöst werden müssen. Es sind aber nicht nur technische, sondern auch besonders wirtschaftliche Probleme zu lösen, weil in den Fernsprechanlagen viel Kapital angelegt ist. Man kann annehmen, daß bis jetzt auf der Erde mehr als 30 Milliarden Mark in diesen Anlagen festgelegt sind, wobei die Summen durch die zunehmende Ausbreitung ständig wachsen. Die für die Benutzung der Fernsprecheinrichtungen von den Teilnehmern zu erhebenden Gebühren müssen natürlich die entstehenden Unkosten decken. Je kleiner die zu erhebenden Gebühren sind, desto größer wird die Ausbreitung des Fernsprechers sein. Es muß daher, um die Ausbreitung zu fördern, das Bestreben sein, die Unkosten für die Benutzung durch Verbesserung und Vereinfachung der Technik herabzusetzen.

Derartige technische und wirtschaftliche Probleme und die damit zusammenhängenden Studien sollen hier behandelt werden.

Alle öffentlichen Fernsprechanlagen dienen sowohl dem Orts- als auch dem Fernverkehr über die weitesten Entfernungen. Für die Untersuchungen ist es zweckmäßig, zunächst die Einrichtungen für den Orts-, dann die für den Fernverkehr zu behandeln.

A. Ortsverkehr.

1. Wirtschaftlichste Betriebsform.

Im Fernsprechwesen stehen sich zwei Betriebsformen gegenüber. Einmal der ältere Handbetrieb, bei dem die Verbindungen durch Beamte hergestellt und getrennt werden, und zum anderen der neuere selbsttätige Betrieb, bei dem die Teilnehmer ohne Hilfe von Beamten ihre Verbindungen selbst herstellen und trennen. Der selbsttätige Betrieb hat seine technische und wirtschaftliche Überlegenheit dem Handbetrieb gegenüber längst bewiesen; es tauchen aber mitunter Fragen auf, wie die Wirtschaftlichkeit dieser Betriebsformen heute liegt, nachdem die Technik des selbsttätigen Betriebes im Laufe der Jahre viel verbessert worden ist. Vor mehr als 15 Jahren sind derartige Wirtschaftsrechnungen aufgestellt worden, die eine große wirtschaftliche Überlegenheit des Selbstanschluß-Betriebes ergeben haben. Das frühere Ergebnis soll jetzt mit den neueren Rechnungen verglichen werden.

Zur einwandfreien Beurteilung dieser Frage sind die heutigen vollständigen System-Betriebskosten selbsttätiger Ämter unter Berücksichtigung aller Faktoren, aber ohne Netz, zu ermitteln. Zunächst soll das Netz als gleich für beide Betriebsformen angenommen werden, später wird gezeigt, welche erheblichen Ersparnisse durch die Einführung automatischer Betriebsmethoden erreicht werden können. Die gesamten jährlichen Kosten einer Anlage setzen sich aus einer ganzen Reihe von Werten zusammen, die in der Tabelle 1 angegeben sind.

Von den gesamten jährlichen Kosten sollen hier nur die System-Betriebskosten, nicht aber die Betriebskosten des Netzes, der Teilnehmereinrichtungen und der Verwaltung behandelt werden.

Die einzelnen Positionen der System-Betriebskosten sind nun für beide Betriebsarten unter Berücksichtigung der verschiedensten Verkehrsdichte ermittelt und dann ist deren Summe als Vergleichsgrundlage benutzt worden.

Um den Vergleich einwandfrei durchführen zu können, sind bestimmte Anlagen anzunehmen. Es soll zunächst eine Anlage mit 10000 Anschlüssen in einem Amt und dann eine mit 60000 Anschlüssen, verteilt auf 3 Ämter, der Rechnung zugrunde gelegt werden, und zwar sollen die Werte für einen Verkehr von 10 bis 20 Rufen pro Tag und Teilnehmer gelten.

Für die Höhe der Abschreibung ist die Lebensdauer maßgebend. Sie ist früher für selbsttätige Ämter mit 20 Jahren und könnte heute ohne Bedenken nach den bisherigen Erfahrungen, auf Grund der Verbesserungen in Konstruktion und Fabrikation und auch in der Betriebshaltung, weit höher angenommen werden. Um aber dieselbe Grundlage zu haben, ist auch jetzt mit einer 20jährigen Lebensdauer gerechnet worden. Für Handbetriebsämter ist eine 20jährige Lebensdauer etwas groß. Um diese aber den selbsttätigen Ämtern gegenüber nicht zu benachteiligen, sei auch hier mit einer 20jährigen Lebensdauer gerechnet.

Um zunächst die Höhe der Tilgung und Verzinsung für die verschiedenen Fälle beider Betriebsarten zu ermitteln, sind die vollständigen

Anlagekosten zu errechnen. Man erhält diese, indem man die Größe der Amtsausrüstung für die verschiedenen Rufzahlen sorgfältig bestimmt und unter Einsetzen der Einzelpreise das erforderliche Kapital errechnet. Bei der Berechnung läßt man einen Verlust an Rufen von gewöhnlich 1⁰/₁₀₀ zu, d. h. man nimmt in Kauf, daß auf 1000 Rufe ein Ruf aus Mangel an Verbindungsmöglichkeiten verlorengeht.

Es müssen aber neben der eigentlichen Amtsausrüstung, den Haupt- und Zwischenverteilern sowie der Kraftanlage auch alle erforderlichen Prüf- und Hilfseinrichtungen in Rechnung gezogen werden.

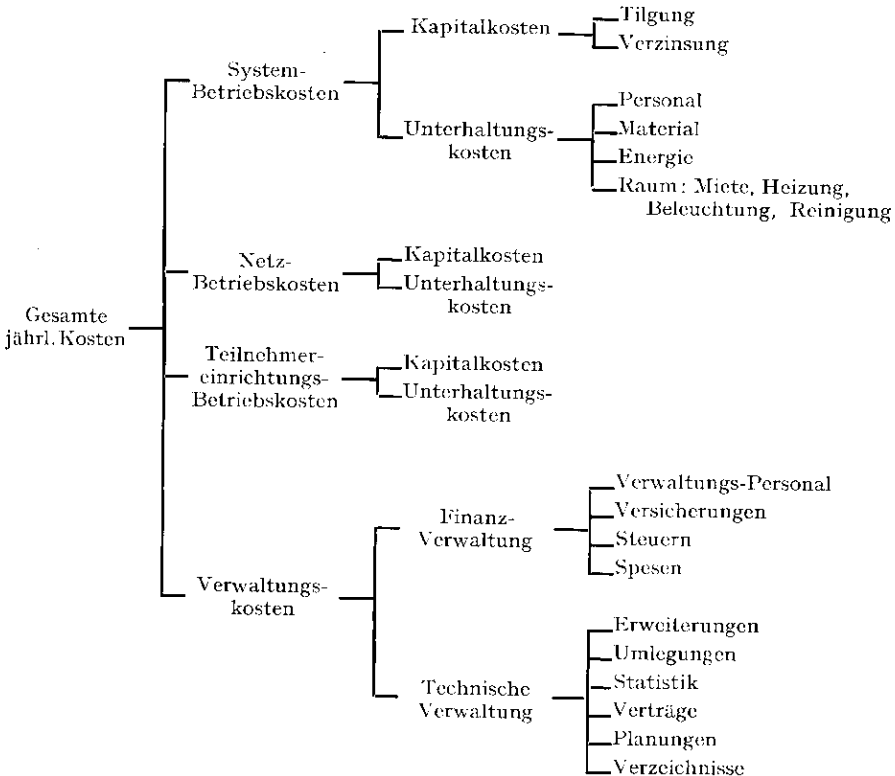


Tabelle 1.

Für die Verzinsung sind wohl 5% als ausreichend anzusehen. Hat man die Lebensdauer und die Verzinsung festgelegt, so kann man aus Abb. 1 sofort den in Rechnung zu setzenden Prozentsatz für beide Werte ablesen. Bei 20 Jahren Lebensdauer und 5% Verzinsung beträgt der Wert für Tilgung und Verzinsung 8% des Anlagekapitals. Hat man auf diese Weise die Größe der Abschreibung und Verzinsung ermittelt, so stellt man die gesamten Personalkosten nach dem jetzigen Personalbedarf zusammen. Beim Bestimmen des erforderlichen Personals ist mit großer Sorgfalt vorzugehen, weil dieser Posten nicht mit solcher Sicherheit bestimmbar erscheint wie die

anderen. Während Tilgung und Verzinsung sowie auch die Kosten für die Energie und Raumpflege verhältnismäßig genau feststellbare Größen sind, trifft dies bei den Personalkosten scheinbar nicht zu. Es ist daher erforderlich, die vielen bisherigen Erfahrungen sorgfältig auszunutzen. Der kleinste Fehler wird sicher dann gemacht, wenn Mittelwerte aus möglichst vielen Einzelwerten der Praxis gebildet werden. Für die Personalkosten sind die Einkünfte des Personals zu rechnen, zu denen noch ein Prozentsatz für Pensionen hinzugeschlagen werden muß.

Für die Amtspflege moderner Selbstanschlußanlagen werden auf Grund vieler Erfahrungen pro Jahr und pro Anschluß 2 bis 3 Arbeitsstunden gerechnet. In der Berechnung der neuen Wirtschaftlichkeitskurve sind diese

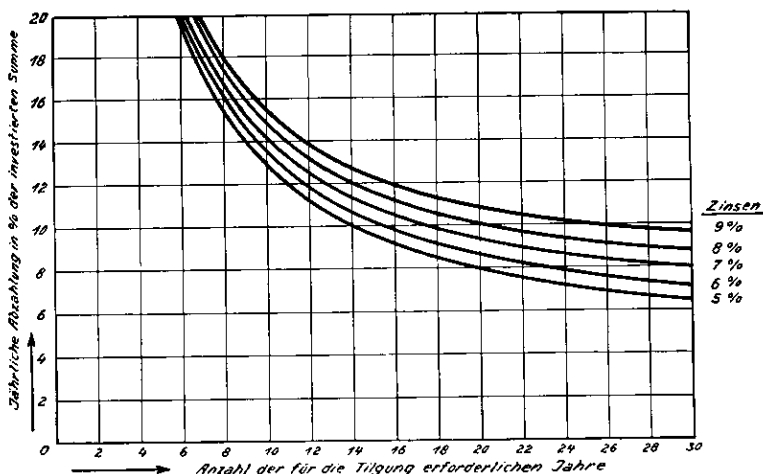


Abb. 1. Tilgungsbeträge.

Werte zugrunde gelegt, mit einem Zuschlag für Pensionen, Urlaub und Krankheit.

Als jährliche Kosten der Ersatzteile sind auf Grund von Erfahrungen bei Handanlagen etwa 1,0%, bei selbsttätigen Anlagen etwa 0,3% der Anlagekosten für jeden Anschluß eingesetzt. Die jährlichen Stromkosten für einen Anschluß sind bei einem Kraftstrompreise von 0,16 RM je kWh mit 0,3 bis 0,6 RM in Handanlagen und 1 bis 2 RM bei selbsttätigen Anlagen in Rechnung gestellt.

In gleicher Weise sind auch die Kosten der Raumpflege, also für Miete, Heizung, Beleuchtung und Reinigung, zugrunde zu legen. Man kann pro m² als Mittelwert annehmen:

Miete	12,— RM
Heizung	3, „
Reinigung	2, „
Beleuchtung	2,— „

Als Richtlinie für die Größenordnung der System-Betriebskosten selbsttätiger Anlagen kann etwa folgende Verteilung angegeben werden:

Kapitalkosten	50%
Personalkosten	28%
Materialkosten	2%
Energiekosten	10%
Raumkosten	10%
	100%

Sind alle Kosten für beide Betriebsformen für die verschiedenen Ämter und für den zugrunde gelegten Verkehr berechnet und zeichnet man nach den erhaltenen Zahlen ein Schaubild, so erhält man zunächst für 10000 Anschlüsse die in Abb. 2 dargestellten Kurven, in Abb. 3 die für 60000 Anschlüsse. Auf der Abszisse ist der Verkehr in Rufen pro Tag und Teilnehmer, auf der Ordinate sind die jährlichen Ausgaben pro Teilnehmer angegeben.

Die Kurven 1 in beiden Bildern stellen die Betriebskosten der Handanlagen im Jahre 1920, die Kurven 2 die der selbsttätigen Anlagen im Jahre 1920, die Kurven 3 die Betriebskosten derartiger Anlagen im Jahre 1935 dar. Der Unterschied in beiden Kurven gibt die wirtschaftliche Verbesserung der selbsttätigen Anlagen im Laufe der 15 Jahre an, die besonders durch die Verminderung der Kapital- und Personalkosten erreicht worden ist.

Aus den Abbildungen ist nun sofort die große Überlegenheit des selbsttätigen Betriebes zu erkennen. Es steigt, dies geht aus den mit großer Vorsicht unter Berücksichtigung aller Umstände aufgestellten Kurven hervor, die Überlegenheit noch mit wachsendem Verkehr.

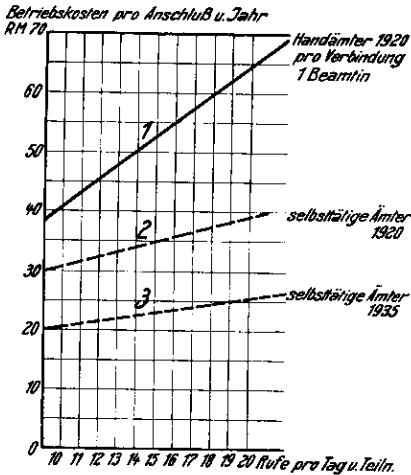


Abb. 2. Betriebskosten pro Anschluß bei selbsttätigen und Handbetriebsanlagen für 10000 Anschlüsse, ausschließlich Netz.

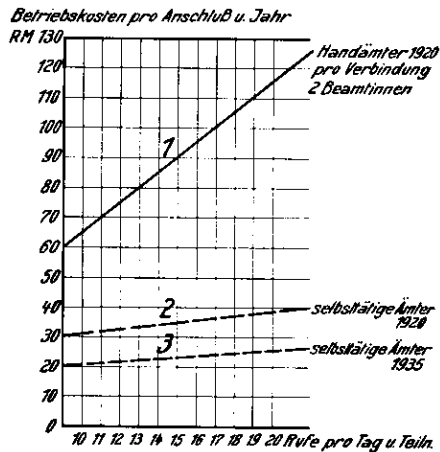


Abb. 3. Betriebskosten pro Anschluß bei selbsttätigen und Handbetriebsanlagen für 60000 Anschlüsse, ausschließlich Netz.

Diese Überlegenheit wird dann noch größer, wenn man aus wirtschaftlichen Gründen mehrere Ämter bildet und die Anlagen noch weiter unterteilt. Durch die Dezentralisation wachsen die Kosten beim selbsttätigen Betrieb verschwindend wenig, während sie beim Handbetrieb wegen des erheblichen Personalmehrbedarfes und der notwendig werdenden Vergrößerung der Zahl der Arbeitsplätze gewaltig zunehmen. Bei weiterer Unterteilung wird der Unterschied der Kosten beider Betriebsformen noch bedeutend größer. Das geht aus dem Vergleich der Betriebskosten in Abb. 2 und 3 deutlich hervor.

Es interessiert nun noch, wie sich die Wirtschaftlichkeit bei kleineren Anlagen besonders auch mit Rücksicht auf Privat- und Nebenstellenanlagen

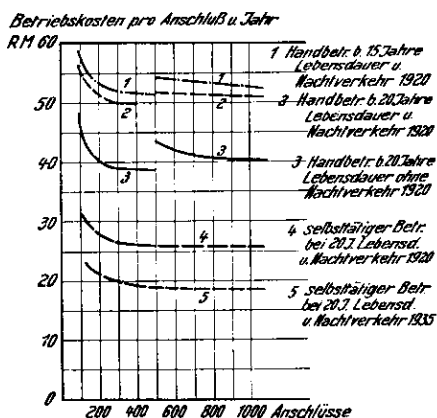


Abb. 4. Betriebskosten für 100 bis 1000 Anschlüsse, ausschließlich Netz.

Kurve 1 zeigt die Betriebskosten bei Handbetrieb bei einer Lebensdauer von 15 Jahren und 5% Verzinsung, mit Nachtverkehr.

Kurve 2 gibt die Betriebskosten bei handbetriebenen Anlagen unter Annahme einer 20jährigen Lebensdauer und vollkommenem Nachtverkehr an, wie es dem Verkehr einer selbsttätigen Anlage entsprechen würde.

Kurve 3 zeigt die Betriebskosten bei Handbetrieb bei einer Lebensdauer von 20 Jahren und 5% Verzinsung, ohne Nachtverkehr. Der Sprung der Kurve bei 500 Anschlüssen hat darin seine Ursache, daß es zweckmäßig ist, von dieser Anschlußzahl an eine Aufsichtsbeamtin vorzusehen.

Kurve 4 gibt die Betriebskosten bei selbsttätigem Betrieb bei einer Lebensdauer von 20 Jahren und 5% Verzinsung an.

Diese Kurven stammen aus Wirtschaftsrechnungen des Jahres 1920.

Kurve 5 gibt die Betriebskosten moderner Anlagen mit selbsttätigem Betrieb bei einer Lebensdauer von 20 Jahren und 5% Verzinsung im Jahre 1935 an.

Man sieht deutlich, daß auch für diese kleinen Anlagen der selbsttätige Betrieb bei weitem der wirtschaftlichste ist; denn will man denselben Tag-

und Nachtverkehr wie beim selbsttätigen Betrieb haben, so muß man die Betriebskosten handbetriebener Anlagen nach Kurve 2 in Rechnung ziehen; diese Kosten sind aber etwa doppelt so hoch wie die Kosten beim selbsttätigen Betrieb. Rechnet man nun mit einer 15jährigen Lebensdauer der Handanlagen, so wird das Verhältnis nach Kurve 1 noch weiterhin verschlechtert.

Wenn auch nur Tagesverkehr in Rechnung zu ziehen ist und selbst mit einer 20jährigen Lebensdauer für Handanlagen gerechnet wird, so ist doch noch ein recht erheblicher Unterschied in den Betriebskosten vorhanden. Nach dieser Betriebskostenberechnung ist es also auch bei kleinen Anlagen unter den heutigen Verhältnissen nicht mehr gerechtfertigt, Handbetriebsanlagen einzurichten. Die Steigerung der Wirtschaftlichkeit des selbsttätigen Betriebes in den letzten 15 Jahren ist deutlich zu erkennen.

Der selbsttätige Betrieb bringt aber außer den errechneten wirtschaftlichen auch noch die bekannten technischen Vorteile: keine Wartezeit, keine Trennzeit, keine Hörfehler, keine Fehlverbindungen, jederzeitige sofortige Betriebsbereitschaft und ganz besonders keine Abhängigkeit vom Personal.

2. Die Leistung vollkommener und unvollkommener Bündel und die Berechnung der Wählerzahl in selbsttätigen Fernsprechämtern.

In den System-Betriebskosten selbsttätiger Anlagen machen die Kapitalkosten, das sind Tilgung und Verzinsung des Anlagekapitals, etwa 50% aus. Um derartige Anlagen möglichst rentabel zu gestalten, müssen die Anlagekosten so klein wie nur irgend möglich gehalten werden.

Die Anlagekosten setzen sich zum größten Teil aus den Kosten für die erforderlichen Wähler zusammen, so daß, um den Zweck zu erreichen, möglichst wenig und einfache Wähler vorzusehen sind. Aus wirtschaftlichen Gründen wird man daher mit der geringstmöglichen Wählerzahl auskommen müssen. Dies erfordert aber, um einen Mißerfolg zu vermeiden, eine genaue Kenntnis des Verkehrs und Berechnung der Amtsausrüstung. Derartige Berechnungen an sich sind nicht neu; sie sind schon vielfach erörtert worden, ohne aber vollständig zu sein und alle Einflüsse zu erfassen. Sie erstreckten sich größtenteils auf die Feststellung der Leistungen eines Leitungsbündels. Es soll nun hier die Aufgabe sein, die Art, wie die Wählerzahl selbsttätiger Ämter bestimmt wird, unter Berücksichtigung aller Leistungsbeeinflussungen und Verkehrsarten anzugeben.

Verkehrsgrößen.

Die für ein gegebenes Amt vorzusehende Wählerzahl hängt, außer natürlich von der Teilnehmerzahl, einmal vom Verkehr selbst, dann aber auch von der Wählerleistung ab; je größer der Verkehr, desto mehr Wähler, je größer die Wählerleistung, desto weniger Wähler sind nötig. Die Wählerzahl ist da-

her eine mit dem Verkehr zunehmende und mit der Wählerleistung abnehmende Funktion:

$$\text{Wählerzahl } N = f\left(\frac{\text{Verkehr}}{\text{Wählerleistung}}\right)$$

Diese einfache Formel genügt aber nicht ohne weiteres zum Berechnen der Wählerzahl, weil ein selbsttätiges Amt in viele kleine Gruppen zerfällt und der Verkehr sowie die Wählerleistung in den einzelnen Gruppen ganz verschieden sind. Es muß daher jede der verschiedenen Gruppen einzeln untersucht und die Wählerzahl dafür bestimmt werden.

Betrachtet man eine Gruppe von Leitungen, ein sog. Bündel, in dem alle Leitungen gleichwertig sind und sich untereinander aushelfen können, so ist die größte gleichzeitig bestehende Verbindungszahl ausschlaggebend für die Zahl der vorzusehenden Leitungen oder Wähler. Da nun in der Stunde des stärksten Verkehrs, der Hauptstunde, die größte gleichzeitig bestehende Verbindungszahl vorkommt, wird der Verkehr dieser Stunde ausschließlich der Berechnung zugrunde gelegt. Der Verkehr der Hauptstunde und damit die Zahl der meisten gleichzeitig bestehenden Verbindungen wird um so größer sein, je größer die Zahl der Gespräche ist und je länger diese Gespräche dauern. Aber nicht nur Teilnehmergegespräche, sondern viele andere Ursachen, z. B. Verbindungen, die zu keinem Gespräch geführt haben, als da sind: Besetztverbindungen, vorzeitig abgebrochene Rufe, Belegungen infolge gestörter Außenleitungen usw., belegen die Wähler und entziehen diese dadurch dem Verkehr. Bei der Berechnung müssen daher diese Fehlbelegungen, die unter Umständen 20 bis 30% des Gesamtverkehrs ausmachen können, berücksichtigt werden. Errechnet man die Zahl der Wähler nur aus den Gesprächszahlen, so wird die Wählerzahl viel zu klein. Es wird daher zweckmäßig nicht die Gesprächszahl, sondern die Belegungszahl der Rechnung zugrunde gelegt. Aus demselben Grunde wird nicht die mittlere Gesprächszeit, sondern die mittlere Belegungszeit verwendet. Wird die Belegungszahl mit $C_{(call)}$ und die mittlere Belegungsdauer mit $T_{(time)}$ bezeichnet, so ist der Verkehrswert $V = T \cdot C$ in Minuten oder Stunden.

Sind diese Werte für eine Gruppe von Leitungen für den ganzen Tag bekannt, so muß daraus der Verkehr der Hauptstunde berechnet werden. Man erhält den Verkehrswert der Hauptstunde, indem man den Tagesverkehr mit einem Faktor K , die sog. Konzentration, das ist das Verhältnis des Verkehrs in der Hauptstunde zum Tagesverkehr, multipliziert. K beträgt im Mittel 0,12, kann aber von 0,08 bis 0,16 und mehr schwanken. K ist abhängig von der Eigenart der Anlage und von der Größe der beobachteten Gruppe.

Würde in der Hauptstunde immer ein Gespräch regelmäßig ein anderes ablösen, so würde der Verkehr mit einer Wählerzahl gleich TC -Stunden zu bewältigen sein. Jeder Wähler wäre dann die ganze Stunde ununterbrochen in Betrieb. Da aber nun die Belegungen nicht regelmäßig einlaufen, sind einmal mehr, ein anderes Mal weniger Wähler als der Mittelwert TC in Be-

trieb. Es ist daher ein Zuschlag wegen dieser Schwankungen zu der mittleren Wählerzahl TC zu machen. Bezeichnet Z den Schwankungszuschlag und N die Wählerzahl, so berechnet sich diese für eine Gruppe aus

$$N = TC \cdot Z$$

Z ist eine Funktion von TC und kann errechnet werden aus $Z = R \sqrt[3]{TC}$, worin R zwischen 4 bei kleinen und 2,9 bei großen Gruppen schwankt.

Leistung vollkommener Bündel.

Die für einen bestimmten Verkehr erforderliche Leitungs- oder Wählerzahl eines vollkommenen Bündels, worunter man eine Gruppe von gleichwertigen Leitungen versteht, die sich gegenseitig vollkommen aushelfen können, und damit die Leistung jeder Leitung oder jedes Wählers selbst, ist nun durch viele Messungen empirisch festgelegt und das Ergebnis durch zahlreiche Berechnungen, die mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung aufgestellt worden sind, bestätigt worden. Eine Zusammenstellung aller bekannten Berechnungen haben Dr. Lubberger und Müller in „Wirkungsgrad und Leistungsgarantie in Fernsprechanlagen“, Fernmeldetechnik, Jahrgang 21, Heft 2, vorgenommen. Nach dieser Zusammenstellung stimmt ein aus den verschiedenen Rechnungsergebnissen gebildeter Mittelwert mit den gemessenen Werten gut überein¹⁾.

Bevor nun auf die Wählerleistung in einem Bündel selbst eingegangen wird, muß man sich über den Wirkungsgrad verständigen, wie es Dr. Lubberger und Müller in der erwähnten Arbeit getan haben. Wenn jeder eingeleitete Ruf zum Ziele führen würde, also 100% Wirkungsgrad vorhanden wären, so würde die erforderliche Wählerzahl sehr groß werden, weil dann so viele Wähler vorgesehen werden müßten, wie die äußerste Verkehrsspitze, die nur wenige Sekunden andauert, erfordert. Hier kann aber eine Einschränkung aus wirtschaftlichen Gründen insofern gemacht werden, als man einen gewissen Verlust an Rufen aus Mangel an Verbindungsmöglichkeiten zuläßt. Man hat sich zunächst dahin geeinigt

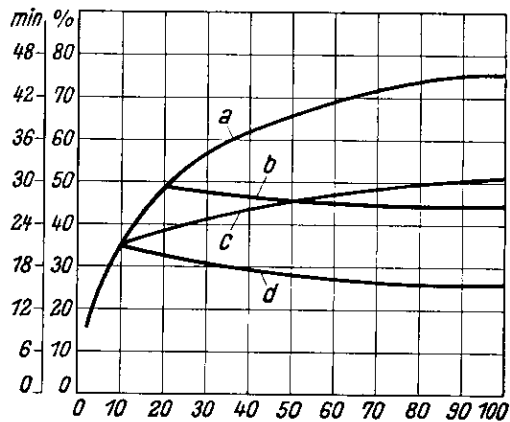


Abb. 5. Ausnutzung der Leitungen in verschiedenen Leitungsbündeln, bei 1% Verlust in der Hauptverkehrsstunde.

- a = Vollkommene Leitungsbündel.
- b = Reine 20er-Bündel, ungestaffelt und ungemischt.
- c = Unvollkommene Leitungsbündel, 10er-Bündel, gestaffelt und gemischt.
- d = Reine 10er-Bündel, ungestaffelt und ungemischt.

¹⁾ Zeitschrift für Fernmeldetechnik, Jahrgang 28, S. 111.

und drückt den Wirkungsgrad so aus, daß man der Rechnung einen Verlust von einer Belegung auf 1000 Belegungen je Wählerstufe zugrunde legt. Dieser Verlust ist sehr klein und wird praktisch, besonders gegenüber von 25% Teilnehmerbesetztanrufen, gar nicht empfunden. Er könnte auch ohne Verkehrsschwierigkeiten größer gewählt werden, doch ist hierüber eine allgemeine Einigung noch nicht erfolgt. Aus wirtschaftlichen Gründen werden größere Verluste an den teuren Wählerstufen und besonders bei den Verbindungsleitungen zugelassen. Man berechnet heute schon die LW und Verbindungsleitungen teilweise mit 1%, teure Verbindungsleitungen sogar mit

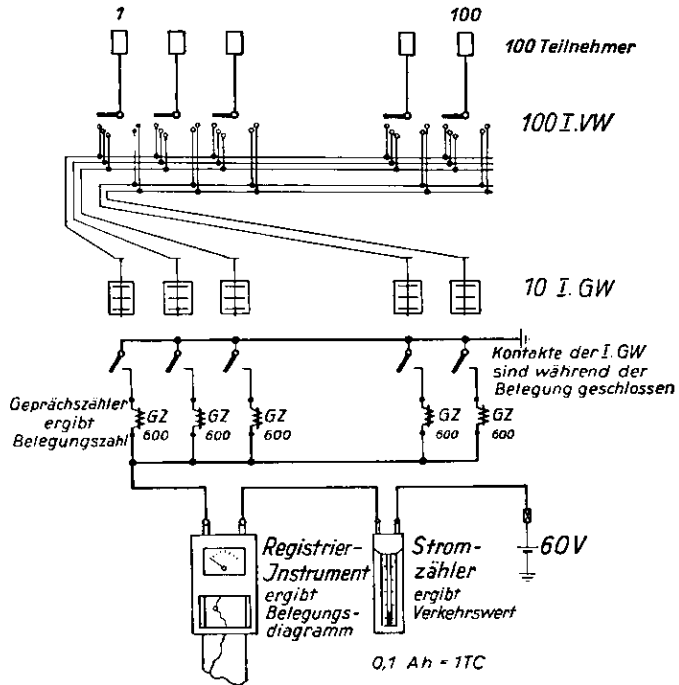


Abb. 6. Messung des Verkehrs von 100 Teilnehmern, denen zehn I.G.W. fest zugeordnet sind.

5% Verlust. Es empfiehlt sich allgemein, die GW mit 1 bis 2⁰/₁₀₀, die LW, Vorwahlgänge und Verbindungsleitungen mit 1%, besonders wertvolle Leitungen mit 5% Verlust zu berechnen.

Die Messungen und Berechnungen haben ergeben, daß die Leistung jedes Wählers oder jeder Leitung in einem Bündel abhängig von der Wählerzahl selbst ist. Je größer die Wählerzahl, um so größer ist die Leistung. In Abb. 5 zeigt die Kurve *a* die Leistung jeder Leitung abhängig von der Leitungszahl je Bündel in min bei einem Verlust von 1⁰/₁₀₀ an. Bei 10 Leitungen je Bündel ist die Leistung je Leitung 20 min, bei 100 Leitungen 45 min. Über

100 Leitungen nimmt die Leistung nur noch sehr wenig zu, so daß die praktische Grenze der Zunahme bei etwa 100 Leitungen liegt. Man erhält daher praktisch die beste Leistung, wenn man 100er-Bündel bildet. Ein derartiges Bündel ist auch ein vollkommenes Bündel, weil hierfür die früher angegebene Erklärung voll und ganz zutrifft im Gegensatz zu anderen Bündeln, wo dies nicht der Fall ist. Abgeleitet wurde Kurve *a* aus einer großen Summe von Messungen des Verkehrs vollkommener Bündel in der Hauptverkehrsstunde. Zu diesem Zwecke wurde von allen Wählern des zu messenden Bündels ein individueller Stromkreis gebildet, der über einen individuellen Gesprächszähler zu einem gemeinsamen, registrierenden Strommesser geführt wurde (Abb. 6). Der Stromkreis wurde während der Belegung des Wählers geschlossen, so daß der Strom im Instrument proportional der belegten Wählerzahl war. Das Instrument lieferte ein Diagramm, aus dem die Hauptverkehrsstunde, die höchste gleichzeitig belegte Wählerzahl und der Verkehrswert des gesamten Bündels durch Planimetrieren der Fläche abgeleitet werden konnten (Abb. 7). Die Hauptverkehrsstunde ist zu definieren als größte Summe von 60 hintereinanderliegenden Wählerminuten. Die Gesprächszähler lieferten noch die Zahl der Belegungen, die sich aber auch aus dem Diagramm ableiten läßt. Viele derartig gemessene Hauptverkehrsstunden wurden als Meßpunkte in ein Koordinatensystem eingetragen, auf dessen Abszisse die Zahl der Wähler, auf dessen Ordinate die Leistung des gesamten Bündels aufgetragen wurden. Aus den vielen Meßpunkten wurde eine Kurve derart abgeleitet, daß, wenn die Wählerzahl nach dieser Kurve begrenzt würde, ein mittlerer Verlust für die beobachteten Stunden von 1 $\frac{0}{100}$ entstehen würde. Abb. 8 zeigt einen Teil dieser Punkte mit der abgeleiteten Kurve für kleine, Abb. 9 für große Bündel. Auf diese Weise lassen sich auch Kurven für große Verluste ableiten. Die ermittelten Kurven wurden dann in der Praxis auf ihre Richtigkeit geprüft, indem bei einem bestimmten Verkehr die tatsächlich aufgetretenen Verluste beobachtet wurden.

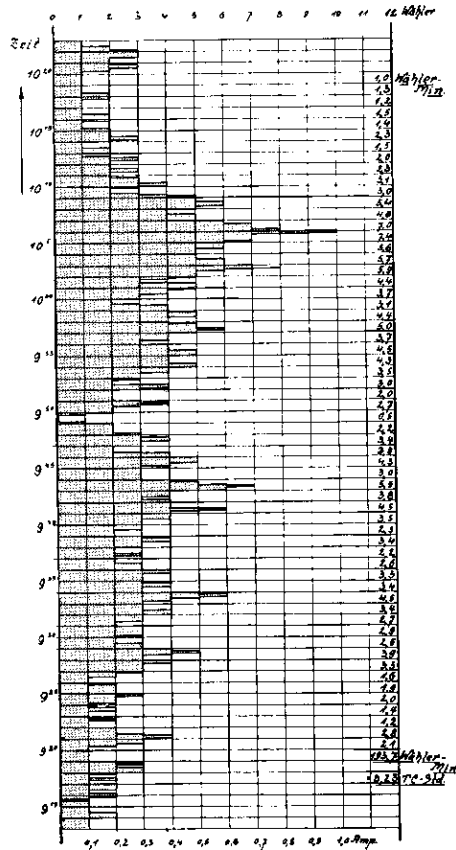


Abb. 7. Belegungsdiagramm der zehn L. GW einer Hundertergruppe.

Nach der Kurve *a* in Abb. 5 müßten die Wähler, die eine freie Leitung aus einem Bündel herausuchen, 100 Kontakte je Verkehrsrichtung erhalten. Das würde aber einen sehr großen Aufwand bedeuten. Die Wähler würden in der Anschaffung sehr teuer und die Quote für Abschreibung und Ver-

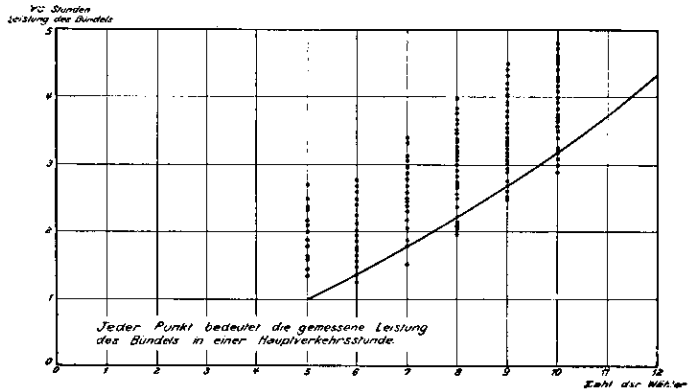


Abb. 8. Ableitung der Leistungskurve für 1⁰/₁₀₀ Verlust.

zinsung würde wieder groß werden. Was daher durch Anwendung großer Bündel an Wählerzahl gewonnen würde, ginge bei den Kosten für die Wähler selbst wieder verloren. Aus wirtschaftlichen Gründen verwendet man im Siemens-System nur kleine Wähler mit 10 Kontakten je Richtung und kann

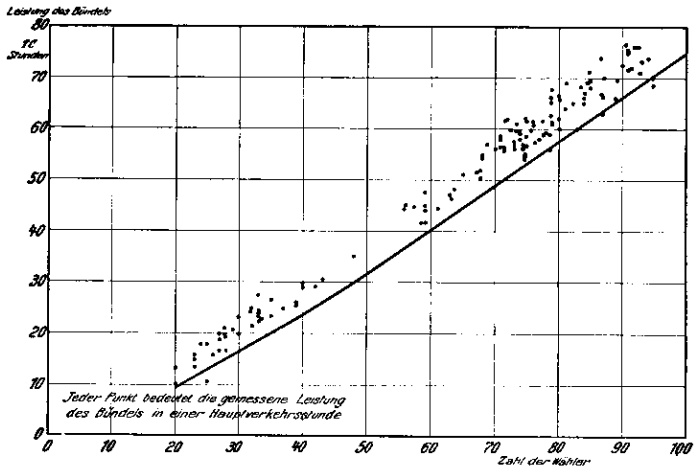


Abb. 9. Ableitung der Leistungskurve für 1⁰/₁₀ Verlust.

damit zunächst nur 10er-Bündel bilden, in denen jede Leitung nur eine Leistung von 20 min und weniger hat. Es fragt sich nun, was diese Gruppen-
teilung für einen Einfluß hat und wie sich bei dieser Anordnung die Wählerleistung mit einfachen Mitteln steigern läßt.

Gruppenteilung.

Die Leitungen eines 10er-Bündels leisten in der Hauptstunde zusammen $10 \cdot 20 = 200$ min. Die Leitungen eines zweiten 10er-Bündels leisten natürlich ebenfalls 200 min. Die Hauptstunden dieser beiden Bündel, wo jedes einen Verkehr von 200 min führt, fallen nun nach vielen Beobachtungen nicht in dieselbe Zeit, sondern in ganz verschiedene Zeiten. Wird nun die Hauptstunde gesucht, wo beide Bündel zusammen den größten Verkehr aufweisen, so beträgt der Summenverkehr nicht 400, sondern nur etwa 380 min, wie durch Messungen und Rechnung vielfach festgestellt wurde, d. h. die mittlere Leistung jeder Leitung in zwei 10er-Bündeln beträgt $380:20 = 19$ min. Die Leistung ist also gesunken.

Verkehr von 10 Hundertergruppen										
	I. Gr.	II. Gr.	III. Gr.	IV. Gr.	V. Gr.	VI. Gr.	VII. Gr.	VIII. Gr.	IX. Gr.	X. Gr.
1. Hauptverkehrsstunde	1,44	2,36	2,73	2,93	3,30	1,91	3,14	3,26	2,49	3,80
2. „	2,90	2,80	3,52	3,17	2,33	2,65	2,87	2,65	2,15	2,40
3. „	3,64	3,10	3,93	3,49	3,16	2,33	3,21	3,04	2,30	3,26
4. „	2,30	3,54	2,90	4,09	3,80	3,30	2,68	3,82	2,71	2,88
5. „	1,98	3,04	3,68	2,96	2,82	2,06	3,73	2,36	2,68	2,74
6. „	1,91	2,39	3,15	2,07	2,93	2,31	3,76	2,79	3,35	2,53
7. „	2,02	3,66	4,08	2,90	2,51	2,52	3,50	3,44	3,66	3,24
8. „	2,01	2,70	3,55	2,23	2,10	2,15	3,22	2,47	2,91	2,64
Mittelwert	2,39	2,95	3,44	3,09	2,87	2,40	3,26	3,05	2,78	2,94
Gesamtmittelwert 2,92										
Der Rechnung zugrunde gelegt $2,92 + \text{Gruppenzuschlag} = 3,65 \text{ TC}$										

Tabelle 2.

Wie groß die Schwankungen in den einzelnen Hundertergruppen zu verschiedenen Zeiten sind, zeigt Tabelle 2, in der die Verkehrswerte von 10 Hundertergruppen in 8 Hauptverkehrsstunden angegeben sind. Diese scheinbar regellosen Schwankungen folgen trotzdem bestimmten Gesetzen, denn wenn die Verkehrswerte von vielen Hauptverkehrsstunden einer Hundertergruppe nach ihrer Größe geordnet werden, so erhält man eine regelrechte Fehlerkurve. Abb. 10 zeigt eine derartige Kurve, die von nur 50 Hauptverkehrsstunden gebildet wurde. Wie können nun die Schwankungen der verschiedenen Hundertergruppen in der Rechnung erfaßt werden?

Betrachtet man nun zehn 10er-Bündel, so ist die gemessene Summenleistung in der Hauptstunde 1500 min, daher die Leistung jeder Leitung nur noch $1500:100 = 15$ min. Die mittlere Leistung jeder Leitung sinkt, wenn man die Hauptstunde aller Bündel nimmt, von 20 auf 15 min. Die Ursache liegt, wie schon angegeben, in der verschiedenen Lage der Hauptverkehrsstunde jedes einzelnen Bündels. In Abb. 5 zeigt Kurve *d* das Sinken der

Leistung in 10er-Bündeln mit zunehmender Leitungszahl an. Demnach würde man in einem großen Amte mit zehnteiligen Wählern, wo in vielen Gruppen etwa zehn oder mehr 10er-Bündel vorhanden sind, im allgemeinen nur mit einer mittleren Leistung von 15 min rechnen können. Was hier für

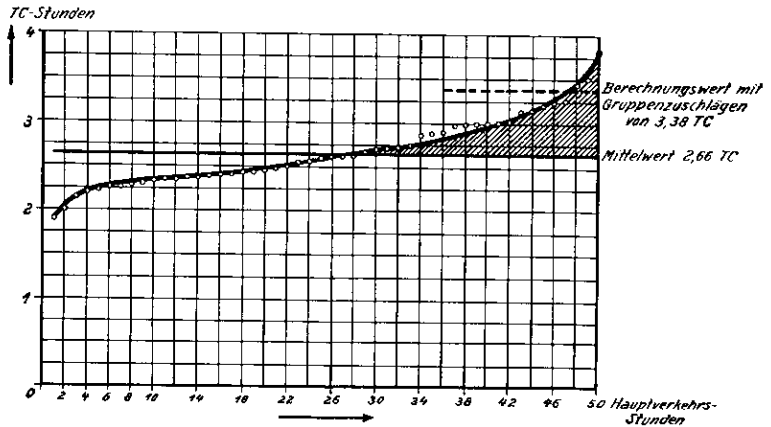


Abb. 10. Gemessener Verkehr einer Hundertergruppe in 50 Hauptverkehrsstunden.

10er-Bündel gesagt ist, gilt natürlich auch für andere Bündel. Kurve *b* zeigt die Abnahme der mittleren Leistung bei 20er-Bündeln.

Um nun diese Erkenntnis in der Praxis anzuwenden, müßte mit einer verschiedenen Leistung der 10er-Bündel in den einzelnen Gruppen gerechnet werden. Da dieses Verfahren etwas umständlich ist, hat man einen anderen Weg, der bequemer erscheint, eingeschlagen. Es wird nämlich dasselbe erreicht, ob mit einer kleineren Leistung oder mit einem vergrößerten Verkehrswert *TC* gerechnet wird. In der Praxis schlägt man zu dem errechneten *TC*-Wert einen Schwankungsbetrag, der abhängig von der Unterteilung und der Größe des Verkehrswertes ist, hinzu. Ist der Verkehr klein und wird er stark unterteilt, so ist der Zuschlag groß. Ist der Verkehr groß bei kleiner Unterteilung, so ist der Zuschlag klein. In Abb. 11 ist der Zuschlag zum Verkehrswert, abhängig von der Größe und der Unterteilung, in 2, 5 oder 10 Teilen angegeben. Man ersieht daraus, daß bei einer Unterteilung in zehn gleiche Gruppen und bei 4 *TC* je Untergruppe ein Zuschlag nach Kurve *a* von 20% erforderlich ist, so daß der Teilverkehr $4 \cdot 1,2 = 4,8$ *TC* beträgt.

Auch wenn sich der Verkehr in sehr ungleiche Teile spaltet, z. B. 10% in der einen und 90% in einer anderen Richtung, ist ebenfalls ein Zuschlag zu machen, und zwar richtet sich die Wahl der Zuschlagskurve nach der Zahl der Teile 2, 5 oder 10, in die man sich den Summenverkehr zerlegt denken kann. Fällt die Zahl der Teile außerhalb der durch die Kurven erfaßten Unterteilung, z. B. 8 Teile, so ist eine Interpolation zulässig.

Wie bei Verkehrsteilung ein Zuschlag zu dem Teilverkehr notwendig ist, ist beim Verkehrszusammenfluß natürlich ein Abzug vom Summenverkehr

nach den gleichen Kurven erforderlich. Fließen z. B. 10 Teile mit je einem Durchschnittsverkehr von 2 TC zusammen, so ist der Summenverkehr nicht $10 \cdot 2 = 20$ TC, sondern es sind nach Kurve a 30% abzuziehen, so daß der tatsächliche Verkehr $10 \cdot 2 \cdot 0,7 = 14$ TC beträgt.

Bei der Anwendung der Gruppenschläge ist vorausgesetzt, daß der zugrunde gelegte zulässige Verlust in keiner Untergruppe überschritten wird. Rechnet man ohne Gruppenschläge, dann ist der Verlust in den Untergruppen bedeutend größer. Legt man z. B. der Rechnung die Kurven für $10/100$ zugrunde, so treten in einzelnen Untergruppen bis $50/100$ Verluste auf. Die Summe aller Verluste in den Untergruppen zusammen, berechnet auf den Gesamtverkehr, beträgt aber doch nur etwa $10/100$. Wenn z. B. zu einer 100er-Gruppe 30 TC-Stunden fließen, und man berechnet die Wählerzahl in einer 10er-Gruppe ohne Zuschlag mit $\frac{30}{10} = 3$ TC, so entstehen in einzelnen 10er-Gruppen größere als die zugrunde gelegten Verluste. Die Verluste auf alle Gruppen bezogen, ergeben aber den zugrunde gelegten Verlust. Rechnet man aber mit Gruppenschlag

$$\frac{30}{10} \cdot 1,24 = 3,7 \text{ TC}$$

so entsteht in keiner 10er-Gruppe ein größerer als der zugrunde gelegte Verlust. Der Gesamtverlust auf die Gesamtgruppen bezogen ist aber kleiner als dieser. Ist man mit der Betriebsgüte zufrieden, die man erhält, wenn man die Verluste nicht auf jede einzelne Gruppe, sondern die Summe aller Verluste auf den Gesamtverkehr der Gruppe bezieht, so kann die Rechnung ohne Berücksichtigung der Gruppeneinflüsse durchgeführt werden.

Dasselbe gilt dann sinngemäß auch für die Berechnung der Vorwahlstufe.

Die aus den Kurven sich ergebende geringe Leistung in den 10er-Bündeln war nun Veranlassung, Mittel zu ersinnen, die Wählerleistung zu steigern, ohne daß die Zahl der Wählerkontakte vergrößert zu werden brauchte.

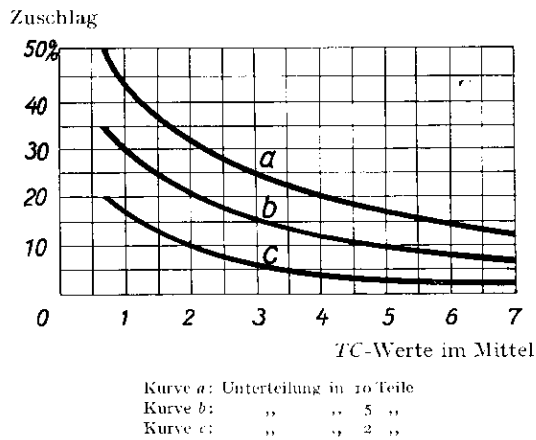


Abb. 11. Verkehrs-Zuschlagskurven.

Leistung unvollkommener Bündel.

In den ersten selbsttätigen Anlagen wurden die Kontakte der Wähler durch eine einfache Vielfachschaltung untereinander verbunden. Da die Wähler zur Auswahl einer freien Leitung 10 Kontakte pro Richtung hatten,

mußte der Verkehr durch reine 10er-Bündel bewältigt werden. Eine derartige Vielschaltung ist in Abb. 12 dargestellt. 10 Wähler sind immer zu einem Rahmen zusammengefaßt, und die Kontakte dieser 10 Wähler sind in einfacher Weise vielfachgeschaltet. Die Wählerkontakte von drei derartigen Rahmen sind nach Abb. 12 ebenfalls vielfachgeschaltet, und diese 10 Leitungen verlaufen als 10er-Bündel zu den Wählern der nächsten Wählstufe. Die Wähler- oder Leitungsausnutzung beträgt in der Hauptverkehrsstunde bei 100% Verlust, wenn jedes Bündel für sich betrachtet wird, etwa 20 min, d. h. jeder Wähler ist im Mittel 20 min in Betrieb, oder er wird mit 33% der Zeit

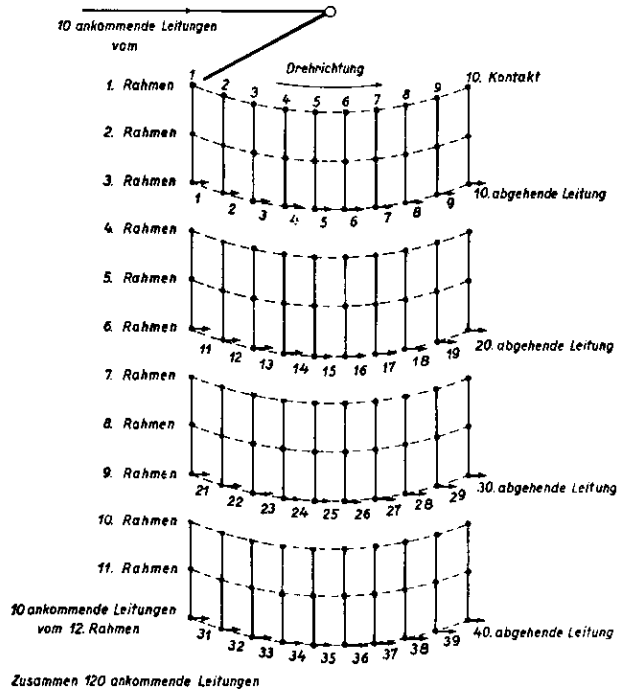


Abb. 12. Einfache Vielschaltung.

ausgenutzt. Da aber in Abb. 12 vier derartige Gruppen von 10er-Bündeln vorhanden sind und in derselben Hauptverkehrsstunde nicht jedes dieser Bündel den gleich großen Verkehr aufweist, sondern der höchstzulässige Verkehr für jedes Bündel zu einer anderen Tageszeit auftritt, sinkt die mittlere Ausnutzung der nachfolgenden Wähler etwas, wenn man die mittlere Ausnutzung nicht auf ein 10er-Bündel, sondern auf die ganze Gruppe bezieht. Es beträgt in dem Bilde bei den vier 10er-Bündeln die mittlere Leistung jedes Wählers etwa 18 min oder die Ausnutzung 30% der Zeit. Je mehr derartige 10er-Bündel für eine Richtung vorhanden sind, um so mehr sinkt die mittlere Leistung jedes Wählers, wenn diese auf die ganzen vorhandenen

Wähler bezogen wird. Bei zehn 10er-Bündeln z. B. beträgt die mittlere Leistung 15 min oder die Ausnutzung 25% der Zeit.

Man kann nun die Leistung dadurch steigern, daß man die Kontakte nicht in einfacher Weise vielfachschaltet und reine 10er-Bündel schafft, sondern die Kontakte staffelt, d. h. daß man die ersten Kontakte weniger und dafür die letzten Kontakte nach Abb. 13 häufiger vielfachschaltet. Der Verkehr in den einzelnen Rahmen wird sich dann mehr auf den ersten Kontakten abwickeln, während die letzten Kontakte nur für den Spitzenverkehr in Anspruch genommen werden; dadurch wird ein gewisser Ausgleich des

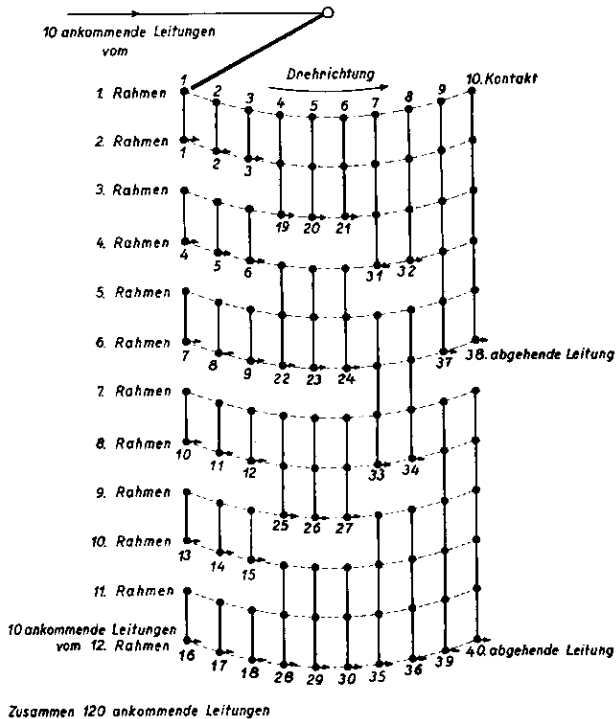


Abb. 13. Stafflung.

Verkehrs in den 10er-Bündeln geschaffen. Man erhält dann keine reinen 10er-Bündel mehr, sondern eine große Gruppe mit vielen Leitungen, in denen sich allerdings nicht alle Leitungen gegenseitig aushelfen können. Eine derartige Gruppe nennt man ein unvollkommenes Bündel im Gegensatz zu einem vollkommenen Bündel, bei dem sich alle Leitungen gegenseitig aushelfen können.

In Abb. 14 ist eine derartige Stafflung, die in der Praxis eingeschaltet war, gezeichnet, und die Meßergebnisse sind in Abhängigkeit von den beobachteten Verlusten daneben eingezeichnet. Auf der Ordinate ist die mittlere Stundenleistung jedes Wählers, auf der Abszisse sind die beobachteten

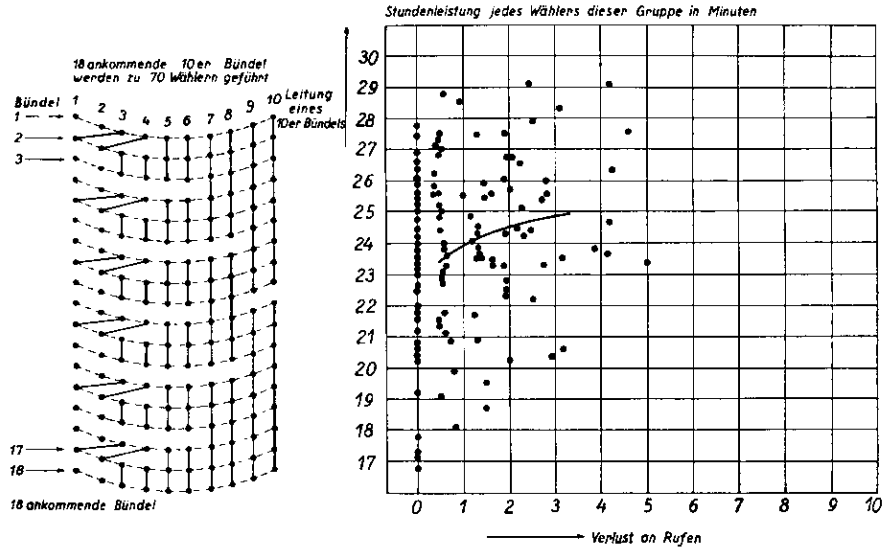


Abb. 14. Stundenleistung der Wähler einer Gruppe in nebenstehender Verteilerschaltung mit reiner Staffellung.

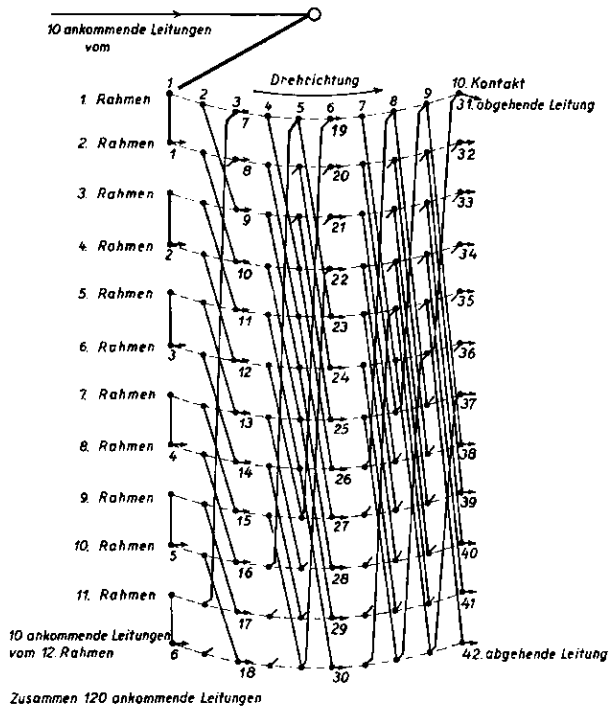


Abb. 15. Mischung und Staffellung.

Verluste an Rufen aufgetragen. Jeder eingezeichnete Punkt bedeutet die gemessene mittlere Leistung jedes Wählers einer Hauptverkehrsstunde mit den dabei aufgetretenen Verlusten. Die eingezeichnete Kurve, die als Mittel-
linie errechnet ist, gibt die Wählerleistung bei dieser Staffelung an. Es ist zu ersehen, daß in einem derartigen unvollkommenen Bündel die mittlere Leistung bei 10/100 Verlust 24 min beträgt, während bei reiner 10er-Bündelung die mittlere Leistung 16 min betragen würde. Durch die Einführung dieser Staffelung ist also die mittlere Leistung um 50% gesteigert worden. Für diese Steigerung ist kein Kapital aufzuwenden, im Gegenteil, es wird Kapital frei, weil 33% der Wähler der nachfolgenden Stufe gespart werden. Die Einführung einer derartigen Staffelung hat daher einen guten Erfolg gehabt.

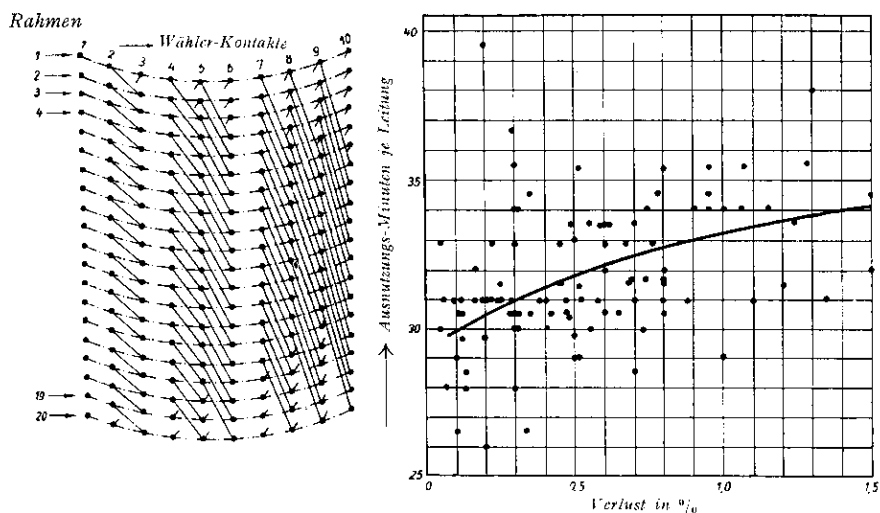


Abb. 16. Stundenleistung der Wähler einer Gruppe in nebenstehender Misch- und Staffelschaltung.

Es ist nun versucht worden, die Leistung der Wähler noch weiter zu steigern. Die Betrachtung der Schaltung nach Abb. 13 zeigt, daß sich der Verkehr der oberen Rahmen 1, 2 mit dem Verkehr der unteren Rahmen 11, 12 nicht ausgleichen kann, andererseits sind zwei benachbarte Rahmen, z. B. Rahmen 1 und 2, mit allen Kontakten vielfachgeschaltet, so daß sich diese beiden Rahmen gegenseitig stark beeinflussen. Führt man nun die Staffelung in der Weise durch, daß sich die Vielfachschaltung der Kontakte mit jedem Wählerschritt nach Abb. 15 ändert, so daß immer die Kontakte anderer Rahmen vielfachgeschaltet werden, so erreicht man dadurch einen besseren Verkehrsausgleich aller Rahmen untereinander.

In Abb. 16 sind die Meßergebnisse einer derartigen Staffel- und Mischschaltung in derselben Weise wie früher aufgetragen. Aus den Meßergebnissen ersieht man, daß in der Hauptverkehrsstunde bei 10/100 Verlust die mittlere Leistung jedes Wählers 30 min beträgt. Gegenüber reinen 10er-

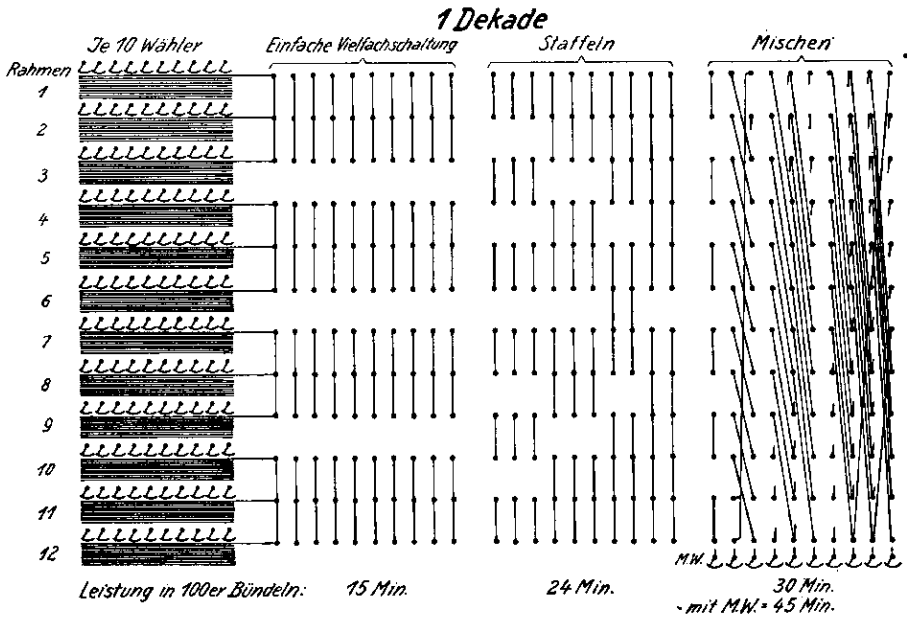


Abb. 17. Mischen und Staffeln.

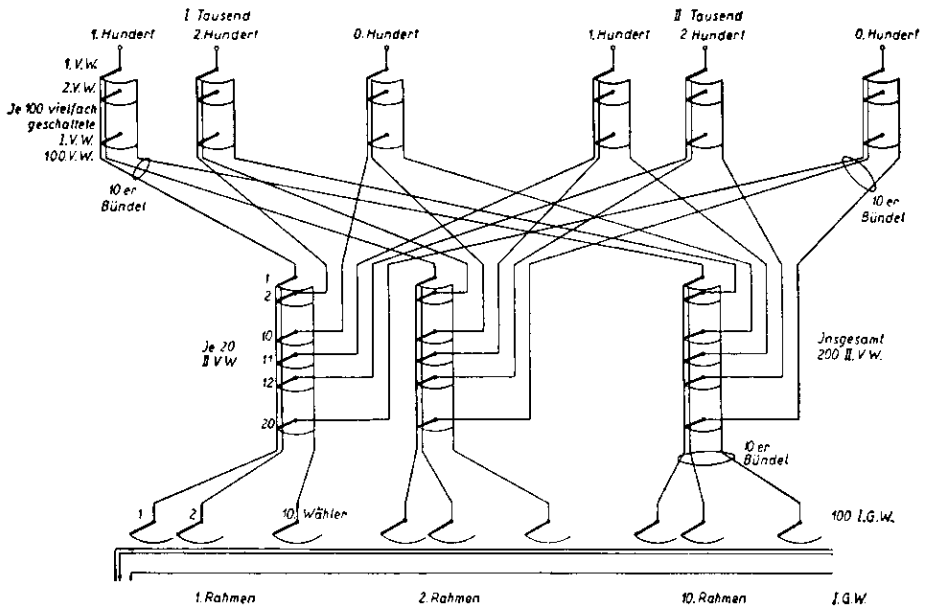


Abb. 18. Verbindungsschema einer mit 11. VW ausgerüsteten 2000er-Gruppe.

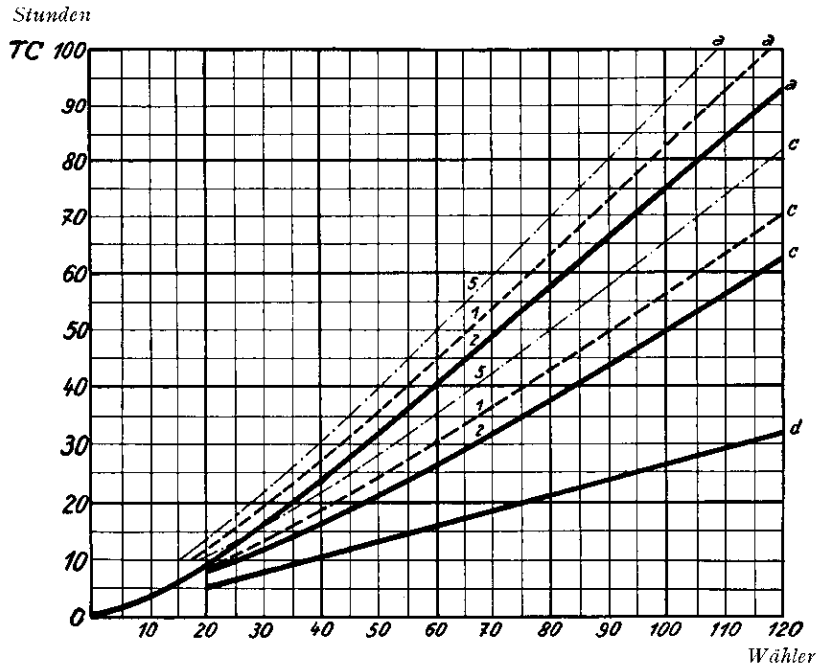
Bündeln mit einer Leistung von 15 min in großen Anlagen wäre das eine Verbesserung um 100%.

In Abb. 17 sind nochmals die verschiedenen Arten der Vielfachsaltung der Wählerkontakte anschaulich gegenübergestellt und ist die mit jeder Schaltung erzielte Ausnutzung angegeben. In der Praxis wird Mischen und Staffeln und werden Mischwähler, die noch behandelt werden, ausschließlich verwendet.

In Abb. 5, Kurve *c*, ist die Ausnutzung der Leitungen angegeben, wenn 10er-Bündel gut gestaffelt und gemischt werden. Eine derartige Zusammenschaltung von 10er-Bündeln bezeichnet man als Misch- und Staffelschaltung und die Gesamtzahl der Leitungen als unvollkommenes Bündel, weil sich nicht alle Leitungen gegenseitig aushelfen können. Aus Abb. 5 ersieht man, daß bei 100 Leitungen die mittlere Leistung durch Einführung der Misch- und Staffelschaltung von 15 auf 30 min gestiegen ist. Demnach ergibt sich eine Steigerung von 100% ohne Aufwendung von Mitteln. Alle diese Kurven in Abb. 5 gelten für einen Verlust von 1 auf 1000.

Eine andere Art der Leistungsvergrößerungen von 10er-Bündeln besteht darin, kleine 10teilige Mischwähler so zu verwenden, daß jede Leitung eines 10er-Bündels durch den Mischwähler zehn nachfolgende Wähler erreichen kann. Diese Schaltung, Abb. 18, wirkt dann etwa so, als wenn der vorhergehende Wähler 100 Kontakte je Richtung hätte. Es ist also ein großes vollkommenes Bündel entstanden, dessen Leitungen eine Leistung nach Kurve *a* (Abb. 5) haben. Dabei ist aber darauf zu achten, daß die Verteilung des Verkehrs über die Mischwähler zweckmäßig erfolgt, damit die sogenannte rückwärtige Sperrung ohne großen Einfluß ist. Unter rückwärtiger Sperrung versteht man die Sperrung von Ausgängen der Vorwähler durch Besetztsein sämtlicher durch die Mischwähler erreichbaren Gruppenwähler. Bei unzweckmäßiger Verteilung kann die rückwärtige Sperrung einen großen Einfluß haben, während sie bei richtiger Verteilung des Verkehrs praktisch zu vernachlässigen ist, was später noch gezeigt werden wird.

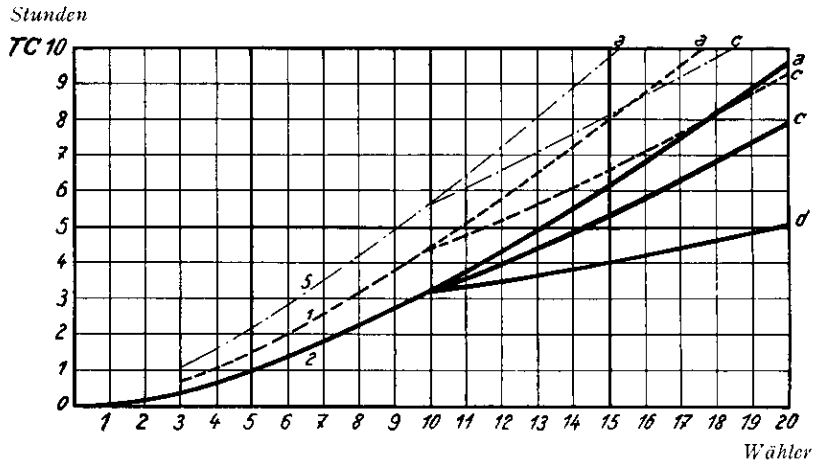
Es ist nun nicht einmal nötig, alle abgehenden Leitungen über Mischwähler zu führen, sondern es genügt, wenn die ersten Leitungen direkt und nur die letzten Leitungen über Mischwähler verlaufen. Man kann z. B. die fünf ersten Leitungen direkt zu den Wählern der nächsten Stufe führen, während nur die letzten fünf Leitungen über Mischwähler gehen, deren Kontakte mit den Wählern verbunden sind, die schon über die direkten Leitungen erreicht werden. Bei dieser Anordnung gehen mehr als $\frac{3}{4}$ des Verkehrs über die direkten Leitungen, während der Rest über die Ausgleichmischwähler verläuft, die die Verbindungen auf die freien Wähler einstreuen. Die Ausnutzung wird hierbei gegenüber der früheren Anordnung, wo der gesamte Verkehr über die Mischwähler verläuft, zwar etwas herabgesetzt, weil nicht mehr 100, sondern in dem Beispiel nur noch 55 Wähler erreicht werden, doch kann man diese Erscheinung dadurch beseitigen, daß man die Mischwähler mit mehr als 10, z. B. 15 Kontakten ausrüstet und den Prozentsatz der Mischwähler etwas größer als den Prozentsatz der I. GW wählt. Es



Kurven a: Vollkommene Leitungsbündel (nur wenn II.VW oder Mischwähler vorhanden).
 Kurven c: Unvollkommene Leitungsbündel (nur bei guter Mischung und Staffellung).
 Kurve d: Reine 10er-Bündel, ungestaffelt und ungemischt.

Kurve 1 gilt für einen Verlust von 10%. Kurve 2 gilt für einen Verlust von 10%₀₀.
 Kurve 3 gilt für einen Verlust von 5%.
 Kurve 4 gilt für einen Verlust von 5%.

Abb. 19. Kurven für die Bestimmung der Wähler aus den TC-Werten.



Kurven a: Vollkommene Leitungsbündel (nur wenn II.VW oder Mischwähler vorhanden).
 Kurven c: Unvollkommene Leitungsbündel (nur bei guter Mischung und Staffellung).
 Kurve d: Reine 10er-Bündel, ungestaffelt und ungemischt.

Kurve 1 gilt für einen Verlust von 10%. Kurve 2 gilt für einen Verlust von 10%₀₀.
 Kurve 3 gilt für einen Verlust von 5%.
 Kurve 4 gilt für einen Verlust von 5%.

Abb. 20. Kurven für die Bestimmung der Wähler aus den TC-Werten.

muß nur dafür gesorgt werden, daß auch stets 100 nachfolgende Wähler erreicht werden, also 100er-Bündel bestehen bleiben.

Um nun die Leistungskurven von Abb. 5 für die Wählerberechnung bequemer verwenden zu können, sind sie so umgewertet worden, daß die Ordinate nicht mehr die Leistung jeder Leitung, sondern die Leistung aller Leitungen des Bündels angibt. In Abb. 19 sind diese Kurven gezeigt; sie gestatten eine direkte Ablesung der erforderlichen Leitungs- oder Wählerzahl aus dem errechneten Verkehrswert. Kurven *a* gelten entsprechend Abb. 5 für vollkommene Bündel, Kurven *c* für unvollkommene Bündel, gebildet aus 10er-Bündeln, gestaffelt und gemischt, Kurve *d* für reine 10er-Bündel. Der untere Teil der Kurven *a* und *c* ist zum genaueren Bestimmen der Wählerzahlen kleiner *TC*-Werte in Abb. 20 vergrößert herausgezeichnet. Die stark ausgezogenen Kurven geben die Wählerzahl für einen Verlust von 1 auf 1000 an, während die gestrichelten Kurven die Wählerzahl für einen Verlust von 1 auf 100, die punkt-gestrichelten Kurven die Wählerzahl für einen Verlust von 5 auf 100 angeben. Die Wählerzahlen für abweichende Verluste können mit genügender Genauigkeit durch Interpolation gefunden werden.

Verkehrsabstufungen.

Mit den Kurven nach Abb. 5, 11, 19 und 20 wäre nun die Möglichkeit gegeben, die Wählerzahl eines Amtes richtig zu ermitteln, wenn der genaue Verkehr jeder Gruppe bekannt wäre. Hierin liegt aber eine große Schwierigkeit, die nicht zu unterschätzen ist. Soll der Verkehrswert der verschiedenen Gruppen und Wählerstufen aus den gewöhnlichen Angaben, Belegungszahl und mittlere Belegungsdauer in der Hauptstunde, berechnet werden, so ist dazu eine genaue Kenntnis der Eigenarten des telephonischen Verkehrs notwendig. Ist für die Hauptverkehrsstunde der Verkehrswert einer Gruppe bekannt, so ist dieser Wert durchaus nicht auf alle Wählerstufen zu übertragen, weil er sich mit jeder Wählerstufe ändert. Während die I. GW den größten Verkehrswert haben, nimmt dieser nach den LW hin ab. Der Verkehrswert der II. GW ist demnach kleiner als der der I. GW, der Verkehrswert der LW kleiner als der der II. GW. Diese zunächst scheinbar geringfügigen Unterschiede sind aber teilweise ganz erheblich und dürfen bei der Berechnung nicht vernachlässigt werden. Eine nähere Betrachtung der Gründe wird dies bestätigen.

- I. Nimmt ein Teilnehmer seinen Hörer ab, so belegt er sofort einen I. GW. Häufig suchen die Teilnehmer erst dann die Nummer des verlangten Teilnehmers im Verzeichnis auf. Wird die mittlere Wartezeit bis zum ersten Scheibenziehen zu etwa 7 s angenommen, so macht diese Wartezeit allein, da die mittlere Belegungszeit gewöhnlich 90 s beträgt, 7,7% der Belegungszeit aus.
- II. Beim Herstellen der Verbindung werden die II. und III. GW sowie die LW nacheinander eingestellt. Diese infolge der Einstellung längere Belegungszeit macht je Stufe etwa 2,5% der Belegungszeit aus.

III. In der Hauptverkehrsstunde werden etwa 25% der Belegungen als „besetzt“ gemeldet. Wenn der Teilnehmer das Besetztzeichen vom I. GW erhält und dann etwa 7 s wartet, so macht diese Zeit, auf die Gesamtbelegungsdauer bezogen, etwa 2% aus, weil es sich nur um 25% der Belegungen handelt.

IV. Gewöhnlich benutzen bis zu 15% aller Belegungen nur die I. GW. Das sind Rufe zur Auskunft, Störungs- und Fernamtsmeldestelle sowie Leitungstörungen und Handhabungsfehler der Teilnehmer.

Aus dieser Überlegung ersieht man, daß der Verkehrswert der I. GW etwa 25% größer als der der nachfolgenden Wähler sein kann. Bei der Berechnung dürfen daher diese Eigenarten, die bei den verschiedenen Ämtern sehr verschieden sein können, nicht vernachlässigt werden.

Wird der Fernverkehr über die Wähler des Ortsverkehrs geleitet, so tritt dadurch eine Vergrößerung des Verkehrswertes gewisser Wählerstufen, gewöhnlich der II. und III. GW sowie der LW ein, die sehr beachtet werden muß, weil mitunter der Fernverkehr einen erheblichen Betrag des Ortsverkehrs ausmacht.

Wie sich der Verkehrswert in den einzelnen Wählerstufen eines Vollamtes verteilt und verändert, darüber gibt Abb. 21 einen gewissen Anhalt.

Bevor nun auf die eigentliche Wählerberechnung eingegangen wird, soll erst noch die Gruppierung der Wähler eines Siemens-Systems kurz gezeigt

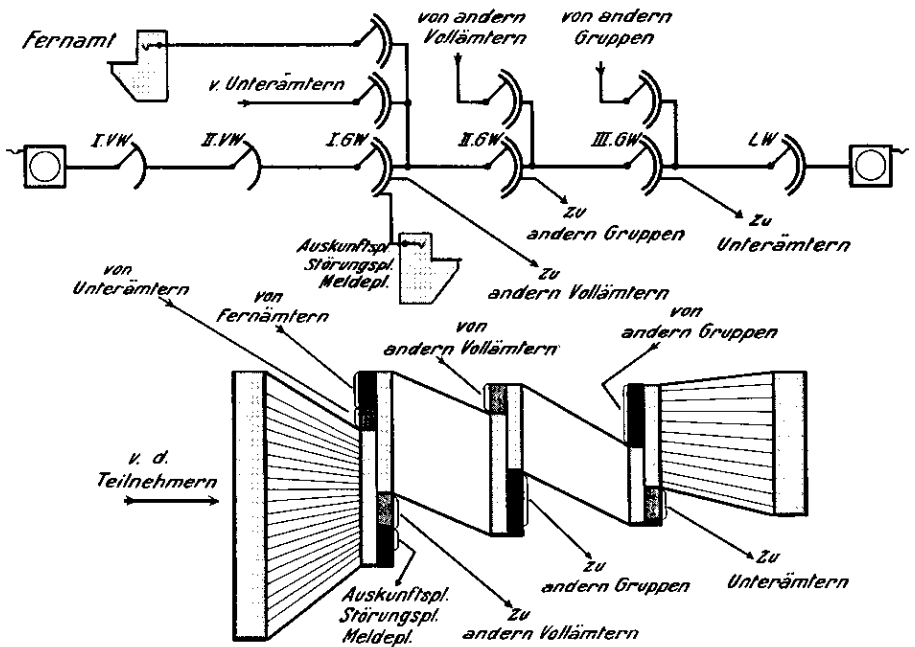


Abb. 21. Verteilung der Verkehrswerte auf die Wählerstufen eines Vollamtes.

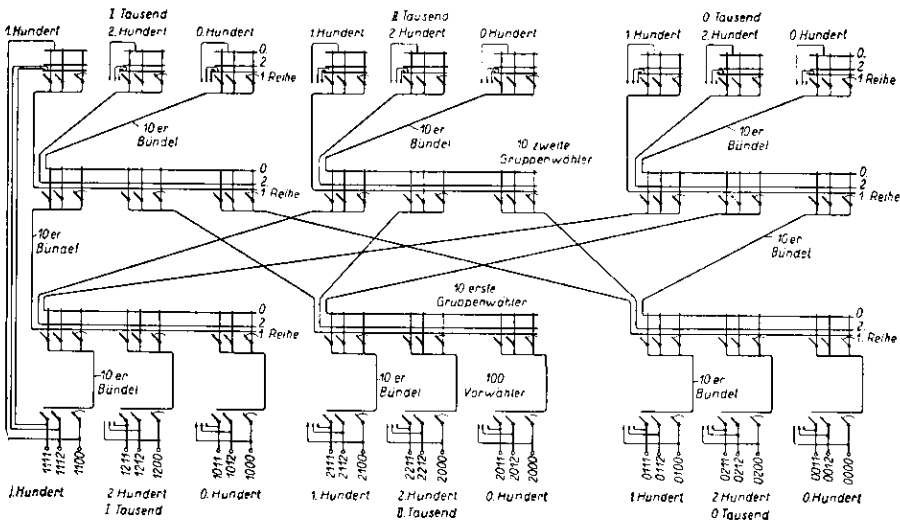


Abb. 22. Gruppenverbindungsschema eines 10000er-Systems (reine 10er-Bündelung).

werden. Die Vorwahl besteht aus I. und II. VW, die nach Abb. 18 gruppiert sind. Jeder Teilnehmer kann 100 verschiedene I.GW erreichen, so daß hier ein großes vollkommenes Bündel vorhanden ist.

Die I. GW haben bekanntlich 10 Dekaden mit 10 Kontakten in jeder Dekade. An diese sind die Verbindungsleitungen zu den verschiedenen Ämtern oder Gruppen angeschlossen. In den früheren Anlagen wurden die entstehenden 10er-Bündel rein bis zur nächsten Wählerstufe durchgeführt. In modernen Anlagen werden die Bündel untereinander gemischt und gestaffelt, so daß eine gute Ausnutzung erzielt wird. Von den II. GW mit der gleichen Bauart der I. GW führen ebenfalls gemischte und gestaffelte 10er-Bündel zu der nächsten Wählerstufe. Von den III. GW, wenn welche vorhanden, sonst von den II. GW, führen die Leitungen zu den LW.

Sind mehr als 10 LW je Gruppe vorhanden, so werden auch die Bündel von den GW gestaffelt und gemischt. Abb. 22 zeigt die Anordnung mit reinen 10er-Bündeln.

Berechnung von Beispielen.

Die praktische Anwendung der Berechnungskurven unter Berücksichtigung der Zuschläge und Abzüge läßt sich am besten an Hand von durchzurechnenden Beispielen ansehen. Angenommen, es soll die Amtsausrüstung eines 6000er-Amtes im 10000er-Siemens-System mit Vorschalteschrank in der Gruppierung nach Abb. 22, jedoch mit I. und II. VW ohne Sparschaltung und mit Misch- und Staffelschaltung berechnet werden. Als Verkehr seien angegeben: 15 Belegungen je Tag und Teilnehmer, eine mittlere Be-

legungsdauer von $\frac{1}{40}$ h und eine Konzentration von 12% bezogen auf die 100er-Gruppe. Als Betriebsgüte soll ein Verlust von $1\frac{0}{100}$ je Wählerstufe oder Bündel zugelassen werden.

Bevor nun in die eigentliche Rechnung eingetreten wird, müssen stets die angegebenen Verkehrswerte einer kritischen Betrachtung unterzogen werden. In den weitaus meisten Fällen beruhen die Werte auf persönlichen Beobachtungen in Handämtern, sind also, da keine genauen Messungen vorliegen, unter Umständen mit erheblichen Fehlern behaftet. Die Werte sind daher gegebenenfalls nach den Erfahrungen und unter Berücksichtigung der Beobachtungseigenarten zu korrigieren. Es ist besonders darauf zu achten, daß genau angegeben wird, für welche Gruppengrößen die Konzentration gilt, weil für diese Gruppengröße die angegebenen Verkehrswerte gelten. Da die für unser Beispiel angegebenen Werte den praktischen Erfahrungen entsprechen, können sie ohne jede Korrektur der Rechnung zugrunde gelegt werden.

Zunächst sind natürlich ohne jede Rechnung 6000 I. VW entsprechend der Anschlußzahl erforderlich.

Die Zahl der II. VW wird aus dem Verkehr der 100er-Gruppe bestimmt. Der Verkehr der 100er-Gruppe in der Hauptstunde errechnet sich aus:

$$V_{II, VW} = 100 \cdot C \cdot T \cdot K = 100 \cdot 15 \cdot \frac{1}{40} \cdot 0,12 = 4,5 \text{ TC-Stunden.}$$

Zuschläge sind hierbei nicht zu machen, weil die angegebene Konzentration und damit der Verkehr für die 100er-Gruppe gilt und es sich um Belegungszahlen handelt. Sind Gesprächswerte angegeben, so sind Zuschläge nach den angestellten Überlegungen von 10 bis 20% zu machen. Aus Abb. 20 ist die Wählerzahl für diesen Verkehrswert ohne weiteres nach Kurve *c* als 13 Wähler je 100er-Gruppe zu erschen. Es sind demnach im ganzen $60 \cdot 13 = 780$ II. VW erforderlich.

Es werden 3 große Gruppen von Teilnehmern und I. GW gebildet. Die I. GW einer Gruppe stehen demnach 2000 Teilnehmern zur Verfügung. Der Verkehrswert der I. GW würde also, weil die I. GW auch mit dem gesamten Verkehr der II. VW belastet sind, $20 \cdot 4,5 = 90$ TC-Stunden betragen. Das ist aber insofern nicht richtig, als nicht die Hauptstunden aller 100er-Gruppen, wie schon früher angegeben, zusammenfallen. Aus den Überlegungen über Gruppenteilung, nach der ein Zuschlag erforderlich ist, wenn sich der Verkehr spaltet, ergibt sich dann ein gleicher Abzug, wenn Teilverkehr zusammenfließt. An den I. GW, wo der Verkehr zusammenfließt, ist daher ein Abzug vom TC-Wert nach Abb. 11, Kurve *a*, zu machen. Die Kurve gilt streng zwar nur für eine Spaltung oder einen Zusammenfluß von 10 Teilen, die Zunahme bei weiterer Unterteilung ist aber so klein, daß die Kurve ohne große Fehler auch hierfür genommen werden kann. Nach dieser Kurve ist für 4,5 TC ein Abzug von 18% zulässig. Der tatsächliche Verkehr der I. GW errechnet sich demnach aus:

$$V_{I, GW} = 90 \cdot 0,82 = 73,8 \text{ TC-Stunden.}$$

Da durch die Wirkung der I. und II. VW ein großes vollkommenes Bündel entsteht, wird die erforderliche I. GW-Zahl nach Abb. 19, Kurve *a*, festgestellt. Diese Kurve ergibt für 73,8 TC 98 I. GW. Für das ganze Amt sind demnach $98 \cdot 3 = 294$ I. GW vorzusehen.

Die Leistung der Wähler und die zu benutzende Wählerbestimmungskurve richtet sich stets nach der Kontaktzahl und der Misch- und Staffelschaltung der vorhergehenden Wählerstufe.

Da es sich hier um Belegungszahlen und nicht um Gesprächszahlen handelt und ein großer Teil des Verkehrs nur den I. GW belastet (Dienstgespräche sollen auch in unserem Beispiel vom I. GW abgezweigt werden), so ist der Verkehrswert der II. GW etwa um 20% kleiner als der der I. GW, Da außerdem die II. GW der 1000er-Gruppe zugeteilt sind, errechnet sich der Verkehrswert der II. GW aus:

$$V_{\text{II. GW}} = \frac{73,8 \cdot 0,8}{2} = 29,5 \text{ TC-Stunden.}$$

Von den I. GW gehen 100er-Bündel aus, die aber untereinander gut gestaffelt und gemischt sind. Es gilt daher hier die Kurve *c* (Abb. 19). Nach dieser Kurve sind für 29,5 TC 65 II. GW je 1000er-Gruppe erforderlich; für das ganze Amt demnach $6 \cdot 65 = 390$ II. GW.

Sind III. GW vorhanden, so sind die Rechnung und das Ergebnis von den II. GW nicht sehr verschieden, weil die Verkehrswerte und die Wählerleistung nahezu dieselben sind wie bei den II. GW. Es treten wohl Verkehrsspaltungen an den vorhergehenden Wählern auf, dafür fließt aber auch Verkehr zusammen, so daß sich die Wirkungen aufheben.

Der Verkehrswert der gesamten LW einer 1000er-Gruppe ist durch die spätere Einstellung um etwa 2% kleiner. Der Verkehr der II. GW teilt sich aber in 10 Teile, so daß hier nach den früheren Überlegungen ein Zuschlag zu machen ist. Nach Abb. 11, Kurve *a*, beträgt dieser für 3 TC je 100er-Gruppe etwa 24%. Der Verkehrswert der LW einer 100er-Gruppe errechnet sich daher aus:

$$V_{\text{LW}} = \frac{29,5 \cdot 0,98 \cdot 1,24}{10} = 3,6 \text{ TC-Stunden.}$$

Nach der Kurve Abb. 20 sind demnach je 100er-Gruppe 11 LW erforderlich; für das ganze Amt also $60 \cdot 11 = 660$ LW.

Die Ausrüstung für das 6000er-Amt besteht hiernach aus:

6000	I. VW	=	100	%	der Teilnehmerzahl
780	II. VW	=	13	%	„ „
294	I. GW	=	5	%	„ „
390	II. GW	=	6,5	%	„ „
660	LW	=	11	%	„ „

Ist kein Vorschalteschrank für den Fernverkehr vorhanden, sondern benutzt man im Fernverkehr die Wähler des Ortsverkehrs, so ist der Verkehrswert des Fernverkehrs dem derjenigen Wählerstufen hinzuzufügen, die mit diesem Verkehr belastet werden.

Angenommen, in unserem Beispiel verlaufe der Fernverkehr auch über die Wähler des Ortsamtes, und es seien täglich 4000 Ferngespräche ohne Vorbereitung von $\frac{1}{20}$ h Dauer zu erledigen, bei einer Konzentration von 12%, bezogen auf das ganze Amt, so errechnen sich zunächst die I. FGW, die nur für den Fernverkehr vorgesehen sind, wie folgt:

Da es sich um Gesprächszahlen handelt, ist ein Zuschlag für Unregelmäßigkeiten, Einstellung und Trennung zu machen. Dieser Einfluß ist aber hier, wo Beamtinnen die Verbindungen herstellen, klein, so daß ein Zuschlag von etwa 10% ausreicht. Der Verkehrswert beträgt demnach:

$$V_{I.FGW} = 4000 \cdot \frac{1}{20} \cdot 0,12 \cdot 1,1 = 26,4 \text{ TC-Stunden.}$$

Die Wahl der Wählerbestimmungskurve richtet sich nach der Art, wie die I. FGW von den Fernbeamtinnen erreicht werden. Hat jede Beamtin 10 Klinken zum Ausprüfen, und sind diese mit den Klinken der anderen Plätze gestaffelt und gemischt, so gilt Kurve *c* (Abb. 19). Sind aber Mischwähler hinter den Klinken angeschlossen, so gilt Kurve *a*. Für unser Beispiel soll der erste Fall zugrunde gelegt werden, also ergeben sich für 26,4 TC-Stunden 60 I. FGW.

Auf die II. GW fällt ein etwa 5% kleinerer Verkehr und auf die 1000er-Gruppe der 6. Teil. Hier müßte ein Zuschlag erfolgen. Da aber dieser Verkehr sich mit dem Ortsverkehr mischt und zusammenfließt, ist ein Abzug von etwa der gleichen Größe notwendig. Zuschlag und Abzug heben sich also auf. Der Verkehrswert des Fernverkehrs für jede 1000er-Gruppe beträgt demnach:

$$V_{II.GW} = \frac{26,4 \cdot 0,95}{6} = 4,1 \text{ TC-Stunden.}$$

Der Gesamtverkehr der II. GW ist dann:

$$V_{II.GW} = 29,5 + 4,1 = 33,6 \text{ TC-Stunden.}$$

Dafür sind nach Kurve *c* (Abb. 19) 74 II. GW erforderlich; für das ganze Amt $6 \cdot 74 = 444$ II. GW.

Der Verkehrswert der LW einer 1000er-Gruppe errechnet sich mit einem Zuschlag von 22% wie folgt:

$$V_{LW} = \frac{33,6 \cdot 0,98}{10} \cdot 1,22 = 4 \text{ TC-Stunden.}$$

Nach Abb. 20 sind hierfür 12 LW erforderlich; für das ganze Amt $60 \cdot 12 = 720$ LW. Für diesen Fall wäre demnach die Amtsausrüstung:

6000	I. VW	=	100	%	der Teilnehmerzahl
780	II. VW	=	13	%	„ „
294	I. GW	=	5	%	„ „
60	I. FGW	=	1	%	„ „
444	II. GW	=	7,4	%	„ „
720	LW	=	12	%	„ „

Soll das Amt mit Fernvorbereitung ausgeführt werden, so ist der Verkehrswert, der durch die Vorbereitung verursacht wird, zum Fernverkehr hinzuzufügen. Im übrigen ist der Gang der Rechnung der gleiche. In dieser Weise läßt sich die Amsausrüstung normaler Ämter ermitteln.

Für einen anderen Verkehr kommt man natürlich zu anderen Wählerprozentsätzen. Bei 8 Belegungen je Tag und Teilnehmer unter den sonstigen früheren Bedingungen erhält man ohne Fernverkehr:

$$\begin{aligned} \text{II. VW} &= 8 \text{ \% der Teilnehmerzahl} \\ \text{I. GW} &= 2,9\% \text{ „ „} \\ \text{II. GW} &= 3,8\% \text{ „ „} \\ \text{LW} &= 7 \text{ \% „ „} \end{aligned}$$

Bei 20 Belegungen je Tag und Teilnehmer erhält man ohne Fernverkehr:

$$\begin{aligned} \text{II. VW} &= 16 \text{ \% der Teilnehmerzahl} \\ \text{I. GW} &= 7 \text{ \% „ „} \\ \text{II. GW} &= 8,5\% \text{ „ „} \\ \text{LW} &= 14 \text{ \% „ „} \end{aligned}$$

Werden an Stelle der VW Anrufer, z. B. 50 teilig mit Mischwählern, verwendet, wo also 50 Teilnehmer immer einer Gruppe von AS zugeordnet sind, so errechnet sich die Zahl der AS je Gruppe in dem Beispiel mit 15 Rufnummern wie folgt:

Da je 100er-Gruppe 4,5 TC errechnet worden sind, so kommen auf die 50er-Gruppe $\frac{4,5}{2} = 2,25$ TC, dazu kommt aber ein Zuschlag für Gruppenteilung nach Abb. II, Kurve c, von 8%.

$$V_{AS} = 2,25 \cdot 1,08 = 2,43 \text{ TC.}$$

Dafür sind 8,5 AS je 50er-Gruppe erforderlich, also 17% der Teilnehmerzahl.

Da die AS direkt mit den Mischwählern verbunden sind, so sind ebenso viele Mischwähler wie AS erforderlich. Die Berechnung der anderen Wählerprozentsätze ändert sich durch Verwendung der AS nicht.

Soll die Berechnung ohne Berücksichtigung des Gruppeneinflusses erfolgen, so fallen die Gruppenschläge am LW weg. Der sonstige Gang der Rechnung ist derselbe, wie gezeigt worden ist.

Unter dem Einfluß der verwendeten oder nicht verwendeten Gruppenschläge ist der Wirkungsgrad oder sind die Verluste wie folgt aufzufassen:

Bei Anwendung der Gruppenschläge tritt in keiner Untergruppe ein größerer als der zugrunde gelegte Verlust ein, der Verlust, bezogen auf alle Gruppen, ist daher viel kleiner. Finden die Gruppenschläge keine Anwendung, so tritt der zugrunde gelegte Verlust im Mittel für alle Gruppen ein, in den einzelnen Gruppen sind aber größere Verluste vorhanden, die bis auf den fünffachen Betrag ansteigen können.

Sparmaßnahmen.

Bei den bisher errechneten Wählerzahlen lassen sich nun Ersparnisse durch Einfügung von Mischwählern in den Gruppenwahlstufen erzielen. Auch die II. VW sind bekanntlich derartige Mischwähler, die eine Ersparung von I. GW bringen. Man erhält dann ebenso wie bei den I. GW in den anderen Stufen vollkommene Bündel, und die Bestimmung der Zahl der GW richtet sich daher nach Kurve *a*, Abb. 19. Die Mischwähler in den Gruppenwahlstufen müssen allerdings etwas andere Bedingungen als die II. VW erfüllen, denn es steht keine Zeit für das Aufsuchen einer freien Leitung zur Verfügung. Sie müssen daher schon von vornherein auf einer freien Leitung stehen, sich also vor der Belegung auf eine freie Leitung einstellen. Man bezeichnet sie daher als Mischwähler mit Voreinstellung. Die Zahl der Mischwähler wird bestimmt nach Kurve *c*, Abb. 19, wie früher die Zahl der GW bestimmt worden ist, weil die Felder der vorhergehenden Wählerstufe gemischt und gestaffelt sind.

Man kann aber Ersparnisse an der Zahl der Mischwähler und auch bei den II. VW durch Anwendung von Sparschaltungen machen. Diese Sparmaßnahmen gründen sich auf folgende Überlegungen:

Da die Leitungen von den ersten Kontakten der 10er-Bündel schon sehr hoch ausgenutzt werden, so daß durch die Einfügung von Mischwählern keine besondere Steigerung mehr möglich wird, so kann man die Leitungen von den ersten Kontakten direkt zu den Wählern der nachfolgenden Stufe und nicht erst über Mischwähler führen. Nur die weiteren Kontakte werden über Mischwähler geführt.

Die Zahl der direkten Leitungen und die Zahl der über Mischwähler geführten kann man verschieden wählen. Eine zweckmäßige Methode, die bei einer guten Ersparung von Wählern doch eine genügende Ausnutzung der nachfolgenden Wähler ergibt, ist die folgende:

Die Leitungen der ersten 3 oder 4 Kontakte werden direkt, die Leitungen der restlichen 6 bis 7 Kontakte werden über Mischwähler geführt. Als Zahl der Mischwähler wird die Hälfte der bei guter Mischung und Staffelung erforderlichen Wähler verwendet. Die Mischwähler belegen ebenfalls die von den direkten Leitungen erreichbaren Wähler, suchen daher die noch nicht in Betrieb befindlichen Wähler heraus. Jeder nachfolgende Wähler kann daher sowohl direkt, als auch indirekt über Mischwähler belegt werden. Der größte Teil des Verkehrs geht über die direkten Leitungen zu den nachfolgenden Wählern, während über die Mischwähler nur der Spitzenverkehr geführt wird. Damit nun wieder 10er-Bündel gebildet werden, müssen die Mischwähler 15teilig sein. Abb. 23 zeigt eine derartige Anordnung, aus der zu ersehen ist, wie die Mischwähler in Verbindung mit Misch- und Staffelschaltungen verwendet werden.

Die Einschaltung der Mischwähler und die Anwendung der Sparschaltung soll an Beispielen noch ausführlicher erläutert werden, weil mitunter Mißverständnisse vorgekommen sind.

Der einfachste Fall ist die Verwendung der seit über 20 Jahren eingeführten Mischwähler als II. VW ohne Sparschaltung. Diese Verteilung ist aus Abb. 24 zu ersehen, worin, gegenüber den bisher bekannten Anordnungen gezeigt ist, wie aus einer 100er-Gruppe durch weitere Unterteilung ohne Vermehrung der Vorwähler-Kontakte eine größere Zahl von Leitungen herausgeführt wird und 100 I. GW erreicht werden können. Auch bei diesem einfachsten Fall ist auf die Vermeidung von besonderen Verlusten zu achten.

Es soll z. B. ein Verkehr von 4,5 TC-Stunden je 100er-Gruppe über II. VW auf I. GW verteilt werden. Dafür sind erforderlichlich:

- 13 Ausgänge pro 100er-Gruppe,
- 22 Ausgänge pro 200er-Gruppe,
- 40 Ausgänge pro 400er-Gruppe,
- 200 II. VW und 100 I. GW.

Es werden gemäß Abb. 24 40 Untergruppen zu je 50 Teilnehmer gebildet, dann 10 Untergruppen zu je 20 II. VW, deren vielfachgeschaltete Kontakte direkt zu den I. GW führen. Aus den 100er-Gruppen der I. VW, die nochmals unterteilt sind, um die Zahl der Leitungen aus einer Untergruppe zu vergrößern, führen die Leitungen zu den II. VW, in einer Anordnung, die eine möglichst gleichmäßige Belastung der I. GW ermöglicht. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die I. VW eine Nullstellung haben, während die II. VW diese nicht besitzen. Das bedeutet, die Leitungen von den I. VW sind nicht gleichwertig, weil die ersten Leitungen sehr starken, die letzten sehr schwachen Verkehr führen, während diejenigen aus einer Gruppe von II. VW gleichwertig sind. Aus der ersten Untergruppe der I. VW führen die Leitungen zu den ersten II. VW der 10 Untergruppen, aus der zweiten

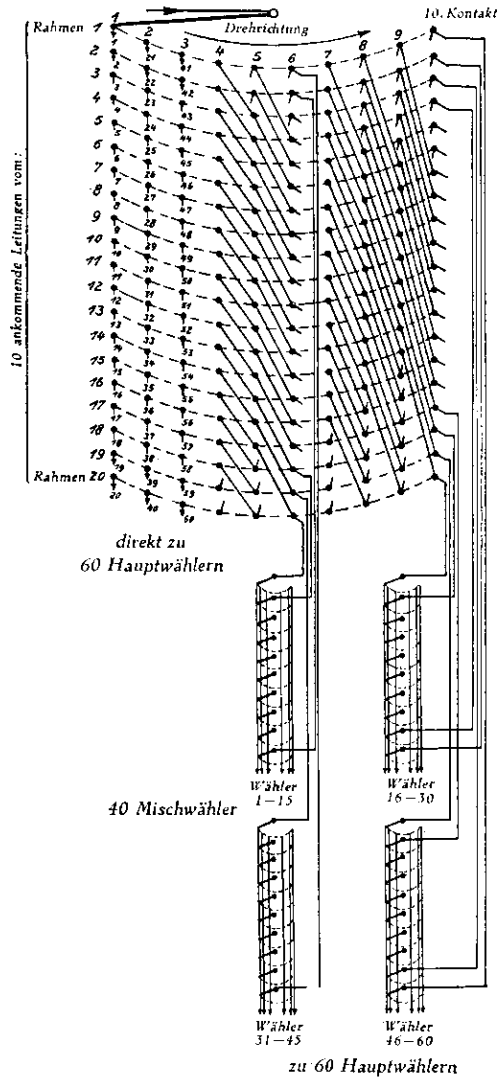


Abb. 23. Sparschaltung für Mischwähler.

Untergruppe zu den zweiten II. VW, aus der dritten Untergruppe zu den dritten II. VW usw., wobei aber der Beginn der Reihenfolge wechselt. Aus der ersten Untergruppe führt die erste Leitung zur ersten Untergruppe der II. VW, aus der zweiten Untergruppe führt die erste Leitung zur zweiten Untergruppe, aus der dritten Untergruppe führt die erste Leitung zur dritten Untergruppe der II. VW usw. Die Numerierung der Leitungen ist aus Abb. 24 zu ersehen.

Bei dieser einfachen Anordnung, die zweckmäßig und unzuweckmäßig ausgeführt werden kann, ist wie erwähnt darauf zu achten, daß die Verteilung des Verkehrs so vollkommen wie möglich wird. Wenn z. B. alle ersten Lei-

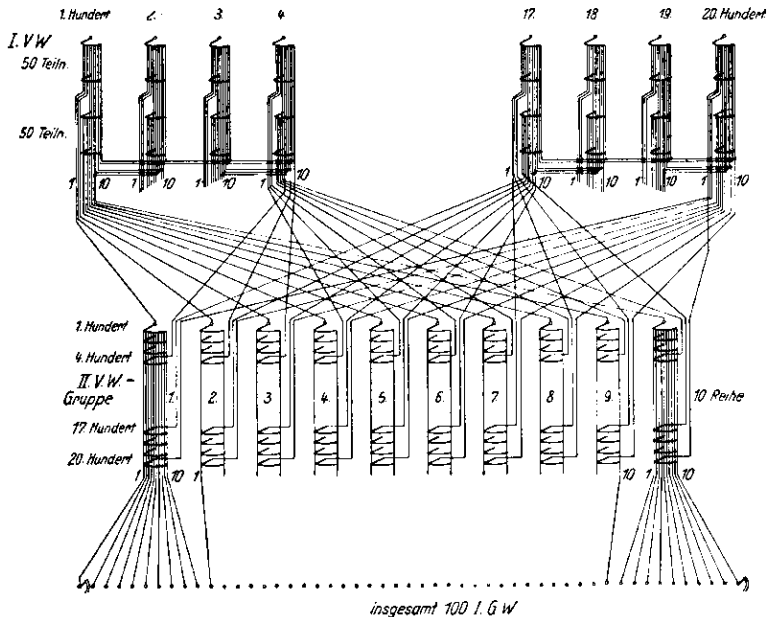


Abb. 24. 2000 Teilnehmer in 40 Untergruppen über 200 II. VW zu 100 I. GW.

tungen von den Untergruppen der I. VW zu der ersten Untergruppe der II. VW führen, deren Leitungen zu denselben I. GW Zugang haben, alle zweiten Leitungen zu der zweiten Untergruppe der II. VW usw., alle letzten Leitungen zu der letzten Untergruppe der II. VW und I. GW, so ist ganz klar, daß die ersten I. GW, weil der größte Teil des Verkehrs sich auf den ersten Leitungen der I. VW abwickelt, vollkommen überlastet sind. Hier wird also die rückwärtige Sperrung tatsächlich einen großen Einfluß haben und es werden dadurch mehr Verluste auftreten als bei besserer Verteilung. Sorgt man aber dafür, daß die ersten Leitungen ebenso wie die zweiten und letzten Leitungen auf alle Untergruppen in der oben angegebenen Weise gleichmäßig verteilt werden, so wird ein vollkommener Verkehrsausgleich erzielt. Die GW werden gleichmäßig belastet und der Einfluß der rückwärtigen Sperrung wird ein Minimum und kann dann vernachlässigt werden, wenn die Zahl der Ausgänge

aus einer Untergruppe nicht zu knapp bemessen wird. In der Form, bei der jeder Teilnehmer 100 I. GW erreichen kann, sind bisher viele Anlagen ausgeführt worden, bei denen durch Messungen die der Rechnung zugrunde gelegten Werte bestätigt worden sind.

Diese Verteilung ist verhältnismäßig einfach; viel schwieriger ist es, bei Anwendung der Sparschaltung die richtige Verteilung zu ermitteln, so daß der Einfluß der rückwärtigen Sperrung ein Minimum wird. Die Sparschaltung beruht auf der Überlegung, daß die ersten Leitungen aus einer Untergruppe von vielfachgeschalteten VW schon so gut ausgenutzt werden, daß eine Verbesserung durch Einfügung von II. VW gar nicht möglich wird. In großen Bündeln beträgt bekanntlich die Ausnutzung der Leitungen etwa 45 min. Diejenigen Leitungen der VW, die schon eine Ausnutzung in dieser Größenordnung haben, können daher direkt zu I. GW geführt werden. Man kann daher unbedenklich die II. VW der ersten Leitungen aus den Untergruppen sparen und nur die letzten Leitungen über II. VW führen.

Die Anordnung der Mischwähler mit Sparschaltung, die allgemein in der Praxis verwendet wird, ist folgende:

Alle vorhandenen I. GW werden zunächst direkt über die ersten Leitungen aus den VW-Untergruppen erreicht, während die letzten Leitungen über die Mischwähler nochmals zu denselben GW führen. Die doppelte Erreichbarkeit der I. GW über direkte und indirekte Leitungen hat den Zweck, den bestmöglichen Verkehrsausgleich und damit die beste Leistung bei kleinstem Aufwande zu erzielen. Sie ist besonders zweckmäßig, weil der Verkehr in den einzelnen Untergruppen erheblichen Schwankungen unterworfen ist, durch die die gute Ausnutzung der I. GW über die direkten Schritte nicht immer gewährleistet wird. Da die Schwankungen in den einzelnen Untergruppen einer großen Gruppe anscheinend nicht so bekannt sind, soll die Tabelle 3 derartige Schwankungen in den einzelnen Tagesstunden zeigen.

Gemessene Verkehrswerte von 10 Untergruppen mit je 100 Teilnehmern an 2 Tagen.

Untergruppen.

Zeit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Tag										
8 bis 9	4,07	3,40	3,92	4,55	2,76	3,60	2,75	3,63	2,36	4,85
9 „ 10	3,38	3,77	4,15	4,07	3,09	2,96	3,17	3,16	2,21	3,97
10 „ 11	4,22	3,35	3,57	4,54	3,01	3,66	3,22	3,82	3,16	3,06
11 „ 12	3,49	3,05	3,27	3,81	3,82	4,30	2,67	2,71	2,85	2,67
12 „ 8	15,45	11,78	12,75	17,02	14,56	16,64	12,00	9,54	12,20	10,75
8 bis 8	30,61	25,35	27,66	33,99	27,24	25,16	23,81	22,86	22,78	24,40
2. Tag										
8 bis 9	3,34	2,98	2,94	2,67	3,20	2,96	2,55	2,75	2,66	3,52
9 „ 10	3,82	3,74	2,46	3,03	3,34	3,63	2,64	4,08	3,78	3,48
10 „ 11	3,71	4,05	3,29	4,78	3,77	4,07	3,08	3,44	3,20	3,14
11 „ 12	3,69	3,69	4,15	3,60	3,29	2,82	3,04	2,86	2,50	3,21
12 „ 8	13,55	14,49	11,10	10,04	10,96	12,86	11,27	7,65	11,92	10,68
8 bis 8	27,11	28,95	23,94	24,12	24,56	26,34	22,58	20,78	24,06	24,03

Tabelle 3.

Man ersieht daraus, daß die Schwankungen in den Untergruppen bis zu 35% vom Mittelwert der gesamten Gruppe betragen. Die Werte sind in einer bestehenden Anlage gemessen worden, worin alle Gruppen praktisch gleich sind, aber der Verkehr doch erhebliche Schwankungen zu derselben Zeit zeigt. Auf Grund derartiger Beobachtungen ist die Anordnung der Mischwähler mit Sparschaltung und doppelter Erreichbarkeit der I. GW entwickelt worden. Es werden also dann bei denjenigen Gruppen, die einen starken Verkehr haben, die GW, die von den gerade schwachbelasteten Untergruppen direkt erreicht werden, aber nicht voll ausgenutzt sind, über die II. VW mitbenutzt.

Eine andere Methode ist die, eine besondere Gruppe von Wählern für die über Mischwähler erreichten I. GW zu bilden, die dann also nur für den Spitzenverkehr der gerade starken Verkehr führenden Untergruppen benutzt werden. Diese Methode ist unzweckmäßig und erfordert mehr I. GW als die erste Methode, weil ein Verkehrsausgleich zwischen den gerade stark- und schwachsprechenden Untergruppen über die direkt erreichbaren I. GW nicht vorhanden ist. Sie wird deshalb in der Praxis nicht verwendet, so daß sich ein weiteres Eingehen auf die Besonderheiten erübrigt.

Wie viel nun durch die Sparschaltung nach der ersten Methode an Mischwählern erspart werden kann, ist eine besondere Frage. Je mehr eingespart wird, um so sorgfältiger muß die Verteilung ausgearbeitet werden, damit keine besonderen Verluste auftreten. Man kann 10, 20, ja sogar 50 und 60% der Mischwähler sparen, wenn sehr sorgfältig gearbeitet wird. Aus wirtschaftlichen Gründen wird man stets versuchen, bis zu einer Ersparnis von 50 bis 60% zu kommen. Der Aufbau einer derartigen Gruppierung geschieht z. B. für eine Gruppe von 2000 Teilnehmern mit dem früher zugrunde gelegten Verkehr von 4,5 TC-Stunden pro 100er-Gruppe, wobei nur 80 II. VW vorgesehen werden sollen folgendermaßen:

Die ersten drei Leitungen aus den I. VW-Untergruppen, die je 40 bis 50 min leisten, und die bei starkem Verkehr, wie schon gezeigt, noch weiter unterteilt werden können, werden direkt zu I. GW geführt; die sieben letzten Leitungen verlaufen über Mischwähler, die aber in diesem Falle 15 kontaktig genommen werden, damit eine gute Verteilung erzielt wird und jeder Teilnehmer wieder in der Lage ist, mindestens 100 I. GW zu erreichen. Die direkten Leitungen, das sind je drei aus den 40 unterteilten Untergruppen, führen nacheinander zu den I. GW wie Abb. 25 zeigt. Es ist unzweckmäßig, zuerst alle ersten Leitungen aus den Untergruppen der Reihe nach und dann alle weiteren Leitungen ordnungszahlmäßig zu den I. GW zu führen, weil dann wieder eine Überlastung gewisser I. GW und damit deren Vielfachfeld eintritt. Dann werden in diesem Fall acht Untergruppen von je 10 II. VW mit je 15 vielfachgeschalteten Kontakten gebildet und die Leitungen von den I. VW in der früher angegebenen Weise versetzt zu den II. VW geführt. Die erste Untergruppe beginnt bei 1, die zweite bei 2 usw. Von den II. VW führen zunächst $8 \cdot 12 = 96$ Leitungen zu den I. GW. Die weiteren Leitungen von den II. VW werden zweckmäßig auf die I. GW verteilt. Hier muß besonders die Belastung jedes einzelnen I. GW nach Möglichkeit aus der Wertig-

keit der zu ihm führenden Leitungen errechnet und muß die Verteilung so gewählt werden, daß alle I. GW etwa gleichen Verkehr führen, damit auch das Vielfachfeld der I. GW nicht ungleichmäßig belastet wird. Abb. 25 läßt eine solche Verteilung erkennen.

Werden in dieser Weise die Mischwähler verwendet und wird die Verkehrsverteilung von den I. VW auf die Mischwähler und auf die I. GW mit Sorgfalt durchgeführt, unter Berücksichtigung der Wertigkeit der Leitungen, so gilt die festgelegte Berechnungsmethode, deren Richtigkeit in mehr als zojährigem Betrieb in den verschiedensten Anlagen einwandfrei bestätigt worden ist.

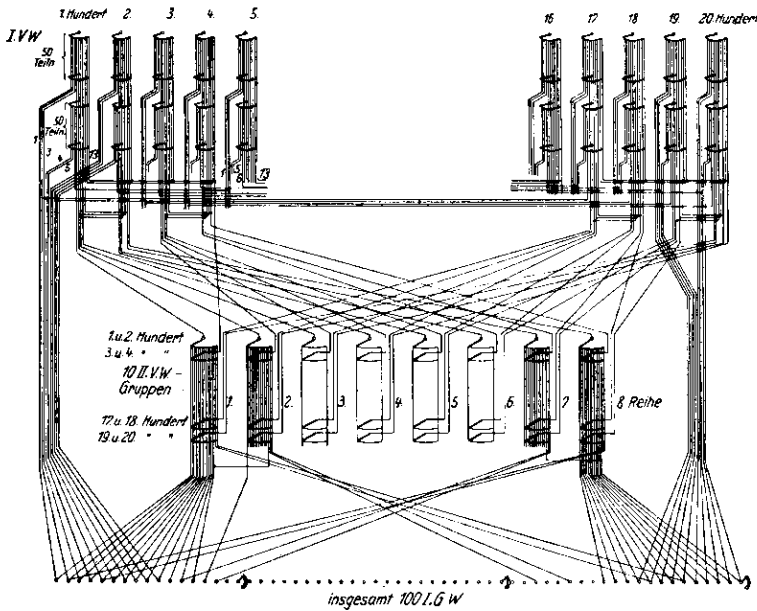


Abb. 25. 2000 Teilnehmer in 40 Untergruppen über 80 II. VW zu 100 I. GW in Sparschaltung.

Aber nicht nur in der Vorwahlstufe, sondern auch in den Gruppenwahlstufen werden die Mischwähler, die dann Voreinstellung haben, mit dem größten Vorteil verwendet, wobei der Aufbau und die Berechnung der früher angegebenen Weise entspricht.

Mischwähler sind nach wie vor das wirtschaftlichste Mittel, große Bündel mit bester Leitungsausnutzung zu bilden.

Die Einschaltung von Mischwählern in Verbindungsleitungen läßt Abb. 26 erkennen. Sind 50 TC zu übertragen, so sind dafür bei Mischen und Staffeln 100 Leitungen erforderlich. Schaltet man 100 Mischwähler ein, so werden nur noch 70 Wähler erforderlich. Schaltet man die Mischwähler im erreichten Amt ein, so erspart man nur Wähler, aber keine Verbindungsleitungen. Die

richtige Einschaltung der Mischwähler muß im Ausgangsamt erfolgen. Durch Sparschaltung lassen sich dann noch 50% der Mischwähler ersparen.

Weitere Ersparnisse lassen sich an Amtsverbindungsleitungen erreichen, indem der sog. doppeltgerichtete Verkehr eingeführt wird. Es ist bekannt, daß zwischen zwei Ämtern der Verkehr in abgehender und ankommender Richtung in zwei getrennten Bündeln verläuft. Sind die Bündel klein, so ist auch die Ausnutzung der Leitungen klein. Eine Verbesserung der Ausnutzung und damit Ersparung von Leitungen erhält man besonders bei kleinen Bündeln dann, wenn man die beiden Bündel mit gerichteten Leitungen zu einem Bündel mit doppeltgerichteten Leitungen zusammenlegt. Eine kurze

Betrachtung wird die Wirksamkeit dieser Methode sofort zeigen.

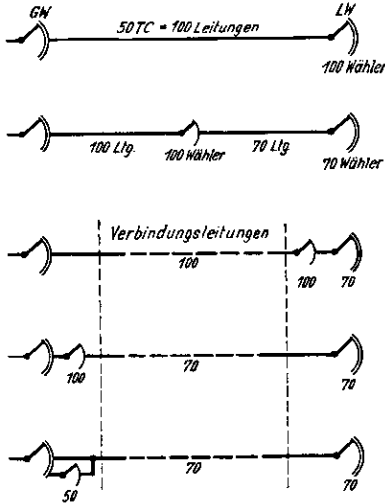


Abb. 26. Einschaltung von Mischwählern zwischen Wählerstufen.

Verlaufen z. B. zwischen zwei Ämtern zwei Bündel mit je 5 Leitungen, so leistet jedes Bündel 1 TC-Stunde oder jede Leitung 12 min. Legt man diese beiden Bündel zu einem Bündel zusammen, so leistet das ganze Bündel 3,25 TC oder jede Leitung 19,5 min. Man hat daher eine Leistungssteigerung je Leitung von 7,5 min erzielt. Nun bedingt aber die Einführung des doppeltgerichteten Verkehrs einen erheblichen Mehraufwand an Apparaten gegenüber dem gerichteten Verkehr. Während bei gerichtetem Verkehr nur am Ende der Leitung ein Wähler erforderlich ist, sind bei doppeltgerichtetem Verkehr am Anfang und am Ende jeder Leitung je ein Relaisumschalter und je ein Wähler er-

forderlich. Der Mehraufwand beträgt also zwei Relaisumschalter und ein Wähler. Man wird daher die Zahl der doppeltgerichteten Leitungen so klein wie nur irgend möglich wählen. Es ist nicht notwendig, alle Leitungen doppeltgerichtet auszuführen, weil es nie vorkommen wird, daß das ganze Leitungsbündel in einem bestimmten Augenblick für den Verkehr in einer Richtung benutzt wird, sondern es wird genügen, wenn nur ein Teil der Leitungen, die dann für den Spitzenverkehr herangezogen werden, doppeltgerichtet ausgeführt wird.

Die Frage ist, wieviel Leitungen muß man doppeltgerichtet vorsehen, um das Maximum an Leistung bei dem geringsten Aufwand zu erzielen. Die Rechnung, die stets mit gewissen Sicherheiten erfolgen soll, damit nicht die Verluste unerwünscht wachsen, soll an Beispielen durchgeführt werden.

Verlaufen zwischen 2 Ämtern 4 Leitungen, so leisten diese nach Abb. 20, Kurve 2, 40 min in der Hauptverkehrsstunde. Das wäre der höchste Summenverkehr, den diese 4 Leitungen in der Hauptverkehrsstunde, auch wenn der

Verkehr von beiden Seiten durch dieses Bündel hindurchfließt, leisten können. Angenommen, der Verkehr fließt von beiden Seiten durch das Bündel und der abgehende und ankommende Verkehr sei gleich, so würden für jeden Verkehr $40:2 = 20$ min plus einem Zuschlag nach Abb. 11, Kurve c, von etwa 25% hinzukommen. Jede Richtung kann daher 25 min in der Hauptverkehrsstunde die Leitungen belasten. Wenn aber in einem Bündel 25 min in der Hauptverkehrsstunde geleistet werden sollen, so sind dafür bei getrennten Bündeln mindestens 3 Leitungen erforderlich. Das bedeutet, daß in dem 4er-Bündel 2 Leitungen doppelgerichtet sein müssen, während je eine Leitung nach jeder Richtung hin gerichtet bleibt. Da bei gerichtetem Verkehr in jeder Richtung 3 Leitungen erforderlich sind, mit 4 Leitungen — davon 2 doppelgerichtet — aber der Verkehr bewältigt werden kann, so sind durch

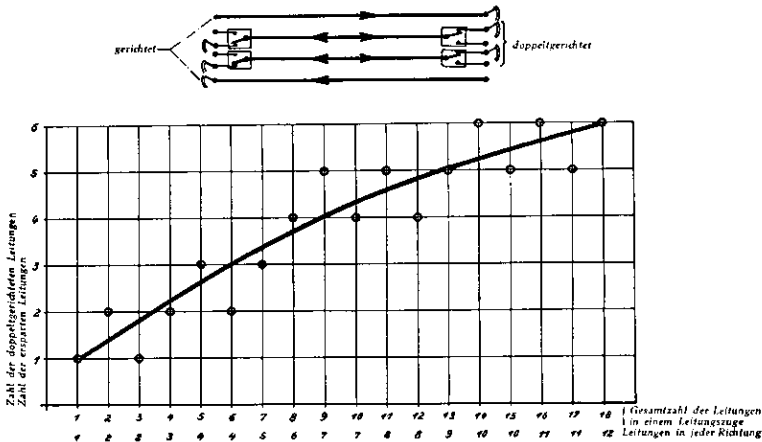


Abb. 27. Anzahl der doppelgerichteten und ersparten Leitungen in einem Leitungszuge.

diese Maßnahmen 2 Leitungen erspart worden. Die ersparte Leitungszahl ist also gleich den erforderlichen doppelgerichteten Leitungen.

Ein anderes Beispiel: Es seien 10 Leitungen vorhanden, die in einem Bündel 195 min leisten. Je Richtung kämen dann 97,5 min plus Zuschlag von 12% = 108 min in Betracht. Für diesen Verkehr werden bei Richtungsverkehr 7 Leitungen je Richtung erforderlich, d. h. man muß 4 doppelgerichtete Leitungen vorsehen und je 3 gerichtete Leitungen für jede Richtung. Erspart werden auch hier 4 Leitungen, gleich der Anzahl der notwendigen doppelgerichteten Leitungen. Die Ergebnisse der Rechnung für die verschiedenen Leitungszahlen sind aus Tabelle 4, S. 45, zu ersehen. In den Abb. 27 und 28 sind Kurven dargestellt, die die Zahl der erforderlichen doppelgerichteten Leitungen und damit gleichzeitig die Zahl der ersparten Leitungen in Abhängigkeit von der Gesamtzahl der Leitungen angeben. In Abb. 27 sind die genauen Werte für kleine Bündel zu ersehen, während

Abb. 28 die allgemeine Lage der Kurven auch für große Bündel erkennen läßt. Weiter ist aus Abb. 27 die Anordnung der doppelgerichteten Leitungen zu erkennen, wobei vorausgesetzt wird, daß die gerichteten Leitungen stets für den Verkehr zuerst benutzt werden, während die doppelgerichteten

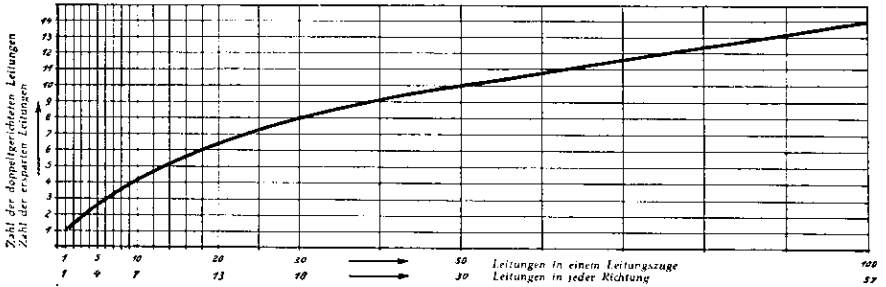


Abb. 28. Anzahl der doppelgerichteten und ersparten Leitungen in einem Leitungszuge.

Leitungen, wie die Mischwähler bei Sparschaltung, nur für den Spitzenverkehr herangezogen werden dürfen.

In Abb. 29 ist noch ein Beispiel für einen bestimmten Verkehr gezeigt, in dem die erforderlichen Wähler und Relaisumschalter für die verschiedenen Fälle angegeben sind.

Es fragt sich, unter welchen Umständen ist die Einführung des doppelgerichteten Verkehrs wirtschaftlich, wobei hier nur die Höhe des Anlagekapitals in Rechnung gezogen werden soll. Man kann allgemein sagen, jede richtig eingeführte, doppelgerichtete Leitung erspart eine besondere Leitung, wie auch aus der Tabelle hervorgeht. Es stehen sich also gegenüber: Die Kosten der erforderlichen Apparate für die doppelgerichtete Leitung, also für 2 Übertrager plus 1 Wähler und die Kosten der Leitung selbst. Die Leitungskosten sind nun in den verschiedenen Anlagen recht verschieden. Sie sind abhängig von der Größe des Leitungsbündels, von der Art der Leitungen, von der Art und Schwierigkeit der Verlegung. Sie können schwanken von 100 bis 300 RM je Kilometer. Da der Mehraufwand einer doppelgerichteten Leitung in der Größenordnung von etwa 500 RM liegt, so sind die Anlagekosten erst zwischen 2 bis 5 km einander gleich.

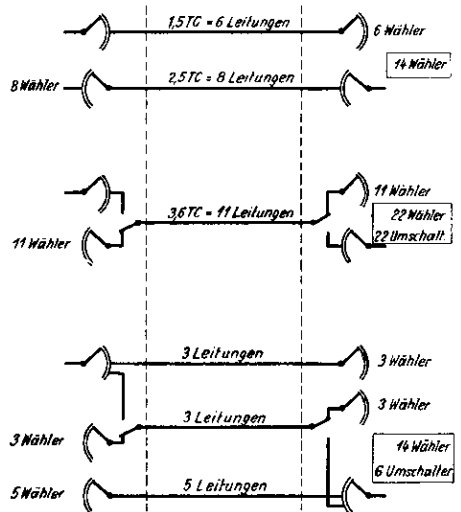


Abb. 29. Ersparnis bei doppelgerichteten Leitungen.

Die Rechnung ist bei 1^{0/100} Verlust durchgeführt worden, das Resultat ändert sich aber nicht, wenn der Rechnung andere Verluste zugrunde gelegt werden. Bei dieser Rechnung ist vorausgesetzt, daß der Verkehr in beiden Richtungen gleich ist. Ist das nicht der Fall, so muß die Rechnung in derselben Form für ungleiche Belastung beider Richtungen durchgeführt werden. Es sollen hier noch einige Besonderheiten erwähnt werden, die unter Umständen von Bedeutung sein können.

Gesamt- leitungs- zahl	Gesamt- leistung	Leistung und Zuschlag je Richtung	Leitungen je Richtung	Doppeltger. Leitungen Ersparte Leitungen
	min	min		
2	6	4	2	2
3	20	6	2	1
4	40	20	3	2
5	60	37	4	3
6	84	40	4	2
7	108	60	5	3
8	136	79	6	4
9	166	95	7	5
10	195	108	7	4
11	225	125	8	5
12	250	136	8	4
13	280	151	9	5
14	320	171	10	6

Tabelle 4.

Besonderheiten.

Bei der Berechnung der Beispiele ist in allen Stufen mit einem Verlust von 1 auf 1000 gerechnet worden. Man kann aber die Wirtschaftlichkeit einer Anlage, wie schon früher erwähnt, ein klein wenig dadurch steigern, daß man den Verlust für die einzelnen Wählerstufen verschieden wählt, die Summe aber gleich der früheren oder größer macht, wie es auch Dr. Lubberger vorgeschlagen hat. Z. B. kann man die teureren Wählerstufen, zu denen die LW zählen, mit einem höheren Verlust, die billigeren, zu denen die GW gehören, mit einem kleineren Verlust errechnen. Die Wählerbestimmungskurven in Abb. 19 und 20 sind für 1^{0/100}, 1^{0/100} und 5^{0/100} aufgestellt, für andere Verluste ist eine Interpolation mit genügender Genauigkeit möglich, wie schon erwähnt wurde.

Handelt es sich nicht nur um ein Einzelamt, sondern um mehrere Ämter, so müssen, zum Bestimmen der Zahl der Verbindungsleitungen, die Beziehungen der Ämter untereinander in Rechnung gezogen werden. Ist der Verkehr zwischen den Ämtern genau gemessen und daher bekannt, so ist das Bestimmen der Leitungszahl sehr einfach und erfolgt nach den mitgeteilten

Kurven. Ist der Verbindungsverkehr unbekannt, so muß er nach folgender Formel errechnet werden:

Bezeichnen A, B, C usw. die Ämter und TC_a die Belegungsstunden in der Hauptstunde des Amtes A , TC_b die Belegungsstunden in der Hauptstunde des Amtes B usw., so ist der Verkehrswert des Verbindungsverkehrs zwischen A und B :

$$V_{a \cdot b} = \frac{TC_a \cdot TC_b}{TC_a + TC_b + \bar{TC}_{\text{usw.}}} \cdot f$$

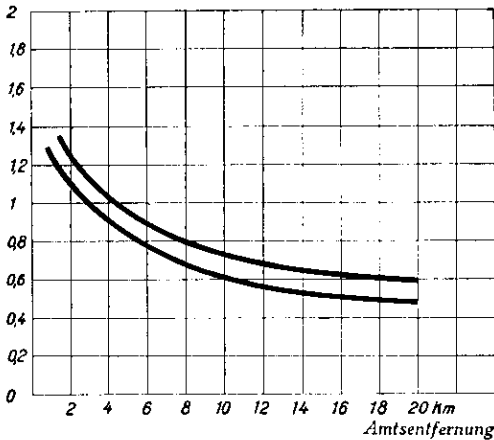
d. h. der Verkehrswert zwischen

$$A \text{ und } B = \frac{\text{Produkt der Verkehrswerte der Ämter } A \cdot B}{\text{Summe der Verkehrswerte aller Ämter}} \cdot f$$

f bedeutet hierbei einen Interessenfaktor, der abhängig von den Interessen der Teilnehmer zueinander und von der Entfernung der Ämter ist.

Aus Abb. 30 ist die Größe des Interessenfaktors, abhängig von der Entfernung der Ämter, zu erschen. Die Kurven geben Mittelwerte an und sind aus zahlreichen Messungen des Verkehrs Berliner Ämter entstanden. Die obere Kurve ergibt den Faktor für den Verkehr zu den Stadtämtern und die untere Kurve denjenigen für den Verkehr von den Stadtämtern.

Die Feststellung des Verkehrswertes der Verbindungsleitungen verschiedener Ämter mit Hilfe des Interessenfaktors muß aber mit größter Vorsicht erfolgen, weil dieser Verkehr ganz besonderen zeitlichen Schwankungen unterworfen ist. Er fließt gewöhnlich vormittags zu den Stadtämtern hin und nachmittags von den Stadtämtern zurück. In der Zwischenzeit treten verschiedene Schwankungen zwischen den Stadtämtern auf. An dieser Stelle ist daher besondere Vorsicht geboten, zumal die Kurven auch nur annähernde Mittelwerte angeben.



Obere Kurve: Verkehr zu den Stadtämtern.
Untere Kurve: Verkehr von den Stadtämtern.

Abb. 30.

Interessenfaktor „ f “ in Fernsprechämtern.

Eine weitere Besonderheit ist die Steigerung der Wählerleistung einer nachfolgenden Stufe durch die hohe Leistung der Wähler in der vorhergehenden Stufe selbst. Werden diese Wähler z. B. mit 45 min ausgenutzt, und verläuft der gesamte Verkehr dieser Stufe ohne jeden Abzug in einer Dekade, so beträgt auch in dieser Dekade die Leistung jeder Leitung selbst bei angeschlossenen reinen 100-Bündeln 45 min. Da aber der Verkehr am Wähler sich größtenteils in mehrere Teile entsprechend den verschiedenen

Dekaden spaltet und ein Teil des Verkehrs in der Wählerstufe steckenbleibt, kommen derartige Fälle in der Praxis nicht häufig vor. In Abb. 31 ist eine Kurve gezeigt, bei der die Leistung der nachfolgenden Wähler angegeben

wird, wenn ein großer Prozentsatz des Verkehrs in eine Dekade geht, die vorhergehenden Wähler mit 45 min ausgenutzt werden und die nachfolgenden Wähler zehnteilig und gestaffelt und gemischt sind. Man ersieht daraus, daß die nachfolgenden Wähler eine Ausnutzung von 39 min haben, wenn 80% des Verkehrs in eine Dekade gehen. Auf diese Wirkung hat schon Christensen, Kopenhagen, aufmerksam gemacht.

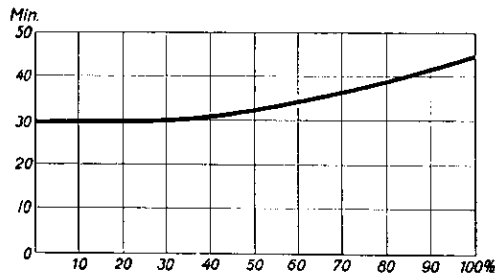


Abb. 31. Ausnutzung der GW oder der Verbindungsleitungen hinter Wählern mit 45 min Ausnutzung (Kurve für Mischung und Staffellung von 10er-Bündeln).

Die Teilnehmerzahl ist in allen Kurven nicht enthalten, d. h. die Teilnehmerzahl ist auf die Wählerleistung ohne Einfluß. Für den gewöhnlichen Verkehr trifft dieses auch voll und ganz zu, wie viele sorgfältige Beobachtungen an allen möglichen Amtsstellen unter verschiedenen Bedingungen ergeben haben. Nur in sehr wenigen Sonderfällen mit übernormalem Verkehr ist ein solcher Einfluß denkbar.

Nach den bekanntgegebenen Kurven ist es leicht, aus dem Verkehrswert die erforderlichen Wählerzahlen zu ermitteln. Viel schwieriger aber ist es, den richtigen Verkehrswert festzustellen, weil die diesem Werte zugrunde liegenden Angaben größtenteils, wie schon erwähnt, auf persönlichen Beobachtungen beruhen und daher unter Umständen mit erheblichen Fehlern behaftet sind. Hier müssen die Erfahrungen einsetzen, die die Fehler in den Angaben korrigieren. Die Wählerzahl eines Amtes läßt sich nur dann genau berechnen, wenn die Verkehrswerte aller Gruppen richtig ermittelt und die Eigenarten der Anlage genau bekannt und berücksichtigt sind. Aus diesem Grunde läßt sich eine eventuelle Garantie nie allgemein darauf geben, daß das Amt den Ansprüchen der Teilnehmer genügt, sondern nur darauf, daß das Amt einen gewissen Verkehr, bestimmt durch Belegungs- und nicht durch Gesprächszahlen, mit dem vereinbarten Wirkungsgrad bewältigt. Diese Garantie ist durch sorgfältige Messungen des Verkehrs in einem selbsttätigen Amt leicht nachzuprüfen. Die verschiedenen Eigenarten des Fernsprechverkehrs, die nicht groß erscheinen und daher vernachlässigt werden könnten, haben unter Umständen einen derartigen Einfluß, daß das ganze Resultat unbrauchbar wird. Wenn der tatsächliche Verkehr nicht richtig bekannt ist, empfiehlt es sich, bei der Errichtung eines selbsttätigen Amtes Raumreserven vorzusehen, um sich durch Einbau neuer Wähler oder bessere Verteilung der vorhandenen den Verkehrseigenarten schnell anzupassen. Da auch nach der Umschaltung eines Handamtes in ein selbsttätiges Amt gewisse Verkehrs-

änderungen Platz greifen, wie Erhöhung der Belegungszahl, Verminderung der mittleren Belegungsdauer, so muß, wie viele Beobachtungen gezeigt haben, auch diese Eigentümlichkeit bei der Wählerberechnung durch Berichtigung der zugrunde gelegten Verkehrswerte berücksichtigt werden. Der Verkehr an sich ist ein stark schwankendes Gebilde und zeitlichen Änderungen unterworfen, so daß bei der Verkehrswertberechnung große Vorsicht am Platz ist.

Zum Bestimmen der Ausrüstung eines Selbstanschlußamtes lassen sich folgende grundlegende Leitsätze aufstellen:

1. Die Wirtschaftlichkeit steht an erster Stelle und entscheidet alle Maßnahmen.
2. Bildung großer, möglichst 100er-Bündel an allen Stellen mit Hilfe von einfachen und billigen Mitteln.
3. Die zur Wählerbestimmung anzuwendende Kurve richtet sich stets nach der Kontaktzahl und der Misch- und Staffelschaltung der vorhergehenden Wählerstufe.
4. Größte Vorsicht beim Bestimmen der Verkehrswerte der Wählergruppen, ganz besonders aber bei den Verkehrswerten der Verbindungsleitungen.
5. Die Anlage ist so auszubilden, daß sie sich leicht sogar unvorhergesehenen Verkehrsänderungen anpassen läßt.

3. Orts-Netzgestaltung.

Dezentralisation.

Zu einer Fernsprechanlage gehören: das Netz, das Amt, die Teilnehmer-einrichtungen und Verschiedenes, z. B. Gebäude, Material usw. Für das Netz werden bis zu 60%, für das Amt etwa 25%, für die Teilnehmereinrichtungen 10% des Anlagekapitals benötigt; der Rest wird für den Posten „Verschiedenes“ aufgebraucht. Aus dieser Gegenüberstellung ist zu ersehen, daß das Netz das weitaus meiste Kapital erfordert, mehr als das Doppelte der Amtseinrichtungen, so daß also das Netz mit besonderer Aufmerksamkeit und Vorsicht richtig angelegt werden muß. Es soll daher der zweckmäßigste Aufbau des Netzes zuerst untersucht werden.

Um ein Netz für einen bestimmten Verkehr mit dem geringsten Aufwand an Leitungsmaterial errichten zu können, sind bestimmte Grundsätze gefunden und aufgestellt worden, die hier näher erläutert werden sollen. Dabei muß beachtet werden, daß der Verkehr mit einem bestimmten Wirkungsgrad bewältigt wird, und daß die Güte der Verbindungen den bestehenden Forderungen genügt, d. h. die Dämpfung der Sprechströme darf einen gewissen Wert nicht überschreiten.

Das Netz einer größeren Anlage setzt sich zusammen aus Teilnehmerleitungen und Amtsverbindungsleitungen zwischen den Ämtern. Die Teilnehmerleitungen werden sehr schlecht ausgenutzt. Von den täglich zur Verfügung stehenden 1440 min werden bei Schwachsprechern nur etwa 5 bis

10 min, bei Starksprechern etwa 100 bis 200 min ausgenutzt. Im Mittel ist die Ausnutzung etwa 15 bis 30 min. Das ergibt einen derartig schlechten Wirkungsgrad von 1 bis 2%, wie er sonst nirgends in der Technik zu finden ist. Dagegen werden die Amtsverbindungsleitungen erheblich besser ausgenutzt. Auch diesen stehen 1440 min täglich zur Verfügung, die aber in großen Bündeln bis zu 300 und 400 min ausgenutzt werden, was einem Wirkungsgrad von 20 bis 27% entspricht. Im allgemeinen gibt man in der Fernsprechtechnik die Leistungen und den Wirkungsgrad nicht pro Tag, sondern pro Hauptverkehrsstunde an. Von den zur Verfügung stehenden 60 min werden die Teilnehmerleitungen bei Schwachsprechern nur etwa 1 min, bei Starksprechern 20 bis 25 min, im Mittel 2 bis 4 min, die Amtsverbindungsleitungen dagegen 30 bis 45 min ausgenutzt. Der Wirkungsgrad beträgt demnach bei Teilnehmerleitungen 3 bis 7%, bei Verbindungsleitungen 50 bis 75%. Um also einen wirtschaftlichen Aufbau des Netzes zu erzielen, muß

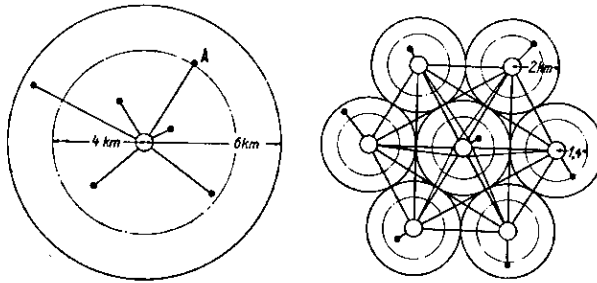


Abb. 32. Dezentralisation.

man den Einfluß der Teilnehmerleitungen auf das Netz möglichst klein, den der Verbindungsleitungen möglichst groß machen. Man muß die Teilnehmerleitungen möglichst durch Amtsverbindungsleitungen ersetzen. Das erreicht man zunächst durch weitgehende Dezentralisation. Man macht die Teilnehmerleitungen so kurz wie nur irgend möglich und erhält dadurch viele Ämter, und hat dann die Aufgabe, die vielen, zwischen den Ämtern verlaufenden Amtsverbindungsleitungen so anzuordnen, daß die größtmögliche Leistung und damit der geringste Aufwand erzielt wird.

Was durch Dezentralisierung erreicht werden kann, zeigt sofort folgende Überlegung.

In einer Anlage mit 7000 Anschlüssen aber nur einem zentralisierten Amt betrage die mittlere Teilnehmerleitungslänge bei gleichmäßiger Dichte 4 km, nach Abb. 32. Die hierfür erforderliche Leitungslänge wäre demnach $7000 \cdot 4 = 28000$ Leitungskilometer. Dezentralisiert man diese Anlage und bildet 7 Ämter, so sinkt die mittlere Anschlußlänge auf etwa 1,4 km, und es werden dann nur noch $7000 \cdot 1,4 = 9800$ km Leitungslänge für die Teilnehmer erforderlich. Die nun aber hinzukommenden Amtsverbindungsleitungen betragen für einen mittleren Verkehr etwa 4200 km, so daß bei dieser Dezen-

tralisation mit 14000 km gegenüber 28000 km auszukommen ist. Man hat demnach unter diesen Voraussetzungen 50% an Leitungen erspart.

Die Dezentralisation in automatischen Anlagen läßt sich, im Gegensatz zu manuellen Anlagen, ohne weiteres, d. h. praktisch ohne Mehraufwand, weitestgehend durchführen. Man kann ohne Schwierigkeiten kleine Ämter bis zu 100 Teilnehmer und noch weniger selbst in den größten Anlagen bauen, die gewöhnlich an der äußersten Peripherie der Anlage liegen werden. In manuellen Anlagen werden bei Dezentralisation nahezu die doppelte Zahl von Beamtinnen gegenüber der einfachen Anlage erforderlich, weil die größte Zahl aller Verbindungen jetzt die Tätigkeit von zwei Beamtinnen erfordert. Was an Kapitalkosten im Netz gewonnen wird, geht an Personalkosten für die Herstellung der Verbindungen wieder verloren.

Ein weiterer Vorteil und eine weitere Ersparnis, welche die Dezentralisation bringt, besteht darin, daß für die vielen kurzen Teilnehmerleitungen dünnere Kabeladern verwendet werden können, während man für die wenigen Amtsverbindungsleitungen etwas stärkere Adern nehmen kann, so daß die zulässige Gesamtdämpfung nicht überschritten wird. Es dürfen nach den bestehenden Bestimmungen von Teilnehmer zu Teilnehmer einer Anlage an Dämpfung nicht mehr als 3,3 Neper, von Teilnehmer bis zum Fernamt nicht mehr als 1 Neper vorhanden sein. Dabei versteht man unter Dämpfung den Wirkungsgrad einer Anordnung, der logarithmisch ausgedrückt wird.

$$\frac{\text{Ausgangsleistung} = N_a}{\text{Eingangsleistung} = N_e} = e^{2b}$$

wobei b die Dämpfung in Neper angibt, wie später noch ausführlicher behandelt werden wird.

Eine zweckmäßige Verteilung der zulässigen Dämpfung auf Teilnehmer- und Verbindungsleitungen ermäßigt die Netzkosten.

Es ist nun die Frage aufzuwerfen, wie weit soll man mit der Dezentralisation gehen, um das Minimum der Kosten für Teilnehmer- und Verbindungsleitungen zu erreichen und dabei aber eine unwirtschaftliche Zersplitterung zu vermeiden; welche Amtsgrößen soll man in den verschiedenen Gebieten zweckmäßig bauen. Das hängt einmal von der Teilnehmerdichte, d. h. Anschlüsse pro Flächeneinheit, dann aber auch von vielen örtlichen Faktoren ab. Zu diesen Faktoren gehören Amts-, Gebäude- und Grundstückskosten, Leitungs- und Verlegungskosten für Teilnehmer- und Verbindungsleitungen, Kosten für Kanalisation usw. Zur einwandfreien Beurteilung dieser Fragen müßte eine umfangreiche Wirtschaftsrechnung aufgestellt werden, die alle örtlichen Faktoren berücksichtigt. Um für viele Fälle die umfangreichen Rechnungen zu vermeiden, sind diese für Mittelwerte allgemein durchgeführt worden. Abb. 33 zeigt eine Kurve, die auf vielen Rechnungen beruht, denen Mittelwerte der verschiedenen Faktoren zugrunde gelegt worden sind, aus der die zweckmäßigste Amtsgröße, abhängig von der Teilnehmerdichte zu ersehen ist. Aus der Kurve ersieht man, daß bei einer Teilnehmerdichte von

100 Anschlüssen pro ha Ämter mit 30000 Anschlüssen, von 10 Anschlüssen pro ha Ämter mit 1000 Anschlüssen zweckmäßig sind. Die Kurve gilt nicht absolut für alle Fälle, sie gibt aber einen gewissen Anhalt, wie weit man mit der Dezentralisation gehen soll.

Hat man die Größe der Ämter in den verschiedenen Gebieten bestimmt und ihren Anschlußbereich festgelegt, so ermittelt man die günstigste Lage derselben, die ein Minimum an Leitungslänge für Teilnehmer- und Verbindungsleitungen ergeben soll. Normalerweise liegen die Ämter im Schwerpunkt ihres Anschlußbereiches. Diese Lage kann sich aber, unter Berücksichtigung der Amtsverbindungsleitungen, verändern. Laufen die Amtsverbindungsleitungen nur nach einer Richtung, wie z. B. bei Peripherieämtern zum Zentrum, so verschiebt sich die Lage des Amtes in dieser Richtung, weil Teilnehmerleitungen und Amtsverbindungsleitungen zusammen ein Minimum an Kosten ergeben sollen. Sind mehrere Richtungen vorhanden, so verschiebt sich das Amt vom Schwerpunkt auf der Resultierenden, die die Größe der Bündel in den verschiedenen Richtungen berücksichtigen muß. Die Verschiebung erfolgt so lange, bis das Minimum erreicht ist.

Ist die Lage der Ämter bestimmt, so entwirft man das Netz für die Amtsverbindungsleitungen. Früher, beim manuellen Betrieb, wurde jedes Amt mit jedem anderen Amt direkt verbunden; das ergibt aber nicht ein Minimum der Netzkosten, wobei Leitungslänge und Leitungsführung zu beachten sind. Das Minimum wird erreicht, wenn das Netz so entwickelt wird, daß bei minimalem Bedarf an Leitungsführung die Verbindungsleitungen maximal ausgenutzt werden. Die Ausnutzung hängt beim Sofortverkehr nur von der Größe der Bündel ab, zu denen die Leitungen zusammengefaßt sind. Man muß große Bündel, möglichst 100er-Bündel, bilden. Große Bündel erreicht man nicht durch direkte Verbindung jedes Amtes mit jedem anderen Amt, sondern, besonders bei den kleinen Peripherieämtern einer Anlage, durch Zusammenfassung vieler kleiner Bündel zu am besten nur einem großen Bündel, unter Vermeidung von Querverbindungen, sowie durch Bildung von Knotenämtern, über die der Verkehr in großen Bündeln geleitet wird. Querverbindungen haben gewöhnlich nur geringe Leitungszahlen mit kleiner Ausnutzung und sind daher im allgemeinen unwirtschaftlich, nur in besonderen Fällen, die noch behandelt werden, sind sie gerechtfertigt. Viele Verbindungen

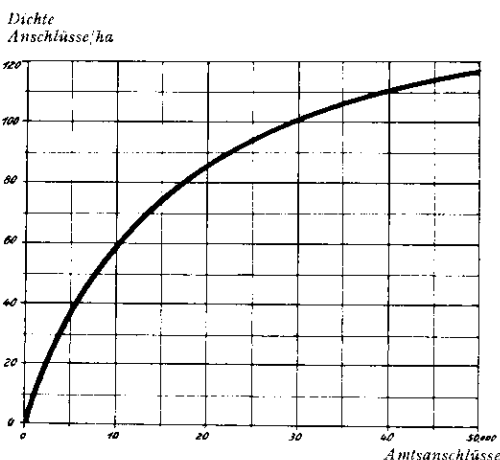


Abb. 33. Günstigste Amtsgröße bei verschiedener Telephondichte.

verlaufen dann zwar über einen Umweg, doch wird durch die gesteigerte Leitungsausnutzung in den großen Bündeln dieser Umweg bei weitem ausgeglichen. Außerdem wird durch die Zusammenfassung der Bündel eine erheblich einfachere Leitungsführung erreicht. Die Ersparung an Leitungsführung ist unter Umständen viel wichtiger und erspart mehr Kapital als die Ersparung an Leitungslänge selber.

Gruppierung der Verbindungsleitungen.

Für die Untersuchung ist eine Anlage mit 15 Ämtern zugrunde gelegt, an denen zunächst pro Amt 10000 Teilnehmer angeschlossen sein sollen.

Verbindungsleitungsplan von 15 Ämtern mit je 10000 Anschlüssen.

Jedes Amt ist mit jedem anderen Amt durch 2 Bündel mit je 50 Leitungen direkt verbunden.

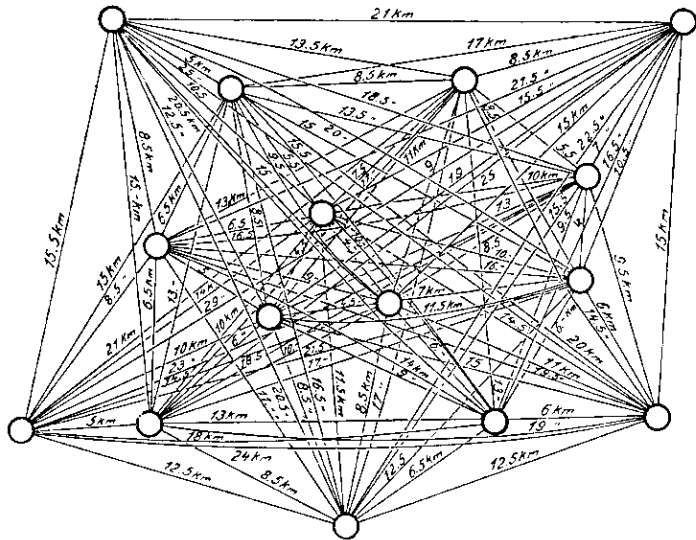


Abb. 34.

Gesamtkabellänge bei 210 Verbindungsleitungsgruppen 133950 km.

Der Interessenfaktor zwischen den Ämtern sei der Einfachheit halber für alle Ämter als gleich angenommen. Als Verkehr soll eine mittlere Belegungszahl von 1,8 Belegungen mit einer mittleren Dauer von 1,5 min pro Teilnehmer und Hauptverkehrsstunde, als System das verbreitetste Schrittwählersystem mit 10 Kontakten pro Richtung zugrunde gelegt werden. Für die Ausnutzung der Leitungen soll in Abb. 5, Kurve *a*, maßgebend sein, wenn es sich um Leitungen zwischen II. VW und I. GW, Kurve *b*, wenn es sich um Leitungen hinter den I. GW handelt.

In Abb. 34 ist der Verbindungsleitungsplan der 15 angenommenen Ämter gezeichnet. Sie sind alle untereinander direkt durch Verbindungsleitungen

verbunden. Für den zugrunde gelegten Verkehr sind hierbei zwischen je zwei Ämtern je zwei Bündel von 50 Leitungen erforderlich. Die Gesamtkabel-
länge beträgt bei 210 Verbindungsleitungsgruppen und bei der angenommenen
Lage der Ämter 133950 km Doppel- oder Dreifachadern, je nach der Schal-
tung. Da überall 50er-Bündel vorhanden sind, so wäre eigentlich die eingangs
gestellte Forderung erfüllt. Es fragt sich aber, ob vielleicht durch Zusammen-
legen der Leitungen zunächst der an der Peripherie liegenden Ämter nicht
doch noch Vorteile zu erreichen sind.

In Abb. 35 ist der Verbindungsleitungsplan derselben Anlage gezeichnet
unter der Voraussetzung, daß der Verkehr der Peripherieämter über das

Verbindungsleitungsplan von 15 Ämtern mit je 10000 Anschlüssen.

Die I. GW der Peripherieämter stehen im nächsten Stadtamt.

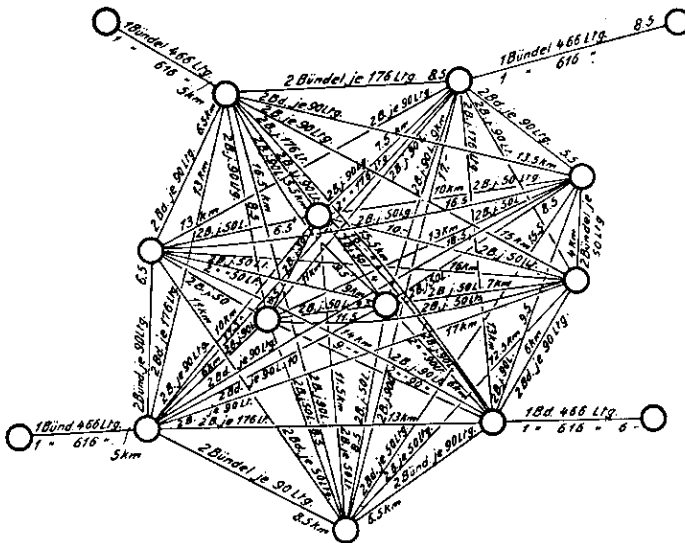


Abb. 35.

Gesamtkabellänge bei 118 Verbindungsleitungsgruppen 125 762 km.

nächste Stadtamt geleitet wird. Die I. GW stehen hierbei im nächsten Stadt-
amt, und es ist vorausgesetzt, daß Verbindungen innerhalb der eigenen
Peripherieämter keine Verbindungsleitungen benutzen, was mit einfachen
Mitteln zu erreichen ist: durch Einbau einer Umschalteneinrichtung, die in
Tätigkeit tritt, wenn das eigene Amt gewählt wird. Die Rechnung ergibt
hier eine Gesamtkabellänge von 125762 km, wobei das Kabelnetz einfacher
wird und nur 118 Verbindungsleitungsgruppen vorhanden sind. Trotzdem
also die Verbindungsleitungen nicht immer den kürzesten Weg nehmen, ergibt
sich doch ein Vorteil, der einmal durch die etwas bessere Ausnutzung der
Leitungen in den größeren unvollkommenen Bündeln, besonders aber durch

die Anwendung vollkommener Bündel mit ihrer besonders großen Ausnutzung der Leitungen zwischen II. VW und I. GW erreicht wird.

Geht man nun noch einen Schritt weiter und bildet im Stadttinnern Knotenämter, auf denen die I. GW der in der Nähe befindlichen Ämter nach der eben angewendeten Methode aufgestellt sind, so erzielt man dadurch eine weitere Vergrößerung der Bündel und damit bessere Ausnutzung der Leitungen. Ob aber die Gesamtleitungslänge kleiner wird, das muß erst die Rechnung ergeben, denn es werden zwar die Leitungen besser ausgenutzt,

Verbindungsleitungsplan von 15 Ämtern mit je 10000 Anschlüssen.

Die I. GW der Hilfsämter stehen im nächsten Knotenamt.
 Zwischen jedem Hilfsamt und Knotenamt ist ein Bündel mit 466 abgehenden und ein Bündel mit 616 ankommenden Leitungen; zwischen den Knotenämtern sind 2 Bündel mit 1100 Leitungen vorhanden.

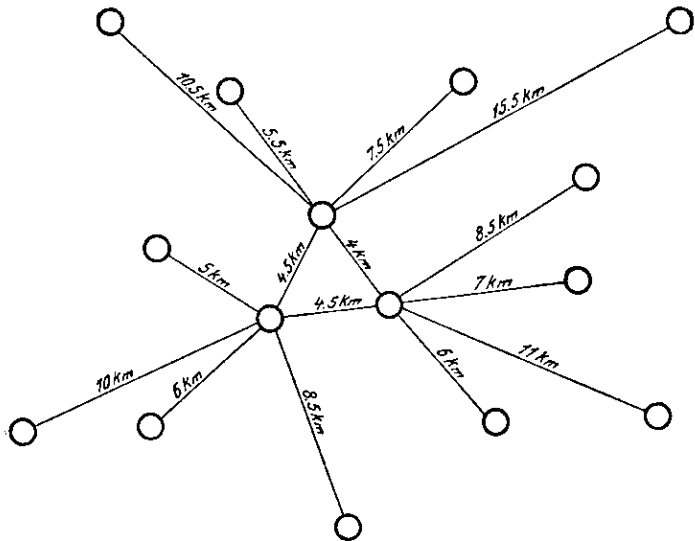


Abb. 36.

Gesamtkabellänge bei 30 Verbindungsleitungsgruppen 137882 km.

doch verlaufen jetzt die meisten Verbindungen nicht direkt von Amt zu Amt, sondern erst auf Umwegen über die Knotenämter. In der Tat ergibt die Rechnung nach Abb. 36 eine Gesamtkabellänge von 137882 km, also mehr als in den Verbindungsleitungsnetzen der Abb. 34 und 35. Das Kabelnetz ist allerdings sehr einfach, denn es sind nur noch 30 Verbindungsleitungsgruppen vorhanden. Der Einfluß der Umwege überwiegt also hierbei den Einfluß der besseren Leitungsausnutzung. Das Ergebnis war eigentlich vorauszusehen, denn durch die Zusammenlegung des Verkehrs der Peripherieämter mit den nächsten Stadtämtern nach Abb. 35 wurden viele Leitungsbündel schon so vergrößert, daß eine weitere Vergrößerung ohne Nutzen sein würde.

Verfolgt man nun diesen Weg bis zum Schluß und bildet nur ein Hauptknotenamt, auf dem die I. GW aller Ämter vereinigt sind, so erhält man nach Abb. 37 eine Gesamtkabellänge von 144988 km bei 28 Verbindungsleitungsgruppen. Also mehr als in allen bisherigen Fällen; das war nach dem Ergebnis der Rechnung nach Abb. 36 auch anzunehmen.

Wenn der Einfluß von Knotenämtern auf die Gesamtkabellänge errechnet werden soll, so muß bei der Bestimmung der Lage der Knotenämter mit Vorsicht vorgegangen werden, denn wird eine unzuweckmäßige Lage der-

Verbindungsleitungsplan von 15 Ämtern mit je 10 000 Anschlüssen.

Die I. GW aller Ämter stehen im Hauptknotenamt.

Zwischen jedem Hilfsamt und Hauptknotenamt ist je ein Bündel mit 466 abgehenden und 616 ankommenden Leitungen vorhanden.

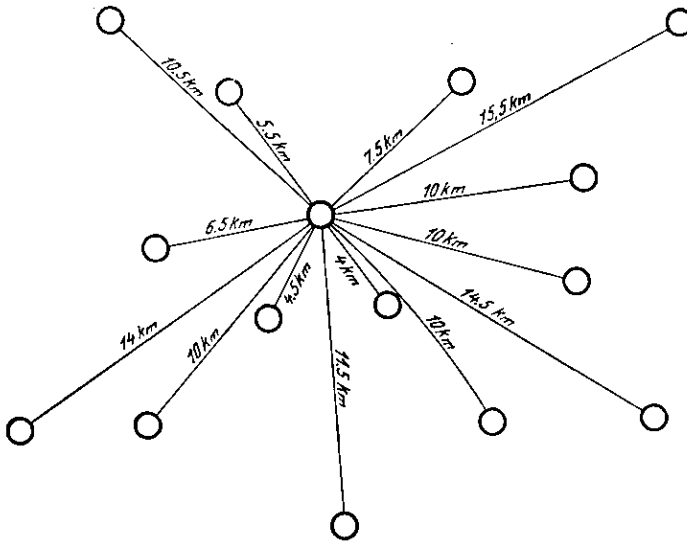


Abb. 37.

Gesamtkabellänge bei 28 Verbindungsleitungsgruppen 144 988 km.

selben gewählt, so kann die Anlage sehr verschlechtert werden. Ein Beispiel hierfür bildet Abb. 38. In der bisher zugrunde gelegten Anlage sind hier vier Knotenämter gebildet, die etwa im Mittelpunkt ihres Bereiches liegen, wie aus dem Bilde zu ersehen ist. Es beträgt bei 34 Verbindungsleitungsgruppen die Gesamtkabellänge 169366 km; trotz großer Leitungsbündel und trotz durchaus nicht schlechter Lage der Knotenämter; also eine bedeutende Verschlechterung gegenüber den früheren Anordnungen.

Aus den bisherigen Untersuchungen ist der Schluß zu ziehen, daß, wenn alle Ämter groß sind und genügend starke Verbindungsleitungsbündel haben, ein Zusammenlegen der Verbindungsleitungen mehrerer Ämter zu noch

größeren Bündeln nach der obigen Methode wohl in manchen, aber nicht in allen Fällen Vorteile bringt. Es läßt sich aber aus dem Ergebnis folgender Grundsatz ableiten:

Alle Verbindungsleitungen der Peripherieämter sind über das nächstliegende Stadtamt zu leiten, wo die I. GW der Peripherieämter aufzustellen sind. Ob die weitere Zusammenlegung von Verbindungsleitungen Vorteile bringt, muß an Hand einer Rechnung von Fall zu Fall bestimmt werden.

Nun werden aber in Wirklichkeit nie alle Ämter einer Anlage gleich groß sein, wie in den bisherigen Beispielen angenommen, sondern es werden die Ämter im Stadttinnern groß und nach der Peripherie zu kleiner sein. Die

Verbindungsleitungsplan von 15 Ämtern.

Nr. 1: Ämter mit je 10000, Nr. 2: Ämter mit je 5000 und Nr. 3: Ämter mit je 1000 Anschlüssen.

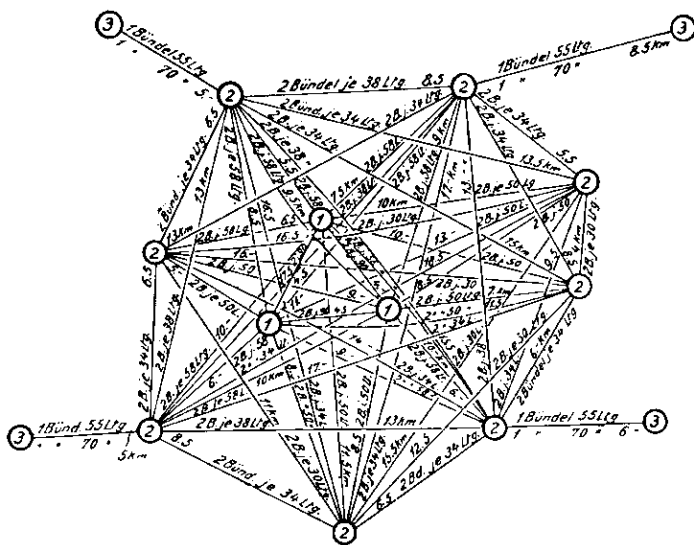


Abb. 40. Gesamtkabellänge bei 118 Verbindungsleitungsgruppen 51 148 km.

obigen Untersuchungen sollen daher an einer Anlage mit verschiedenen großen Ämtern, die der Wirklichkeit näherkommt, wiederholt werden.

Die Lage der Ämter soll die gleiche sein wie in den ersten Beispielen, mit gleichem Verkehr und gleichen Interessen: dagegen sollen die Anschlußzahlen der Ämter im Zentrum 10000, der in deren Nähe liegenden Ämter 5000 und der Peripherieämter 1000 betragen.

Verbindet man zunächst nun alle Ämter wieder untereinander mit direkten Verbindungsleitungen wie in Abb. 34, so ergibt die Rechnung nach Abb. 39 eine Gesamtkabellänge von 58974 km bei 210 Verbindungsleitungsgruppen. Es sind aber hier verhältnismäßig kleine Bündel, besonders bei den Peripherieämtern, vorhanden. Man ersieht schon hier, daß wahrscheinlich durch die obige Methode größere Vorteile als in den bisherigen Beispielen erzielt werden.

Stellt man nun die I. GW der Peripherieämter wieder, wie in Abb. 35, in dem nächsten Stadtamt auf, und legt man damit die Verbindungsleitungen dieser Ämter zusammen, so ergibt die Rechnung nach Abb. 40 eine Gesamtkabellänge von 51148 km bei 118 Verbindungsleitungsgruppen. Diese Maßnahme hat also, wie in dem früheren Beispiel, wieder zu einer bedeutenden Verbesserung geführt, also den aufgestellten Grundsatz bestätigt. Die einzelnen Verbindungsleitungsgruppen sind aber immer noch verhältnismäßig klein. Es besteht daher die Möglichkeit, durch weitere Zusammenlegung der Verbindungsleitungen noch mehr Vorteile zu erreichen.

Verbindungsleitungsplan von 15 Ämtern.

Nr. 1: Ämter mit je 10000, Nr. 2: Ämter mit je 5000 und Nr. 3: Ämter mit je 1000 Anschlüssen.

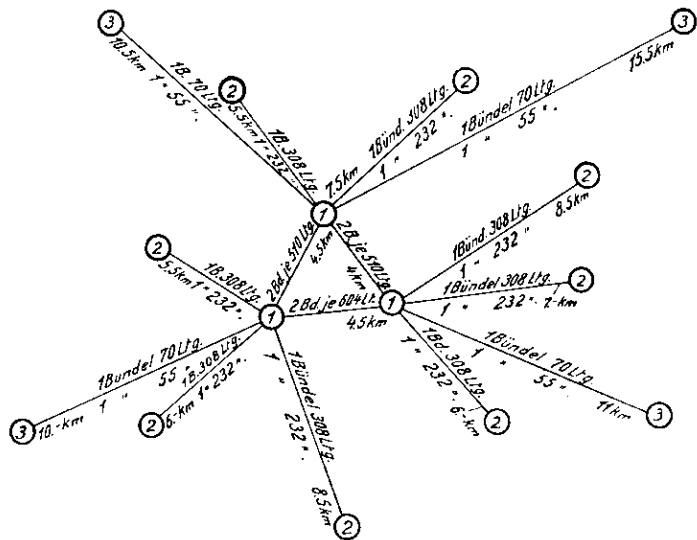


Abb. 41.

Gesamtkabellänge bei 30 Verbindungsleitungsgruppen 49411 km.

Bildet man nun im Stadttinnern wieder Knotenämter, auf denen die I. GW der daran angeschlossenen Hilfsämter angeordnet werden, so erhält man nach Abb. 41 größere Verbindungsleitungsgruppen, und es ergibt die Rechnung bei 30 Verbindungsleitungsgruppen eine Gesamtkabellänge von 49411 km. Die bessere Ausnutzung der Leitungen hat also hier größeren Einfluß auf die Gesamtkabellänge als der Umweg, den die meisten Verbindungen machen müssen. Die Bildung von größeren Knotenämtern bringt also bei verschiedenen großen Ämtern Vorteile.

Faßt man nun alle Ämter zu einem Hauptknotenamt zusammen und stellt dort sämtliche I. GW der ganzen Anlage nach Abb. 42 auf, so erhält man bei 28 Verbindungsleitungsgruppen eine Gesamtkabellänge von 53652 km.

Also sogar die Bildung eines Hauptknotenamtes bringt gegenüber der direkten Verbindung aller Ämter untereinander in diesem Beispiel Vorteile.

Ersparnisse in der Gesamtkabellänge lassen sich nun noch dadurch erreichen, daß man den Verkehr von den Knotenämtern nicht direkt zu den Peripherieämtern leitet, sondern diese Verbindungen über ein dem Peripherieamt naheliegendes Stadtamt führt, also Hilfsknotenämter bildet. Dadurch werden ebenfalls größere Bündel geschaffen, aber vor allen Dingen werden die kleinen, schlecht ausgenutzten Bündel der Peripherieämter bedeutend kürzer. Es kommt nun wieder darauf an, ob die bessere Leitungsausnutzung

Verbindungsleitungsplan von 15 Ämtern.

Nr. 1: Ämter mit je 10000, Nr. 2: Ämter mit je 5000 und Nr. 3: Ämter mit je 1000 Anschlüssen.

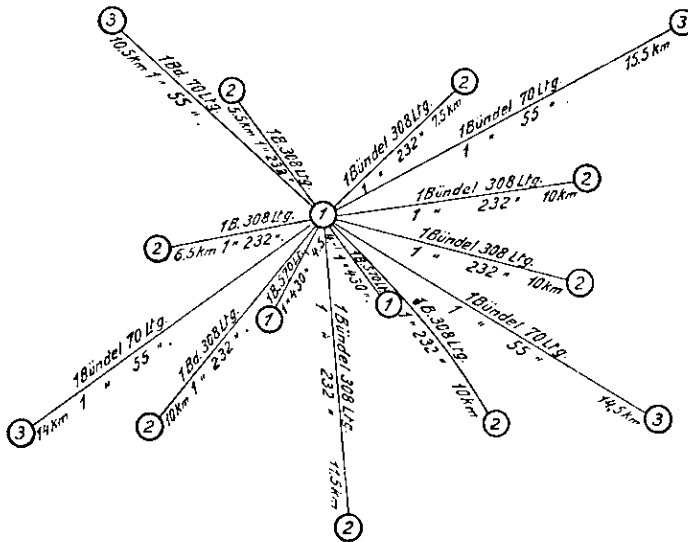


Abb. 42.

Gesamtkabellänge bei 28 Verbindungsleitungsgruppen 53 652 km.

den Mehraufwand an Leitungslänge, der durch den Umweg über das Hilfsknotenamt entsteht, überwiegt. In Abb. 43 ist die frühere Anlage mit dieser Leitungsführung gezeichnet und beträgt hierbei die Gesamtkabellänge bei 30 Verbindungsleitungsgruppen 49 191 km. Gegenüber den bisherigen Anordnungen ergibt sich daher ein kleiner Vorteil.

Man kann nun noch einen Schritt weitergehen und die von den Peripherieämtern abgehenden Leitungen ebenfalls über das Hilfsknotenamt führen, aber trotzdem die I. GW auf dem Knotenamt aufstellen. Hilfsknotenämter, die natürlich die Leitungen beliebig vieler Ämter zusammenfassen können, unterscheiden sich demnach von Knotenämtern dadurch, daß sie keine I. GW enthalten. Außer größeren Bündeln erhält man dann noch die Möglichkeit,

bei Verbindungen von Peripherieamt zu diesem Hilfsknotenamt und umgekehrt, nur die direkten Leitungen zwischen den beiden Ämtern zu benutzen, durch Anwendung der früher erwähnten einfachen Umschaltungseinrichtung, die in diesen Fällen in Tätigkeit tritt und die nicht benötigten Verbindungsleitungen freigibt. Die Gesamtkabellänge würde hierbei nach Abb. 44 48803 km betragen. Es ist also dadurch ein weiterer Vorteil erreicht worden.

Die Ämter großer Anlagen lassen sich nun auch auf andere Arten, als bisher besprochen, untereinander verbinden. Bildet man Fernsprechbezirke und verbindet man nur die Ämter eines Bezirkes untereinander, nicht aber,

Verbindungsleitungsplan von 15 Ämtern.

Nr. 1: Ämter mit je 10000, Nr. 2: Ämter mit je 5000 und Nr. 3: Ämter mit je 1000 Anschlüssen.

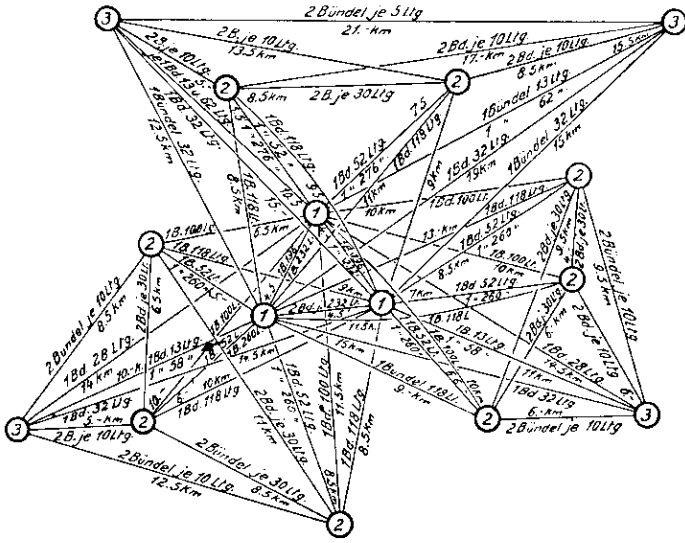


Abb. 45.

Gesamtkabellänge bei 90 Verbindungsleitungsgruppen 52695 km.

mit allen Ämtern der anderen Bezirke, sondern nur mit deren Hauptämtern, so fragt es sich, ob damit größere Vorteile zu erreichen sind als in der bisher untersuchten Anordnung. In Abb. 45 sind in der zugrunde gelegten Anlage mit 15 verschiedenen großen Ämtern solche Bezirke gebildet, und erhält man bei 90 Verbindungsleitungsgruppen eine Gesamtkabellänge von 52695 km. Bei ungleich großen Ämtern ist daher die Bildung von Fernsprechbezirken etwas günstiger als die direkte Verbindung aller Ämter, aber bei weitem nicht so günstig wie die Bildung von Knoten- und Hilfsknotenämtern.

Versucht man nun die Vorteile der Knotenämter bei Anordnung der Ämter in Fernsprechbezirke einzuführen, so fragt es sich, was dadurch erreicht wird. In Abb. 46 ist nun eine solche Anlage gezeichnet, und beträgt

bei 66 Verbindungsleitungsgruppen die Gesamtkabellänge 53542 km. Die Einführung der Knotenämter hat hierbei keine Verbesserung, sondern eine Verschlechterung gebracht. Das war eigentlich vorauszusehen, denn Knotenämter bringen nur dann Vorteile, wenn viele kleine Bündel zu größeren zusammengefaßt werden. Hierbei wurden aber große, an sich schon gut ausgenutzte Bündel zusammengefaßt, so daß Vorteile nicht erreicht werden konnten, sondern nur die Nachteile der Umwege in Erscheinung traten.

Durchbricht man nun das Prinzip der Fernsprechbezirke, indem man nicht jedes Amt mit jedem anderen Amt eines Bezirkes, sondern nur die

Verbindungsleitungsplan von 15 Ämtern.

Nr. 1: Ämter mit je 10000, Nr. 2: Ämter mit je 5000 und Nr. 3: Ämter mit je 1000 Anschlüssen.

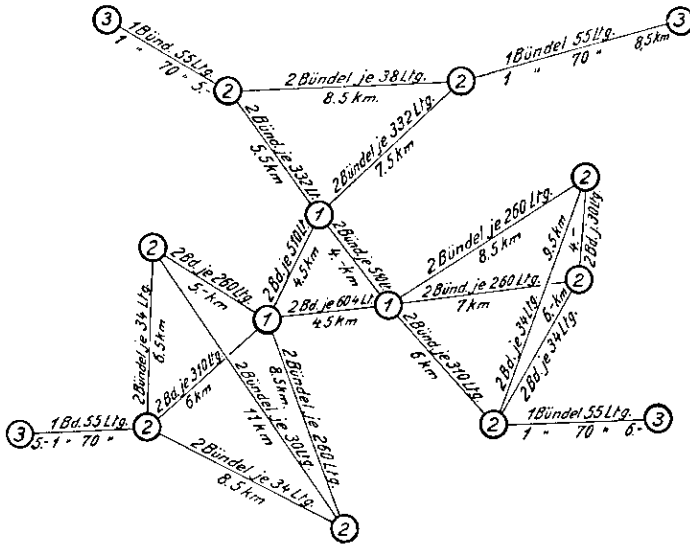


Abb. 48.

Gesamtkabellänge bei 44 Verbindungsleitungsgruppen 51940 km.

größeren Ämter in dieser Weise miteinander verbindet, während man die Verbindungsleitungen der kleineren Peripherieämter wieder über das nächste große Stadtamt führt, so erhält man nach Abb. 47 bei 60 Verbindungsleitungsgruppen eine Gesamtkabellänge von 50031 km. Durch diese Maßnahme ist also auch hierbei wieder ein Erfolg erzielt worden.

Schaltet man in der eben erörterten Anordnung wieder im Stadttinnern liegende Knotenämter ein, so erhält man bei 44 Verbindungsleitungsgruppen nach Abb. 48 eine Gesamtkabellänge von 51940 km. Wieder eine Verschlechterung, wie zu erwarten war.

Bei Anwendung gemischter Bündel ist die Bildung von Fernsprechbezirken nicht so vorteilhaft wie Knoten- und Hilfsknotenämter in der früher geschilderten Weise.

Die Ausnutzung der Leitungen läßt sich nun im selbsttätigen System bei den angenommenen kleinen Wählern noch dadurch steigern, daß man hinter den I. GW statt der unvollkommenen Bündel mit der Ausnutzung der Leitungen nach Kurve *c*, Abb. 5, vollkommene Bündel mit einer Leitungsausnutzung nach Kurve *a*, durch teilweise Anwendung von kleinen, sog. Mischwählern nach Art der II. VW schafft. Mischwähler, die sich leicht einschalten und jedem beliebigen Verkehr anpassen lassen, sind wirtschaftlich sehr betriebsicher und haben sich bisher sehr bewährt. Es würden sich dann folgende Gesamtkabellängen für alle bisherigen Untersuchungen ergeben:

Gesamtkabellänge bei vollkommenen Bündeln gleich großer Ämter:

Nach Abb. 34	101802 km
„ „ 35	90825 „
„ „ 36	107635 „
„ „ 37	117518 „

Bei Anwendung vollkommener Bündel für alle Verbindungsleitungsgruppen kommt man also auch zu demselben Ergebnis, daß bei großen Ämtern nicht in allen Fällen Vorteile beim Zusammenlegen der Verbindungsleitungen mehrerer Ämter erzielt werden, wohl aber wird auch hier wieder die Bestätigung des Grundsatzes gefunden.

Wendet man nun vollkommene Bündel bei ungleich großen Ämtern an, so kommt man zu folgendem Ergebnis:

Gesamtkabellänge bei vollkommenen Bündeln ungleich großer Ämter:

Nach Abb. 39	48476 km
„ „ 40	38652 „
„ „ 41	37940 „
„ „ 42	43634 „
„ „ 43	37915 „
„ „ 44	37602 „

Bei den Anordnungen mit Fernsprechbezirken erhält man durch Anwendung vollkommener Bündel folgende Gesamtkabellängen:

Nach Abb. 45	37614 km
„ „ 46	37047 „
„ „ 47	34731 „
„ „ 48	35435 „

Aus vorstehenden Ergebnissen wird ersehen, daß bei Anwendung durchweg vollkommener Bündel die modifizierte Anordnung mit Fernsprechbezirken, bei der natürlich ebenfalls Hilfsknotenämter angewendet werden können, günstigere Werte ergibt als die zuerst besprochene Anordnung, die aber wieder bei Verwendung gemischter Bündel Vorteile bringt. Da nun jede der beiden Anordnungen Vorteile enthält, muß von Fall zu Fall die jeweils günstigste durch Rechnung bestimmt werden.

Wohl wird die Gesamtkabellänge, wie zu erwarten war, bei Anwendung vollkommener Bündel bedeutend kleiner, doch wird an dem Ergebnis der

Untersuchung über die Zweckmäßigkeit der Anwendung von Knotenämtern nichts geändert.

Ob nun künftig bei einer großen Anlage vollkommene oder unvollkommene Bündel anzuwenden sind, muß durch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung entschieden werden, wobei zu berücksichtigen ist, daß das Amtsanlagekapital bei den hier zugrunde gelegten Wählertypen für Anlagen mit vollkommenen Bündeln nicht größer ist als dasjenige für Anlagen mit unvollkommenen Bündeln, weil die Mehrkosten der Mischwähler durch die Ersparnis an Hauptwählern ausgeglichen werden. Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung sind daher die Kosten für die Tilgung und Pflege des Mehraufwandes an Kabeln den Pflegekosten für neu hinzutretende Mischwähler, vermindert um die Pflegekosten der ersparten Hauptwähler, gegenüberzustellen. In

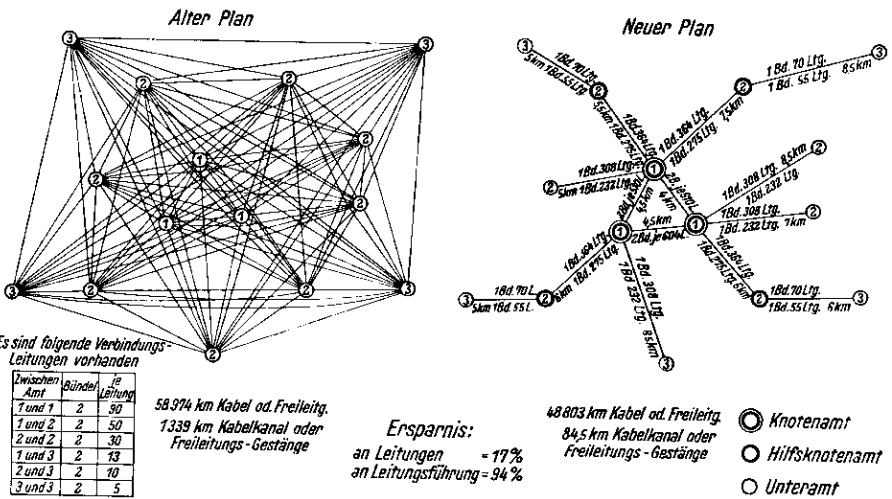


Abb. 49. Gegenüberstellung der Netze.

der Praxis wird man beide Arten von Bündeln anwenden. Für kurze Leitungstrecken wird man unvollkommene Bündel, für lange Strecken vollkommene Bündel zur Anwendung bringen.

Eine bessere Ausnutzung der Leitungen als in vollkommenen Bündeln ist durch keine Maßnahme möglich; also auch nicht mit den größten Wählern. Da sich nun vollkommene Bündel jeder Größe, auch bei Anwendung kleiner Hauptwähler, in sehr einfacher Weise ohne Mehraufwand an Kosten leicht erreichen lassen, so ist die Einführung großer Hauptwähler mit vielen Kontakten nicht erforderlich.

Für das Verbindungsleitungsnetz großer Fernsprechanlagen kann man auf Grund der obigen Untersuchungen folgendes festlegen:

Zunächst sind die Verbindungsleitungen der Peripherieämter, unabhängig von deren Größe und unabhängig von der Art der verwendeten Bündel, unbedingt mit den nächsten Stadtämtern, auch bei der Bildung von Fern-

sprechbezirken, zusammenzufassen nach dem früher aufgestellten Grundsatz. Dann ist von Fall zu Fall zu untersuchen, ob die weitere Bildung von Knotenämtern und Hilfsknotenämtern Vorteile für die Gesamtkabellänge zur Folge hat.

Knotenämter bringen außer Leitungersparnis eine große Vereinfachung des Kabelnetzes, wie die Beispiele zeigen. Sind alle Ämter durch Verbindungsleitungen verbunden, so entsteht ein sehr schwer zu überschendes Leitungsnetz; werden aber Knotenämter eingeführt, so wird das Leitungsnetz sofort sehr klar, wie die Gegenüberstellung der Netze in Abb. 49 erkennen läßt.

Wird nun die aus der Untersuchung sich ergebende Erkenntnis auf einen praktischen Fall, z. B. Groß-Berlin mit seinen vielen verschiedenen Ämtern,

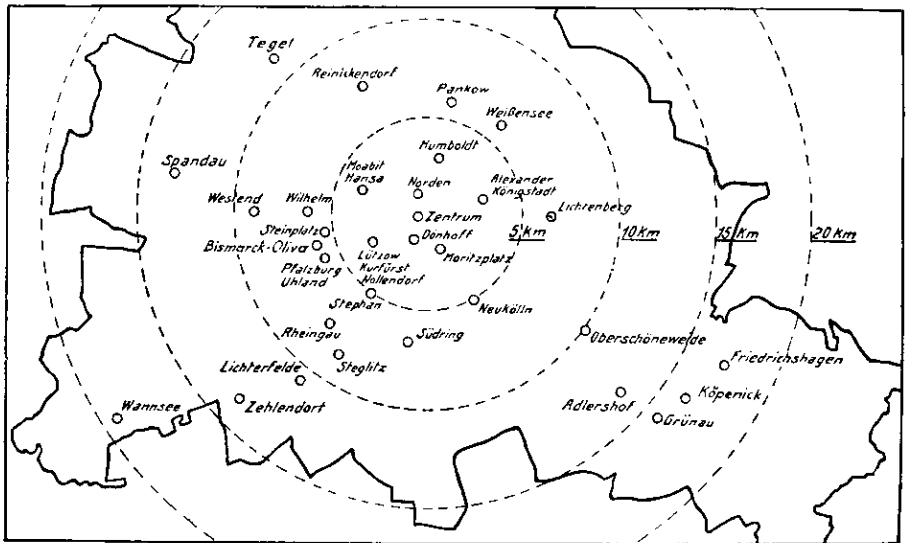


Abb. 50. Lageplan der Fernsprechämter „Groß-Berlin“.

seinem ganz verschiedenen Verkehr und seinen verschiedenen gegenseitigen Interessen der Ämter, direkt angewendet, so fragt es sich, was hier für ein Ergebnis erzielt wird.

Groß-Berlin hatte früher beim Beginn der Automatisierung 32 Ämter, wie aus Abb. 50 zu ersehen ist, mit zusammen etwa 178000 Teilnehmern, deren Verkehr zwischen 0,5 bis 3,6 Rufen in der Hauptverkehrsstunde schwankt, bei einer mittleren Rufdauer von etwa 2,5 min. Alle Ämter waren früher nahezu untereinander, wie in Abb. 34 dargestellt, durch Verbindungsleitungen verbunden, und die Verbindungen wurden durch Beamtinnen im Verbindungsverkehr, teilweise mit Hilfe von Dienstleitungen bei den großen Ämtern, teilweise durch Anrufbetrieb bei den kleineren Ämtern, hergestellt. Wurden alle tatsächlich vorhandenen Verbindungsleitungen zusammengerechnet, so ergab sich bei 1017 Verbindungsleitungs-

gruppen eine Gesamtlänge von etwa 98200 km. Dazu war die Gesamtlänge aller Dienstleitungen von etwa 2400 km hinzuzurechnen, so daß mit einer Gesamtkabellänge von 100600 km für den Handbetrieb zu rechnen war.

Bei Anwendung des bisherigen Ergebnisses der Untersuchungen auf den vorliegenden Fall wird man zunächst, wie angegeben, die Verbindungsleitungen der Peripherieämter mit denen der nächsten Stadtämter zusammenlegen müssen und dann untersuchen, ob die weitere Bildung von Knotenämtern Vorteile bringen würde. Die notwendigen umfangreichen Rechnungen sind nun für Groß-Berlin sorgfältig durchgeführt worden unter Zugrundelegung der in Abb. 5 dargestellten Ausnutzungskurven für vollkommene und unvollkommene Bündel des für jedes Amt in Betracht kommenden Verkehrs der tatsächlichen gegenseitigen Interessen und des vorhandenen Lokalverkehrs der Ämter. Um die günstigste Zahl von Knotenämtern für Groß-Berlin zu ermitteln, sind die Rechnungen für verschiedene Zahlen von Knotenämtern ausgeführt worden, und zwar sind 5, 10 und 15 derartige Ämter angenommen worden.

Als Knotenämter sind für die verschiedenen Anordnungen folgende Ämter zugrunde gelegt:

a) Bei 5 Knotenämtern: 1. Zentrum; 2. Lützwow, Kurfürst, Nollendorf; 3. Alexander, Königstadt; 4. Pfalzburg, Uhland; 5. Stephan.

b) bei 10 Knotenämtern: 1. Zentrum; 2. Lützwow, Kurfürst, Nollendorf; 3. Alexander, Königstadt; 4. Pfalzburg, Uhland; 5. Moritzplatz; 6. Steinplatz; 7. Oberschöneweide; 8. Reinickendorf; 9. Humboldt; 10. Steglitz.

c) bei 15 Knotenämtern: 1. Zentrum; 2. Lützwow, Kurfürst, Nollendorf; 3. Alexander, Königstadt; 4. Pfalzburg, Uhland; 5. Moritzplatz; 6. Steinplatz; 7. Oberschöneweide; 8. Stephan; 9. Rheingau; 10. Lichterfelde; 11. Wilhelm; 12. Moabit, Hansa; 13. Norden; 14. Pankow; 15. Lichtenberg.

Bei der Rechnung haben sich für die verschiedenen Fälle bei gemischten und bei vollkommenen Bündeln folgende Gesamtkabellängen ergeben:

a) Bei Anwendung vollkommener und unvollkommener Bündel:

Bei 5 Knotenämtern	70247 km
„ 10 „	61015 „
„ 15 „	61279 „

b) Bei Anwendung vollkommener Bündel:

Bei 5 Knotenämtern	51473 km
„ 10 „	46276 „
„ 15 „	46665 „

Für Groß-Berlin würde also die Bildung von 10 Knotenämtern, sowohl für gemischte als auch für vollkommene Bündel, am vorteilhaftesten sein, wobei sehr viel Leitungsmaterial gespart werden würde.

Wird nun noch eine Anzahl Hilfsknotenämter gebildet, so sind noch weitere Ersparnisse zu erwarten. In der günstigsten Anordnung mit 10 Knotenämtern sind noch folgende Hilfsknotenämter gebildet worden: 1. Wilhelm; 2. Lichterfelde; 3. Adlershof.

Die Rechnung ergibt dann bei Anwendung gemischter Bündel eine Gesamtkabellänge von 60769 km, bei vollkommenen Bündeln von 46007 km.

Knoten- und Hilfsknotenämter bringen also auch bei dem praktischen Fall Groß-Berlin eine bedeutende Kabelersparnis.

Auf das Gesamtobjekt bezogen, scheinen Hilfsknotenämter keinen großen Einfluß zu haben, weil die vielen großen Leitungsbündel der Knotenämter nicht dadurch beeinflußt werden. Wenn aber der Einfluß der Knotenämter nur auf ihren Bezirk bezogen wird, so tritt ein größerer Einfluß doch in Erscheinung. Für Groß-Berlin haben die Hilfsknotenämter bis über 10% Ersparnisse ihres Bezirkes gebracht.

Demnach lassen sich folgende Grundsätze aufstellen:

1. An der Peripherie sind die vielen kleinen Verbindungsleitungsbündel der Peripherieämter jeder Größe zusammenzulegen und als ein Bündel über das nächste Stadtamt zu führen, wodurch Knoten- und gegebenenfalls auch Hilfsknotenämter entstehen.

2. Im Innern der Stadt sind Fernsprechbezirke mit zweckmäßig gelegenen Bezirksknotenämtern zu bilden, über die der ankommende Verkehr zu den Bezirken geleitet wird.

Bezirksknotenämter.

Es ist nun die Frage aufzuwerfen, wo sollen die Knotenämter in ihrem Bezirk liegen und wie viele sind zweckmäßig je Bezirk vorzusehen. Diese Frage soll an einem besonderen Beispiel untersucht werden.

Große Stadtämter können dann direkt miteinander verbunden werden, wenn mindestens 100 Leitungen in einem Bündel für den Verkehr erforderlich sind, was einem Verkehrswert von 50 bis 75 TC-Stunden in der Hauptverkehrsstunde entspricht, je nachdem ob unvollkommene oder vollkommene Bündel verwendet werden. Dieser Wert wird aber bei direkten Leitungen der Ämter untereinander nur in wenigen Fällen erreicht. Legt man für die weiteren Untersuchungen eine große Anlage, z. B. mit 25 Ämtern, zu je 10000 Teilnehmern der Betrachtung zugrunde, mit starkem Verkehr von etwa 20 Rufen je 1,5 min bei 12% Konzentration, unter Voraussetzung gleichmäßiger Interessen, so würde sich nur ein Verkehrswert zwischen je 2 Ämtern von 24 TC-Stunden in der Hauptverkehrsstunde ergeben, wozu 50 Leitungen bei Mischung und Staffelung von 10er-Bündeln erforderlich sind. Der Minimalverkehrswert, bei dem direkte Verbindungsleitungen zulässig sind, kann erreicht werden, wenn mehrere Ämter zu 10000 Teilnehmern in einem Gebäude vereinigt sind und gemeinsame Bündel zu anderen Ämtern benutzen. Bei zwei Ämtern entstehen 48 TC, die 100 Leitungen zu anderen Ämtern erfordern. Diese Fälle sind aber selten. Viel wirkungsvoller und ohne jeden Nachteil ist die Bildung von Bezirksknotenämtern, wie schon beschrieben wurde. Werden im Stadttinnern Fernsprechbezirke von etwa gleicher Größe gebildet, wobei unter Größe die im Be-

zirk enthaltene Teilnehmerzahl unter Berücksichtigung des Teilnehmerzu-
ganges verstanden wird, so wird die Forderung nach großen Bündeln sofort
erfüllt. Nehmen wir in dem zugrunde gelegten Beispiel 5 Bezirksknoten-
ämter an, so steigt der Verkehrswert der Bündel von den Stadtämtern zu
den Bezirksknotenämtern in allen Fällen auf etwa $5 \cdot 24 = 120$ TC-Stunden
an. In Abb. 51 ist das Beispiel dargestellt, und sind die Bezirke mit A
bis E bezeichnet. Bezirksknotenämter, Knotenämter und Unterämter sind
durch verschiedene Stricharten kenntlich gemacht. Die Ämter werden durch
den Bezirksbuchstaben und durch die eingeschriebene Zahl bezeichnet; z. B.
A 3 oder B 5. Wären alle Ämter nach der alten Methode untereinander
verbunden, so wären, wie vorher errechnet, nur 50er-Bündel vorhanden.

Werden aber 5 Bezirke mit je
einem Bezirksknotenamt gebildet,
so verlaufen die Bündel von allen
Stadtämtern zunächst zu den Be-
zirksknotenämtern der fremden
Bezirke in 240er-Bündeln, dann
von den Bezirksknotenämtern zu
den Ämtern des eigenen Bezirkes
in 1000er-Bündeln, wie in Abb. 51
in den Bezirken A und C darge-
stellt ist. Nur die Bündel der
anderen Ämter eines Bezirkes,
die direkt untereinander verbun-
den sind, werden nicht beeinflußt,
so daß auch weiterhin nur 50er-Bün-
del vorhanden sind; z. B. C 2 nach
C 3 und A 4 nach A 5. Diese Lei-
tungen sind aber nur kurz, weil
sie nur zu Nachbarämtern ver-
laufen, während die langen Leitungen
aus anderen Bezirken durch die
Bildung großer Bündel gut ausgenutzt
werden.

Die Ausnutzung der kurzen Leitungen innerhalb der Bezirke läßt sich
nun ebenfalls noch steigern. Wendet man den zuerst aufgestellten Grundsatz
an und legt die Bündel der an der Peripherie liegenden Ämter zusammen
und führt diese zu dem nächsten Stadtamt, das dann Knotenamt wird, z. B.
C 4 nach C 2 und C 5 nach C 3, so bedeutet dies dasselbe, als wenn die Knoten-
ämter C 2 und C 3 nicht nur je 10000, sondern 20000 Teilnehmer hätten.
Damit steigt die Verbindungsleitungszahl zwischen den Knotenämtern C 2
und C 3 von 50 Leitungen auf 200 Leitungen an. Im Bezirk E sind die Bündel
nicht zusammengelegt, demzufolge auch zwischen den Ämtern E 2, E 3, E 4,
E 5 nur 50er-Bündel verlaufen.

Die Bildung von Bezirken mit Bezirksknotenämtern und mit Knoten-
ämtern ist daher sehr vorteilhaft. Die Lage der Bezirksknotenämter muß
aber zweckmäßig gewählt werden, damit nicht der durch die Führung der

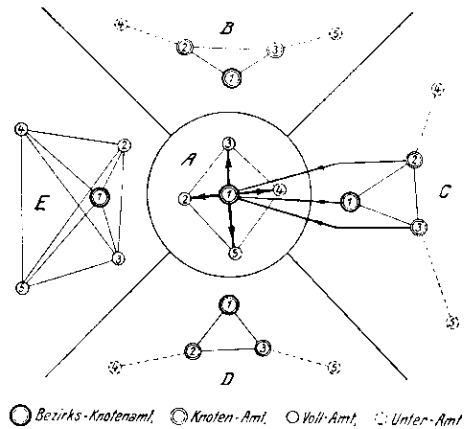


Abb. 51. Fernsprechbezirke und Knotenämter
einer großen Anlage,
mit einem Knotenamt je Bezirk.

Verbindungen über das Bezirksknotenamt entstehende Umweg die durch die größeren Bündel erreichte bessere Leitungsausnutzung aufzehrt.

Zur Aufstellung der Wähler des Bezirksknotenamtes kann zunächst ein beliebiger Raum im Bezirk gewählt werden, weil Teilnehmer an dieses Amt nicht angeschlossen werden und deshalb Fragen über Teilnehmersdichte usw. ausscheiden. Zweckmäßig wird man aber das Bezirksknotenamt in das Gebäude eines vorhandenen Stadtamtes legen, um die Bündel des Stadtamtes mit denen des Bezirksknotenamtes zu vereinigen, besondere Verbindungsleitungsgruppen zu ersparen und um das Personal, die Kabelanlage, Kraftanlage usw. dieses Amtes mitverwenden zu können. Bildet der Bezirk einen

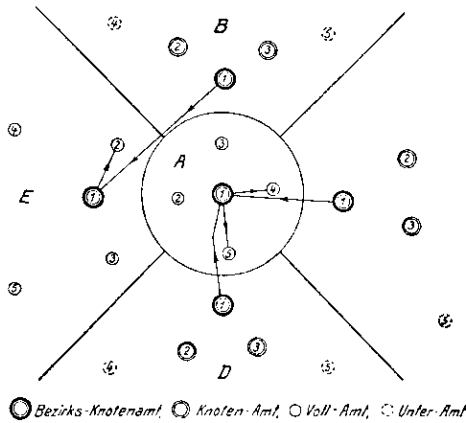


Abb. 52. Fernsprechbezirke und Knotenämter einer großen Anlage, mit einem Knotenamt je Bezirk.

Kreisektor, liegt er also an der Peripherie, so wird zweckmäßig ein Amt des Bezirkes gewählt, das möglichst nahe dem Stadtinnern, also im Bereich der größten Teilnehmersdichte liegt. In den Bezirken des Stadtinnern wird man zunächst ein Amt als Bezirksknotenamt wählen, das ebenfalls im Bereich der größten Teilnehmersdichte liegt. Das ist aber nicht immer richtig. In manchen Fällen wird es vielmehr zweckmäßig werden, das Knotenamt pro Bezirk aufzuteilen und mehrere Bezirksknotenämter zu bilden, d. h. die Wähler des Bezirksknotenamtes auf mehrere Ämter zu verteilen.

In Abb. 52 ist das frühere Beispiel nochmals gezeichnet und sind einige für die Betrachtung charakteristische Verbindungen eingetragen. Verläuft z. B. eine Verbindung von D 1 nach A 5, so muß diese Verbindung auf einem recht großen Umweg über das Bezirksknotenamt A 1 geführt werden; verläuft weiter eine Verbindung von C 1 nach A 4, so geht diese Verbindung ebenfalls erst über A 1. Verläuft eine andere Verbindung von B 1 nach E 2, so muß diese Verbindung über das Bezirksknotenamt E 1 geführt werden. Verfolgt man den Plan weiter, so findet man noch eine ganze Reihe derartiger recht unwirtschaftlicher Umwege. Alle diese Umwege sind leicht zu vermeiden, wenn man das Bezirksknotenamt auflöst und mehrere Knotenämter pro Bezirk bildet, wie es in Abb. 53 für dieselbe Studienanlage angegeben ist. Die GW des Bezirksknotenamtes für den Bezirk A werden von A 1 entfernt und auf die Ämter A 2, A 3, A 4 und A 5 verteilt, derart, daß der Verkehr aus den anderen Bezirken stets zu dem nächsten Amt des Bezirkes A verläuft, wo die Wähler für den Verkehr aus dieser Richtung aufgestellt werden. Es gehen daher die betrachteten Verbindungen stets direkt zu den entsprechenden Ämtern, so daß die großen Umwege vermieden werden. Durch diese Maß-

nahme werden außerdem noch die Bündel A 5 nach A 4 und A 5 nach A 2 vergrößert, weil der Verkehr z. B. von D 1 nach A 4 über A 5 verläuft, also diesen Weg benutzt. Die übergroßen Bündel zwischen dem einen Bezirksknotenamt und den Stadtämtern werden dadurch etwas verkleinert, dafür aber die Bündel zwischen den früheren Stadtämtern vorteilhaft vergrößert.

In den zentral gelegenen Bezirken, hier A, wird sich die Aufteilung des Bezirksknotenamtes ohne weiteres empfehlen, aber auch in den Bezirken, die einen Sektor bilden, ist unter Umständen eine Aufteilung des Bezirksknotenamtes vorteilhaft, wie der Bezirk E deutlich erkennen läßt, wo neben E 1 auch E 2 und E 3 als Bezirksknotenämter ausgebildet sind. Mehrkosten an Apparaten entstehen durch derartige Maßnahmen nicht, denn die Zahl der erforderlichen Wähler ist dieselbe wie früher, die Wähler werden nur zweckmäßiger verteilt und in anderen Ämtern aufgestellt. Neue Verbindungsleitungsgruppen entstehen ebenfalls nicht, sondern die vorhandenen Gruppen werden nur anders verteilt und teilweise vorteilhaft in der Größe verändert. Der Raumbedarf für die Knotenamtseinrichtungen des Bezirkes ist natürlich ebenfalls derselbe, er wird nur auf mehrere Ämter verteilt. Es ist vollkommen unnötig, die zu einem Bezirksknotenamt gehörenden GW in einen bestimmten Raum gemeinschaftlich hineinzustellen, sondern es empfiehlt sich, wie nachgewiesen wurde und sich aus den Abbildungen ergibt, eine zweckmäßige Aufteilung des Bezirksknotenamtes und Verteilung der Wähler auf mehrere Ämter. Man vermeidet dadurch kostenlos die unwirtschaftlichen Umwege und steigert außerdem die Leitungszahlen und damit die Leistung gewisser Bündel innerhalb des Bezirkes. Bei der praktischen Anwendung sind die örtlichen Verhältnisse, vorhandene Kabel usw. zu berücksichtigen.

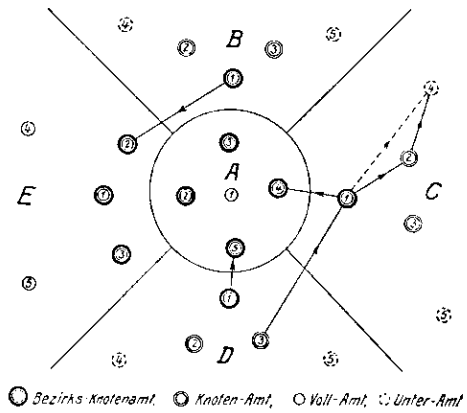


Abb. 53. Fernsprechbezirke und Knotenämter einer großen Anlage, mit mehreren Knotenämtern je Bezirk.

Zu den bisherigen Grundsätzen kommt nach diesen Ausführungen noch folgender hinzu:

3. Die Wähler des Bezirksknotenamtes können unter Umständen auf mehrere Stadtämter des Bezirks verteilt, und gegebenenfalls mehrere Bezirksknotenämter pro Bezirk gebildet werden.

Bisher ist der von den Ämtern abgehende Verkehr untersucht worden. Um für den von den Bezirksknotenämtern zu den Ämtern des eigenen Bezirkes

ankommenden Verkehr dieselbe vorteilhafte Netzgestaltung zu erreichen, ist folgendes zu beachten:

Wenn eine Verbindung in Abb. 53 beispielsweise von D 3 nach C 4 geht, so verläuft die Verbindung zunächst von D 3 nach C 1 und von da aus entweder über C 2 nach C 4 oder direkt nach C 4. Im letzteren Falle hat man wieder getrennte Bündel; es ist also der Weg über C 2 nach C 4 vorzuziehen. Das ist solange ohne weiteres möglich, solange C 4 ein Teil von C 2 ist und beide zusammen nicht mehr als 10000 Teilnehmer haben. Die Summe der Teilnehmer eines Knotenamtes und seiner Unterämter darf also 10000 nicht

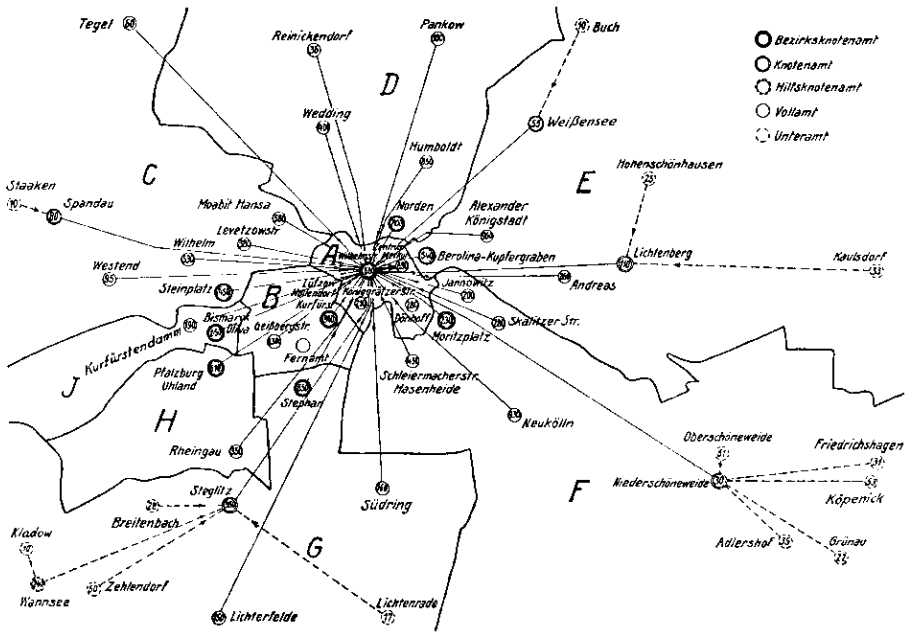


Abb. 54. Berlin mit einem Knotenamt je Bezirk.

überschreiten. In unserem Beispiel trifft das nicht zu, denn jedes Amt soll für sich schon 10000 Teilnehmer enthalten. Will man auch in dem Falle, wo die Summe aller Teilnehmer eines Knotenamtes mit den Unterämtern mehr als 10000 beträgt, zusammengelegte Bündel verwenden, so muß das System nach dieser Richtung hin um eine Stelle erweitert werden. Es wird daher aus einer 10000er-Gruppe eine 100000er. In unserem Beispiel würde dann das Amt C 2 C 21 heißen und C 4 C 24. Es können dann aber noch weitere 8 Unterämter zu je 10000 Teilnehmer an C 2 angeschlossen werden. Man kann daher den Grundsatz 4 aufstellen:

4. Wenn für den ankommenden Verkehr die Bündel mehrerer Ämter zusammengelegt werden sollen, so müssen die Unterämter eine Gruppe ihres

Knotenamt sein und die Summe aller Anschlüsse darf nicht mehr als 10000 betragen. Ist das nicht der Fall, so muß diese Gruppe um eine Stelle, d. h. auf 100000, erweitert werden.

Die gefundenen Grundsätze sollen nun auf den praktischen Fall „Groß-Berlin“ angewendet werden. Groß-Berlin erhält ein Millionersystem und ist zu diesem Zweck in 9 Bezirke zu je 100000 Teilnehmer eingeteilt. Die Bezirke sind so gewählt, daß bei der voraussichtlichen Entwicklung überall etwa die gleichen Nummernreserven vorhanden sind. Sie sind mit Buchstaben bezeichnet und werden gewählt mit einem Nummernschalter, der neben der Nummer noch einen Buchstaben für jede Öffnung enthält. Eine Teilnehmernummer hat z. B. die Form B 3 Nollendorf 3625, worin B 3 das Amt Nollendorf und 3625 die Nummer des Teilnehmers in diesem angibt. Gewählt wird nur B 3 3625. In Abb. 54 sind die Berliner Bezirke mit ihren Ämtern eingetragen und ist in jedem Amt der Verkehrswert angegeben, der etwa im Jahre 1930 in diesem Amt in der Hauptverkehrsstunde entstanden war. Der Verkehrswert ist als Bezeichnung der Amtsgröße gewählt worden, weil durch diesen die Verbindungsleitungszahl bestimmt wird und nicht durch die Teilnehmerzahl. Für 1930 sind 51 Ämter teilweise bis zu drei 10000er-Gruppen mit 363000 Teilnehmern mit einer Zunahme des Verkehrs gegenüber den früheren Berechnungen von 1921 von 10% angenommen worden.

Der Aufbau des Leitungsnetzes ist nach folgenden Gesichtspunkten erfolgt: Alle Stadt- oder Vollämter eines Bezirkes sind untereinander direkt verbunden, wobei Knotenämter im Bezirk ebenfalls zu Vollämtern rechnen.

Das Bezirksknotenamt ist gewöhnlich auch ein Vollamt und wird daher in gleicher Weise behandelt. Von allen Voll- und Knotenämtern eines Bezirkes gehen Verbindungsleitungen zu den Bezirksknotenämtern aller anderen Bezirke. Unterämter und Hilfsknotenämter, die bekanntlich nicht alle Wählerstufen enthalten und nur mit einem Leitungsstrang, bestehend aus einem abgehenden und einem ankommenden Leitungsbündel, mit ihrem Knotenamt verbunden sind, haben daher keine direkten Verbindungen mit den Bezirksknotenämtern. Alle diese verschiedenen Amtsarten sind in dem Bilde durch verschiedene Zeichnungsart deutlich zu erkennen. In der Abb. 54 sind der Übersichtlichkeit wegen nur die Leitungen eingetragen, die benutzt werden, wenn die Teilnehmer aller Ämter das Amt A 6 Merkur wählen. Ein ähnliches Schema entsteht, wenn man die Leitungen für die Wahl von B 3 Nollendorf oder von C 5 Hansa einträgt.

Für die Berechnung des erforderlichen Leitungsbedarfes ist angenommen, daß die gegenseitigen Interessen sich gleichmäßig entsprechend dem entstehenden Verkehr gestalten und daß in jedem Amt so viel Verkehr ankommt, als auch entsteht. Das Netz sei nach den bisher für große Netze aufgestellten Grundsätzen zunächst nur mit einem Bezirksknotenamt pro Bezirk entwickelt. Es wird später zu untersuchen sein, wie groß die Ersparnis durch Aufteilung der Bezirksknotenämter und stärkere Zusammenfassung der

Peripherieämter wird. Zunächst seien als Knotenämter pro Bezirk folgende Stadtämter angenommen:

Für Bezirk A	Knotenamt	Wilhelmstraße,
„ „ B	„	Lützow,
„ „ C	„	Steinplatz,
„ „ D	„	Norden,
„ „ E	„	Berolina,
„ „ F	„	Moritzplatz,
„ „ G	„	Stephan,
„ „ H	„	Pfalzburg,
„ „ J	„	Bismarck.

Es werden zwischen den Unterämtern, Hilfsknoten- und Knotenämtern für abgehenden Verkehr vollkommene, für ankommenden Verkehr und für den Verkehr der Stadtämter unvollkommene Bündel, gebildet aus gestaffelten und gemischten 10er-Bündeln, angenommen. Die vollkommenen Bündel sind in dem Bilde gestrichelt, die unvollkommenen Bündel sind voll gezeichnet. Der Lokalverkehr aller Ämter, auch der Unterämter, soll in keinem Falle Verbindungsleitungen beanspruchen. Unter Zugrundelegung dieser Bedingungen werden für das gesamte Berliner Netz jedoch nur für den Verbindungsverkehr, also ohne Teilnehmerleitungen,

171 826 km Leitungslänge,

1 892 km Leitungsführung und

418 km Verbindungsleitungsgruppen erforderlich.

Es sollen nun auf das vorliegende Berliner Netz die aufgestellten Grundsätze weiter durchgeführt werden. Ein Teil der Bezirksknotenämter wird erweitert und die Wähler auf mehrere Ämter verteilt.

Im Bezirk A auf Zentrum, Dönhoff, Wilhelm- und Königgrätzer Straße,

„ „ B „ Lützow- und Geisbergstraße,

„ „ C „ Steinplatz und Moabit,

„ „ F „ Jannowitzbrücke, Moritzplatz und Hasenheide,

„ „ H „ Pfalzburg und Rheingau.

Aus Abb. 55 ist das zu ersehen. Weiter soll der Grundsatz 1 schärfer angewendet werden, indem die Verbindungsleitungen der Peripherieämter noch weiter als es bisher schon geschehen ist, zusammengefaßt werden. Dadurch entstehen weitere Knoten- und Hilfsknotenämter, und zwar folgende:

Im Bezirk C Knotenamt Wilhelm und Hilfsknotenamt Spandau,

„ „ D „ Norden und Hilfsknotenamt Wedding und Humboldt,

„ „ E „ Alexander und Hilfsknotenamt Weissensee und Lichtenberg,

„ „ F „ Neukölln und Hilfsknotenamt Niederschöne- weide,

„ „ G „ Steglitz und Südring und Hilfsknotenamt Wannsee.

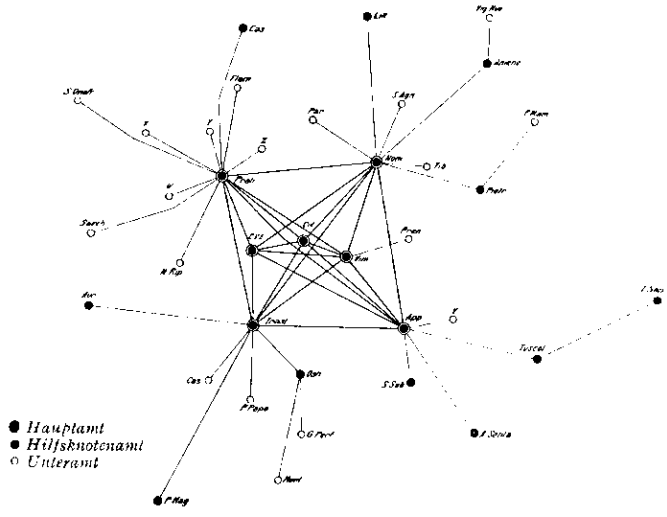


Abb. 56. Vorschlag für das Netz Rom.

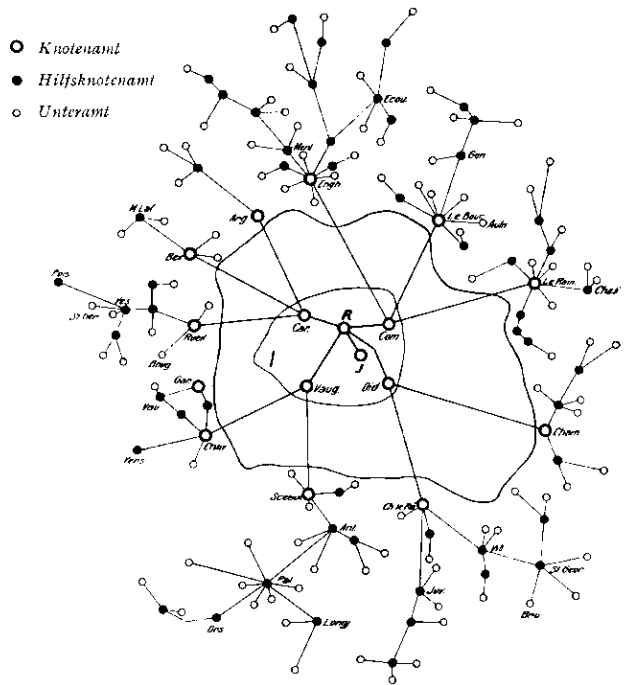


Abb. 57. Vorschlag für das Netz Paris-Regional.

Die 4 gefundenen Grundsätze auf andere Netze übertragen, ergeben folgende Vorschläge.

Abb. 56 zeigt die projektierte Netzgestaltung von Rom, die entworfen ist nach den gleichen Richtlinien mit den besonders an der Peripherie zusammengefaßten Bündeln. Orts- und Fernverkehr verlaufen über die gleichen Verbindungsleitungen, so daß hierfür keine Unterteilung der Leitungen vorgesehen ist.

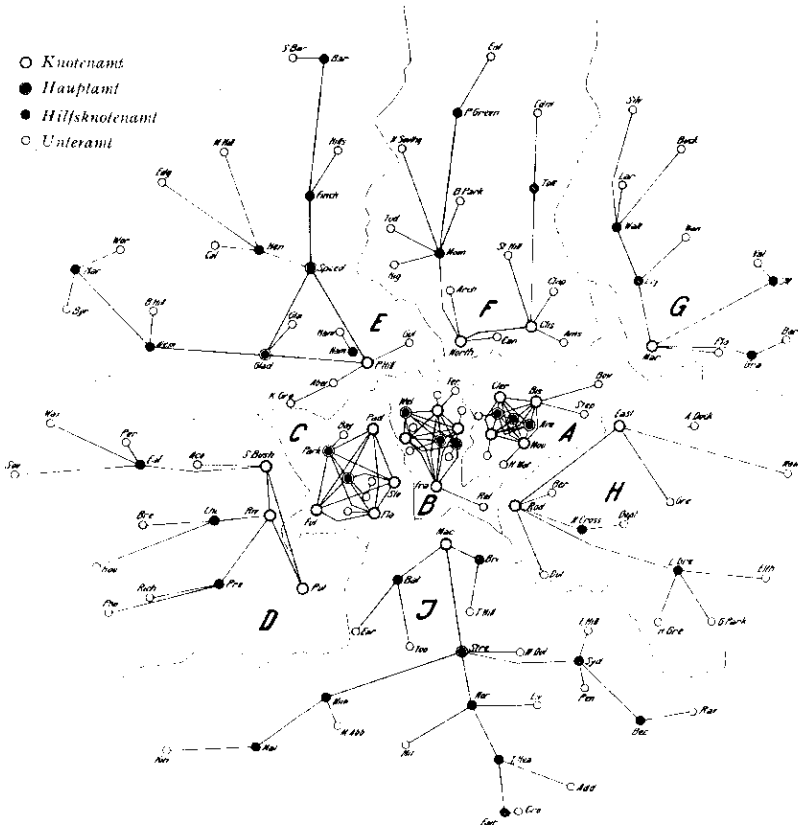


Abb. 58. Vorschlag für das Netz London.

Abb. 57 zeigt die vorgeschlagene Netzgestaltung der Umgebung von Paris. Im Stadtinnern von Paris ist noch jedes Amt mit jedem anderen Amt verbunden, was wirtschaftlich möglich ist, wenn es sich um große Ämter mit großen Leitungsbündeln handelt. Die Netzgestaltung der Umgebung von Paris, wo kleinere Ämter vorhanden sind, ist nach modernen Gesichtspunkten entwickelt und vorgeschlagen worden. Man sieht in allen Fällen deutlich die Zusammenfassung der Bündel und Führung derselben über Knotenämter und Hilfsknotenämter sowie die Vermeidung von Querverbindungen. Querverbindungen sind natürlich möglich, aber im allgemeinen

nur wirtschaftlich, wenn es sich um große Bündel handelt, die meistens nicht vorhanden sind; die besonderen zulässigen Fälle werden später behandelt.

Abb. 58 zeigt einen Entwurf für Groß-London, der ebenfalls entwickelt ist nach diesen Grundlagen mit Knoten- und Hilfsknotenämtern, der natürlich in Einzelheiten unter Berücksichtigung der vorliegenden besonderen örtlichen Verhältnisse noch verbesserungsfähig sein wird. Für London konnten 9 Bezirke angenommen werden, von denen jeder Knotenämter, Hilfsknotenämter und Unterämter besitzt. Man könnte zunächst die Frage aufwerfen, ob 9 Bezirke richtig sind. Frühere Rechnungen haben ergeben, daß das Minimum der Netzkosten nicht bei 5 und nicht bei 15 Bezirken liegt, sondern etwa in der Mitte. Auch hier scheint die Zweckmäßigkeit des dekadischen Systems zum Ausdruck zu kommen. Die Zusammenfassung der Leitungen und die Vermeidung von Querverbindungen kommt auch hier besonders an der Peripherie zum Ausdruck, wo die Ämter grundsätzlich nur je 1 Bündel für ankommenden und abgehenden Verkehr besitzen. Es sind nur die Verbindungen innerhalb der Bezirke gezeigt, zwischen den Bezirken verlaufen die Verbindungen wieder über Knotenämter.

Querverbindungen.

Der Netzaufbau großer Anlagen erfolgt normalerweise in der bisher beschriebenen Art ohne Querverbindungen. Es können aber unter Umständen Fälle eintreten, wo Querverbindungen eine gewisse Berechtigung haben, z. B. wenn schon brauchbare Leitungen vorhanden sind, die für den Verkehr mitbenutzt werden können. Allgemein kann man über Querverbindungen sagen, daß sie dann berechtigt sind, wenn es sich um große Bündel mit guter Ausnutzung handelt. In diesen Fällen wäre aber zu prüfen, ob der Netzaufbau sich nicht zweckmäßiger gestalten ließe, indem man den Hauptverkehr in der Richtung der Querverbindungen führt. Sind Querverbindungen schon vorhanden, deren weitere Unterhaltung billig ist, so daß ihre Aufrechterhaltung gerechtfertigt erscheint, so können diese zunächst beibehalten werden. Eine künftige Erweiterung dieser Querverbindungen wird sich wohl nicht immer empfehlen, weil der Weg über die Knotenämter infolge der größeren Bündel billiger sein wird. Die Einfügung der Querverbindungen in den Netzplan und den Verbindungsaufbau macht keine Schwierigkeiten. Der Verbindungsaufbau bei Vorhandensein von Querverbindungen wird später gezeigt, wo in dem Unteramt und dem Hilfsknotenamt die Einschaltung der Querverbindungen durch die Umsteuerwähler zu ersehen sein wird. Die Steuerung der Umsteuerwähler für die verschiedenen Richtungen wird durch das Mitlaufwerk kontrolliert. Es wird dann der Verbindungsaufbau so vorgesehen, daß die Benutzung der Querverbindungen durch Umsteuerung mit Hilfe des Mitlaufwerkes nur dann erfolgt, wenn Querverbindungen frei sind. Im anderen Falle verläuft die Verbindung ohne Umsteuerung über die Knotenämter. Man erreicht damit zwanglos eine automatische Umleitung der Verbindungen und eine Leistungssteigerung der Querverbindungen, die dann

gewissermaßen mit zum Hauptbündel gehören. Mit dem zunehmenden Ausbau der Anlagen können die Querverbindungen aber immer mehr und mehr an Bedeutung verlieren und schließlich, wenn die Unterhaltung sich nicht mehr lohnt, abgebrochen werden. Bei der wirtschaftlichen Beurteilung der Querverbindungen steht gegenüber die wohl kürzere Leitungslänge, dafür aber die teurere Leitungsführung. Will man die Leitungsführung dadurch umgehen, daß man die Querverbindungen über die Hauptstrecken führt, so erreicht man keinen besonderen Vorteil, weil an Leitungslänge gegenüber dem Netzplan ohne Querverbindungen nichts gewonnen wird, wohl aber wird die Zahl der Leitungen durch die Zersplitterung der Bündel vergrößert. Führt man die Querverbindungen aber direkt über eine neue Leitungsführung, so ist unter Umständen die Leitungsführung viel teurer als die Leitungen selbst, weil es sich im allgemeinen nur um kleine Bündel mit wenigen Leitungen handelt. Man kann bei der Untersuchung über die Einführung von Querverbindungen sagen, was an Leitungen gewonnen wird, geht an Leitungsführung verloren und umgekehrt. Querverbindungen sind daher beim Neuaufbau eines Netzes nicht zweckmäßig; im alten Netz können sie evtl., wenn es sich tatsächlich lohnen sollte, zunächst noch weiter verwendet werden. Wirtschaftlich lassen sich Querverbindungen nur rechtfertigen, wenn sie, wie beschrieben, im Umgehungsverkehr betrieben werden.

Bündel verschiedenartigen Verkehrs.

Um nun den geringsten Leitungsaufwand auch für die Verbindungsleitungen aller Ämter mit dem Fernamt zu ermitteln, sind folgende Untersuchungen anzustellen.

Für die Führung der Verbindungen gibt es drei Fälle:

1. Man hat ein vom Ortsnetz vollkommen getrenntes Fernvermittlungsnetz.
2. Man leitet die Fernverbindungen über die Verbindungsleitungen des Ortsnetzes.
3. Man hat ein teils getrenntes, teils gemeinsames Netz, also eine Mischung von 1 und 2.

Ein gemeinsames Netz für Orts- und Fernverkehr ist aber nur dann möglich, wenn die Fernverbindungen über die Wähler des Ortsamtes verlaufen und die Leitungswähler für die Zwecke des Fernverkehrs durch einen besonderen Einfluß umgeschaltet werden. Dieser Weg bereitet aber in großen und weitverzweigten Anlagen insofern Schwierigkeiten, als die Dämpfung in den Leitungen für den Fernverkehr leicht zu groß wird. Für kleine Netze mit geringer Ausdehnung treten keine besonderen Schwierigkeiten auf; in großen, weitverzweigten Netzen dagegen müssen aus diesem Grunde besondere Vorkehrungen für den Fernverkehr getroffen werden. Während auch bei großen Netzen für die Stadtämter wegen ihrer geringen Entfernung vom Fernamt keine Schwierigkeiten bestehen, bestehen solche für die entfernt liegenden Peripherieämter. Die Dämpfung in den normalen

Leitungen für den Ortsverkehr ist zu groß und werden deshalb besondere Leitungen für den Fernverkehr, die gegebenenfalls pupinisiert sein müssen, vorgesehen. Diese für den Orts- und Fernverkehr verschiedene Dämpfung macht demnach für große Netze erhebliche Schwierigkeiten und ist die Ursache, daß getrennte Leitungen für Orts- und Fernverkehr für derartige Fälle, also für die entfernt liegenden Peripherieämter vorgesehen werden. Sollte man später einmal zu einer gleich großen zulässigen Dämpfung für Orts- und Fernverkehr kommen, durch Verminderung der Restdämpfung der Fernleitungen, so würden diese Schwierigkeiten wegfallen.

Verwendet man Vorschaltsschranke in den Ämtern, so ist zwangsläufig damit ein besonderes Leitungsnetz für den Fernverkehr erforderlich. Benutzt man die Verbindungsleitungen des Ortsnetzes, so ist damit zwangsläufig auch eine Benutzung der Ortswähler für den Fernverkehr gegeben. Man kann allerdings auch ein vollkommen getrenntes Fernleitungsnetz verwenden und besondere Gruppen- und Leitungswähler für den Fernverkehr vorsehen, oder aber trotzdem die Ortsleitungswähler benutzen, die dann wieder entsprechend umgeschaltet werden. Beim dritten Fall, der die beiden ersten Fälle miteinander vereinigt, kann man sowohl Vorschaltsschranke als auch Leitungswähler für den Orts- und Fernverkehr verwenden, Vorschaltsschranke z. B. bei den großen Stadtämtern und Orts- und Fernleitungswähler bei den Peripherieämtern. Die Frage, welcher Fall die geringsten Verbindungsleitungen erfordert, kann nur auf Grund einer eingehenden Durchrechnung von Fall zu Fall beantwortet werden. Heute wird der Fernverkehr über die Ortswähler, sogar ohne Umschaltung des LW angestrebt.

In manchem großen Stadtnetz gibt es zum Teil heute noch weitere Arten von Verbindungsleitungen für die verschiedenen Arten des Verkehrs, nämlich neben Orts- und Fernverkehrsleitungen auch noch Schnellverkehrs- und Nachbarortsleitungen. Dadurch entsteht eine weitere Zersplitterung der Bündel und eine natürliche Reduzierung der Ausnutzung. Es muß angestrebt werden, dieselben Leitungen, also nur ein Bündel für die verschiedenen Arten des Verkehrs zu verwenden, wie ja auch dieselben Teilnehmerleitungen für die verschiedenen Verkehrsarten verwendet werden. Das scheint zunächst erhebliche Schwierigkeiten zu machen, weil die Dämpfung der Leitungen besonders in großen Netzen, die für die verschiedenen Verkehrsarten verschieden sein kann, beachtet werden muß. Die Verwendung nur eines Bündels wäre ohne weiteres möglich, wenn man für alle Verkehrsarten die teuersten Leitungen mit der geringsten Dämpfung, d. h. starke Kupferleitungen und gegebenenfalls Pupinisierung nehmen würde. Das wäre aber unwirtschaftlich, weil der Gewinn durch Zusammenlegung der Leitungen, Bildung großer Bündel und Ersparung an Leitungsführung durch die teureren Leitungsarten wieder aufgebraucht würde. Es gibt aber heute einfache Mittel, billige Leitungen, die für den Ortsverkehr ausreichen, für alle Verkehrsarten zu verwenden und nur für den höherwertigen Verkehr, der eine geringe Dämpfung erfordert, einfache billige Verstärker vorzusehen und im Bedarfsfall in die Leitung einzuschalten. Das

Verbindungsleitungsnetz würde demnach gemeinsam für alle Verkehrsarten mit billigen Leitungen aufgebaut werden, und es würden in diese Leitungen nach Bedarf dann automatisch Verstärker eingeschaltet, wenn diese für hochwertige Zwecke — Schnell- und Fernverkehr — verwendet werden. Diese einfachen Verstärker bedürfen weder Wartung noch Regulierung, noch bedürfen sie einer Stromquelle, weil sie netzgespeist sind. Sie sind betriebssicher und äußerst billig und bilden ein bequemes Mittel, die Kosten des Leitungsnetzes erheblich herabzusetzen. Sie werden so gebaut und eingeschaltet, daß sie die Stabilität der Fernleitungen nicht beeinflussen. Abb. 59 zeigt die Art der Verstärkereinschaltung in eine Verbindung, deren Dämpfung ohne Ver-

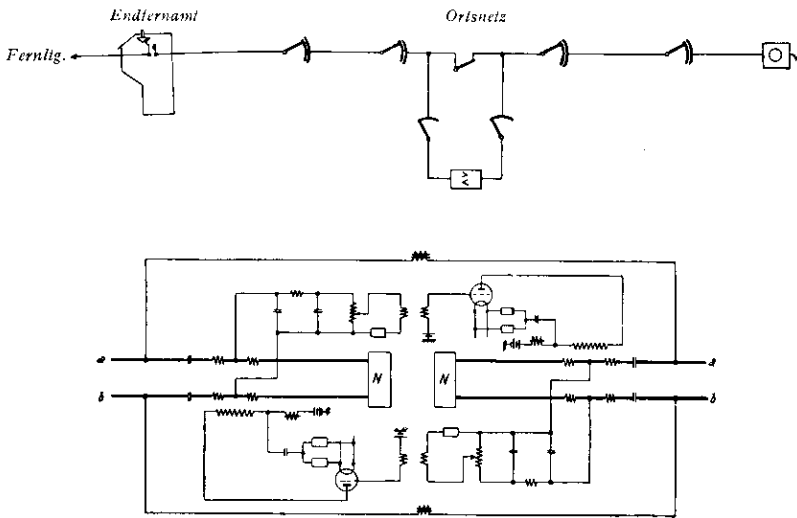


Abb. 59. Verstärker im Ortsnetz.

stärker zu groß sein würde. Für eine Ortsverbindung genügt eine Dämpfung vom Ortsmittelpunkte, in dem sich gewöhnlich das Fernamt befindet, bis zum entfernten Teilnehmer an der Peripherie von 1,65 Neper, weil für eine Verbindung die Gesamtdämpfung von 3,3 Neper ausreicht. Für eine Fernverbindung sind aber für diesen Fall nur 1 Neper zugelassen, weil die Restdämpfung der Fernleitung gemäß CCIF¹⁾ 1,3 Neper beträgt und 1 Neper für das andere Ende der Fernleitung benötigt wird. Die Differenz von 0,65 Neper wird durch den Verstärker aufgehoben. Dabei kann der Verbindungsaufbau halb- oder vollautomatisch erfolgen. Die Verstärker schalten sich, ohne daß besondere Schaltmanipulationen notwendig werden, automatisch ein, ohne den Verbindungsaufbau oder die Signalisierung zu beeinflussen. Besondere Vorkehrungen sind im System nicht zu treffen, weil die Gleich-

¹⁾ „Comité Consultatif International Téléphonique“.

stromimpulse unbeeinflusst um den Verstärker herumgeführt werden, wie Abb. 59 erkennen läßt. Wird ein Verstärker gestört, so schaltet sich automatisch der nächste ein.

Die Frage der vorzusehenden Reserven im Netz ist neben der Netzgestaltung von der größten Wichtigkeit, weil evtl. erhebliches Kapital für nicht arbeitende Teile festgelegt wird. Die Reserven sollen so klein wie möglich sein, ohne natürlich den Betrieb bei Erweiterungen und Veränderungen in Schwierigkeiten zu bringen. Die Frage ist deshalb so wichtig, weil ein Telephonbetrieb gewissermaßen lebt und ständigen Veränderungen, Ab- und Anmeldungen, unterworfen ist. Der Betrieb verlangt große, die Wirtschaftsführung kleine Reserven. Ein vernünftiger Ausgleich der verschiedenen Interessen muß angestrebt werden. Weil die notwendigen Reserven sehr verschieden für Teilnehmer- und Verbindungsleitungen, für Kanalisation, für Gebäude usw. sein können, müssen sie daher für alle Teile einzeln sorgfältig bestimmt werden. Folgende Reserven könnte man als Beispiel zugrunde legen:

Bei Röhrenkabel	etwa 3 Jahre
„ der Kanalisation	„ 20 „
„ den Amtseinrichtungen	„ 3 „
„ den Gebäuden	„ 10 „

Die Reserven beanspruchen einen erheblichen Teil des Kapitals, weil sie zum Teil 10 bis 50% und noch mehr betragen können; deshalb erfordern sie die größte Aufmerksamkeit.

Ist das Netz nach diesen Grundlagen in der zweckmäßigsten und wirtschaftlichsten Weise mit vernünftigen Reserven entwickelt und das erforderliche Kapital dafür soweit wie möglich reduziert, so müssen das Selbstanschlußsystem und die Amtseinrichtungen, die nach dem Netz einen großen Teil des Kapitals erfordern, auf ihre wirtschaftlichste Ausgestaltung untersucht werden.

4. Das Schrittwählersystem.

Im selbsttätigen Fernsprechwesen sind die Systemschaltungen von besonderer Bedeutung, denn jedes Selbstanschlußsystem setzt sich aus drei wichtigen Elementen, Schaltung, Konstruktion und Gruppierung, zusammen, die sich gegenseitig bedingen und von denen die eine nicht ohne die andere bestehen kann. Von diesen drei grundlegenden Elementen kann die Schaltung wohl als der wichtigste Teil angesehen werden, denn sie übt einen bestimmten Einfluß auf die Konstruktion aus, indem sie ihr die Belastung der Stromverbraucher und damit die zu leistende Arbeit, ebenso wie die Erregung, also die aufzuwendende Energie, vorschreibt. Auf Grund der Schaltung erfolgt demnach der Ausbau der Konstruktion, wobei natürlich die Schaltung wiederum die Eigenart der Konstruktion berücksichtigen und sich dieser anpassen muß. Die Konstruktion übt hingegen wieder einen bestimmten

Einfluß auf die Gruppierung aus, denn die Gruppierung kann nur auf Grund der Wählerkontaktzahl erfolgen, die wieder eine Folge der Konstruktion ist. Man kann vielleicht die Schaltung mit dem bestimmenden Geist, die Konstruktion und auch die Gruppierung mit dem ausübenden Körper des Menschen vergleichen. Die Schaltung ist demnach von den drei Faktoren gewissermaßen der bestimmende Teil und beherrscht die ganze Selbstanschlußtechnik.

a) Entwicklung von Schaltungen.

Die Schaltungen der selbsttätigen Fernsprechsysteine sind durch die vielen zu erfüllenden Forderungen des Betriebes, durch die zu berücksichtigenden Gesetze der Elektrotechnik, der Physik, der Chemie und auch der Klimatologie, durch die vielen erforderlichen Stromkreise mit ihren vielen gewollten und nicht gewollten Koppelungen, den vielen Stromgeberstellen und Stromempfängern recht verwickelt, so daß der Aufbau fehlerfreier Schaltungen nicht einfach ist. Durch die vielen elektrischen Schaltglieder, Schaltkontakte und Schaltmagnete, gibt es so viele Schalmöglichkeiten, daß ein Zurechtfinden unter den vielen möglichen Lösungen besonders für den Anfänger auf erhebliche Schwierigkeiten stößt. Es gibt Wählerschaltungen, die ohne die Wählerkontakte der Kontaktbank gerechnet, mehr als 120 elektrische Schaltglieder besitzen, die in der verschiedensten Weise, aber unter gewissen Abhängigkeiten miteinander kombiniert werden können, so daß sich eine Unzahl von Lösungsmöglichkeiten ergibt. Ein Zurechtfinden ist deshalb recht schwer, und die richtige Antwort auf die Frage, welches ist denn nun eigentlich die beste Lösung, ist auch nicht einfach zu geben. Einmal ist also die Entwicklung von Schaltungen schwierig, dann macht weiter die Beurteilung der Lösungen ebenfalls Schwierigkeiten. Gewisse Grundlagen und Richtlinien für die Entwicklung und Beurteilung derartiger Schaltungen sind daher außerordentlich erwünscht.

Es sind schon zur Erleichterung dieser Aufgaben verschiedene sehr interessante Arbeiten¹⁾ bekannt geworden, die sich damit beschäftigen, Grundlagen und Gesetzmäßigkeiten für den Aufbau von derartigen komplizierten Schaltungen zu finden. Prof. Franke hat in seiner Arbeit eine Methode angegeben, durch die die möglichen Lösungen und diese selbst ermittelt werden können. Trotzdem gehört auch heute noch und wird auch weiterhin ein gewisses Geschick dazu gehören, besonders bei vielen Schaltgliedern aus der Fülle von Lösungsmöglichkeiten für eine bestehende Aufgabe die zweckmäßigste in kurzer Zeit herauszufinden. Besonders in den selbsttätigen Fernsprechsysteinen sind durch die erwähnten vielen Schalmöglichkeiten die verschiedensten, aber durchaus nicht gleichwertigen Lösungen möglich, bei deren Beurteilung sowohl die Herstellung als auch die Unterhaltung der

¹⁾ „Grundlagen einer Schaltungslehre“, von Prof. Franke, Fernmeldetechnik, Jahrg. 22, Heft 2, 3, 4, und Jahrg. 24, Heft 2.

„Die Technik der Fernmeldeschaltung“, von N. Neuhold, Verlag Gerhard, Berlin.

Anlage berücksichtigt werden müssen. Es soll hier ein weiterer Beitrag zu dieser Frage gegeben werden, Gesetzmäßigkeiten für den Aufbau von Schaltungen zu entwickeln und Erfahrungen mitzuteilen, wie die beste und zweckmäßigste Lösung in der kürzesten Zeit gefunden werden kann. Die Grundsätze und Erfahrungen, die hier für die Selbstanschlußtechnik mitgeteilt werden, gelten sinngemäß auch für die anderen Zweige der Fernmeldetechnik.

Kritik der Lösungen.

Die beste und zweckmäßigste Lösung einer Aufgabe ist sicher stets diejenige, die die wirtschaftlichste von allen ist. Dabei versteht man unter wirtschaftlich nicht die kleinsten Anlagekosten, sondern die geringsten jährlichen Betriebskosten. Das erscheint zunächst etwas umständlich und schwierig, doch lassen sich für alle Lösungen nicht nur die Anlagekosten, sondern auch die jährlichen Betriebskosten errechnen. Nicht das Anlagekapital ist maßgebend, sondern allein die jährlich entstehenden Kosten, die sämtliche, auch die Kapitalkosten enthalten. Dadurch wird auch immer die einfachste Lösung gefunden, denn die wirtschaftlichste Lösung ist stets die einfachste. Es kann der folgende Grundsatz aufgestellt werden:

Eine Schaltung muß nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten aufgebaut werden, denn sie bestimmt Zahl, Größe und Komplikation der Apparate, bestimmt einen großen Teil der Pflege und hat Einfluß auf die Lebensdauer der Apparate, denn sie soll die zu leistende Arbeit mit den geringsten Mitteln und mit der kleinsten Bewegung und daher mit der geringsten Abnutzung der Apparate anstreben.

Wie ist nun die Wirtschaftlichkeit einer Lösung zu bestimmen? Die jährlichen Betriebskosten bilden einen sicheren Maßstab, der alle bestimmenden Faktoren umfaßt, doch ist die Ermittlung derselben besonders für den Anfänger mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden. Zu den Betriebskosten rechnen, abgesehen von den allgemeinen Verwaltungskosten, die vom System unabhängig sind und daher auf die Lösung der Aufgabe keinen Einfluß haben, Tilgung und Verzinsung des erforderlichen Anlagekapitals und die Unterhaltungskosten, die aus Personal, Material, Energie und Raumkosten, das sind Miete, Heizung, Beleuchtung und Reinigung der Räume bestehen. Die Ermittlung der jährlichen Betriebskosten ist, wie schon erwähnt, mitunter nicht ganz leicht. Zudem sollen nicht nur ganze Anlagen, sondern es soll auch jede einzelne Schaltung und Konstruktion, wenn das Optimum erreicht werden soll, auf ihre Wirtschaftlichkeit geprüft werden. Man muß sich aber an die Aufstellung derartiger Rechnungen auch für Anlagenteile gewöhnen. Je früher man sich an die Feststellung der richtigen Lösung auf Grund einer Betriebskostenberechnung gewöhnt, um so eher wird man zur richtigen Lösung von Aufgaben kommen. Es ist sogar notwendig, nicht nur, wenn viele fertige Lösungen der ganzen Aufgabe vorliegen, Betriebskostenberechnungen aufzustellen, sondern schon Teilberechnungen

während des Lösens zu machen, um von vornherein unwirtschaftliche Lösungen auszuschneiden. Wenn man während der Lösung von Aufgaben diese durch Wirtschaftsberechnungen begleitet, wird man in der kürzesten Zeit die richtige Lösung finden. Für Überschlagsrechnungen kann man sich das Verfahren vereinfachen, indem man nur das Anlagekapital ermittelt und vergleicht, weil dieses den größten Einfluß hat. Dabei müssen aber die anderen Posten der Betriebskostenberechnung, besonders die Personalkosten, keine großen Unterschiede aufweisen.

Definition einer Schaltung.

Eine Schaltung stellt die Gesamtheit aller elektrischen Verbindungen der Apparate einer Anlage untereinander in zum Teil gekoppelten Stromkreisen dar, bestimmt in weiterem Sinne die Dimensionierung der Apparate, des Stromes und der Schaltzeiten, zu dem Zwecke, durch Zusammenwirken aller Teile die gestellten Bedingungen zu erfüllen.

Zur Lösung von Schaltungsaufgaben im selbsttätigen Fernsprechwesen gehört also nach der gegebenen Definition einmal der Aufbau der Stromkreise selbst, dann aber auch die richtige Bemessung sowohl der Stromgeber als auch der Stromverbraucher sowie des Stromes und der erforderlichen Schaltzeiten. Damit wird sofort erkannt, wie die Schaltung in zwingender Weise die Konstruktion beherrscht und ihnen die erforderliche Dimensionierung vorschreibt. Konstruktion und Schaltung hängen daher eng zusammen und müssen aufeinander Rücksicht nehmen. Die Schaltung bestimmt die Zahl der erforderlichen Kontakte und damit die Belastung der Stromempfänger. Durch die Belastung ist der Eisenquerschnitt gegeben, während sich die Erregerwicklung aus der zur Verfügung stehenden Energie unter Berücksichtigung der Erwärmung ergibt.

Eine Schaltung besteht aus einem oder mehreren Stromkreisen, von denen jeder aus elektrischen Schaltgliedern, den Stromgebern oder Arbeits- und Ruhekontakten, wozu auch die Mikrophone und Verstärker zu rechnen sind, den Stromempfängern oder Stromverbrauchern, den Kraftmagneten, Relais oder Widerständen aller Art, auch den Fernhörern, sowie aus den notwendigen Stromquellen und Leitungen besteht.

Es können mehrere Stromkreise untereinander gekoppelt sein, wobei man unter gekoppelten Stromkreisen solche versteht, die nicht unabhängig voneinander sind, sondern irgendwie zusammenhängen und sich gegenseitig mehr oder weniger je nach dem Grade ihrer Koppelung beeinflussen, und zwar kann die Koppelung mechanisch, galvanisch, induktiv oder elektrisch sein. Eine Mischung von mehreren Arten dieser Koppelungen der Stromkreise ist ebenfalls möglich und sogar weit verbreitet. Es gibt gewollte und nicht gewollte Koppelungen, von denen die nicht gewollten Koppelungen recht unangenehm sein können und mitunter erhebliche Schwierigkeiten bereiten.

Koppelungen und Entkoppelungen von Stromkreisen.

Die vier verschiedenen Arten von Koppelungen unterscheiden sich folgendermaßen:

1. Bei den mechanischen Koppelungen wirkt ein Stromkreis auf den anderen derart ein, daß eine Zustandsänderung des ersten Kreises auf den zweiten Kreis rein mechanisch, z. B. durch Relaiskontakte übertragen wird. Mechanische Koppelungen können auch durch Erschütterungen der Gestelle, Rahmen und Apparate eintreten.
2. Bei den galvanischen Koppelungen berühren sich die Stromkreise unmittelbar galvanisch miteinander, so daß die Stromkreise gemeinsame Teile, z. B. Leitungen, Batterien, gegebenenfalls auch Stromverbraucher enthalten. Galvanische Koppelungen können auch über Erde und durch schlechte Isolation vorkommen.
3. Bei den magnetischen Koppelungen sind die Stromkreise durch magnetische Felder, z. B. mittels Transformatoren und Übertrager mit und ohne Eisen verbunden. Koppelungen durch magnetische Felder sind infolge der großen Ausdehnung weit verbreitet und besonders mit Starkstromkreisen recht unangenehm.
4. Bei elektrischen Koppelungen stehen die Stromkreise durch elektrische Felder, z. B. über Kapazitäten irgendwelcher Art miteinander in Beziehungen. Da viele Leitungen gewisse Kapazitäten gegeneinander und gegen Erde haben, so sind elektrische Koppelungen ebenfalls weit verbreitet.

Aus Abb. 60 sind die verschiedenen Koppelungsarten zu ersehen. 1. zeigt die mechanische, 2. die galvanische, 3. die magnetische, 4. die elektrische und 5. die galvanische und elektrische Koppelungsart.

Größtenteils stehen aber in den Schaltungen die Stromkreise mit mehreren dieser Koppelungen untereinander in Verbindung, wodurch eine mehrfache, mehr oder weniger starke gegenseitige Beeinflussung verursacht wird. Dabei muß man unterscheiden zwischen beabsichtigten und unbeabsichtigten Koppelungen, von denen besonders die unbeabsichtigten in der Technik erhebliche Schwierigkeiten bereiten. Besonders die magnetischen und elektrischen unbeabsichtigten Koppelungen von Stromkreisen, die z. T. selbst über große Entfernungen der Stromkreise voneinander erfolgen können, sind recht unangenehm, und es sind besondere Maßnahmen erforderlich, um eine Entkoppelung der Stromkreise zu erreichen.

Der Grad der Koppelung, der Koppelungsfaktor, von dem die Größe der Beeinflussung abhängt, kann sehr verschieden sein, und man kann ihn in Prozenten der übertragenen Spannung ausdrücken.

Die mechanischen Koppelungen machen die geringsten Schwierigkeiten, weil unbeabsichtigte Koppelungen im allgemeinen selten sind, und wenn sie auftreten, sich leicht beseitigen lassen. Nur mechanische Koppelungen durch Erschütterungen können recht unangenehm werden. Schwieriger schon sind die galvanischen Koppelungen. In den Schaltungen sind größtenteils alle

Stromkreise über eine gemeinsame Batterie galvanisch gekoppelt, z. T. dehnt sich die galvanische Koppelung auch über gemeinsame Sicherungen, Leitungen, Kontakte und sogar Stromverbraucher aus. Je mehr Teile in den Stromkreisen gemeinsam sind und je größer deren Widerstand ist, um so größer ist die gegenseitige Beeinflussung. Ob diese Beeinflussungen sich immer schädlich auswirken, hängt von der Größe der Beeinflussung und von der Empfindlichkeit der Stromverbraucher, Relais, Kraftmagnete, Fernhörer ab. Stromkreisbeeinflussungen durch galvanische Koppelungen können aber auch recht nützlich sein, denn möglichst roße gegenseitige Beeinflussungen werden bei den Prüfstromkreisen erwünscht, wo ein hochohmiges Prüfrelais parallel zu einem niederohmigen über einen hohen Widerstand nicht ansprechen soll. Zu diesem Zwecke werden die Prüfstromkreise beim Prüfen stark galvanisch gekoppelt. Eine schädliche Beeinflussung der Kraftmagnete über galvanisch gekoppelte Stromkreise ist infolge ihrer Unempfindlichkeit größtenteils nicht vorhanden, dagegen ist eine schädliche Beeinflussung von empfindlichen Fernhörern durch galvanische Koppelung sehr leicht möglich. Auch bei den magnetischen und elektrischen Koppelungen hängt die schädliche Beeinflussung von dem Grad der Koppelung und von der Empfindlichkeit der Empfänger ab, und auch hier werden Kraftmagnete wenig, Fernhörer unter Umständen sehr stark beeinflusst. Die magnetischen Beeinflussungen hängen vom Strom, die elektrischen von der Spannung ab. Beim Aufbau von Schaltungen müssen demnach alle gewollten und ungewollten Koppelungsarten vollkommen berücksichtigt werden.

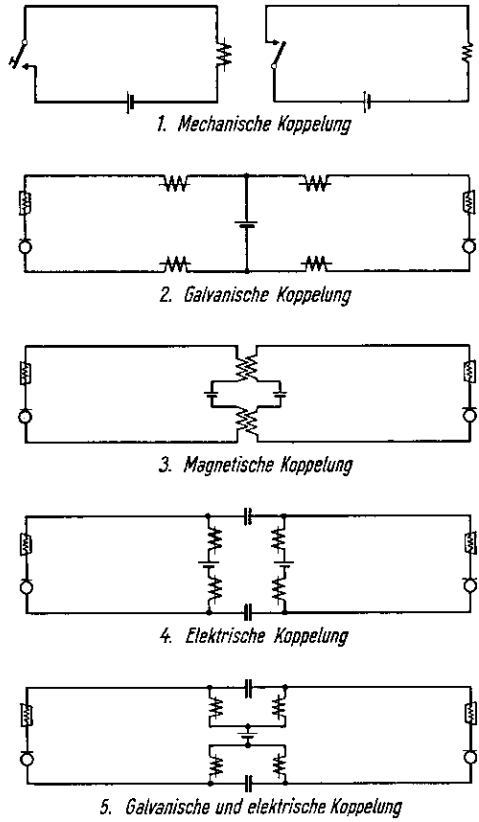


Abb. 60.
 Verschiedene Arten von Koppelungen.

Das selbsttätige Fernsprechwesen ist eine Kombination von Telegraphie und Telephonie in Verbindung mit den für die Automatik charakteristischen Einrichtungen. Auf den telegraphischen Teil haben im allgemeinen die verschiedenen Koppelungsarten wenig Einfluß, weil es sich um die Einschaltung von unempfindlichen Stromempfängern, Relais oder Kraft-

magnete und verhältnismäßig große Energien handelt. Ebenso sind die Beeinflussungen auf den charakteristischen Teil der Automatik infolge ihrer unempfindlichen Teile und kräftigen Energien allgemein von untergeordneter Bedeutung. Es haben hier größtenteils nur mechanische und galvanische Koppelungen eine Bedeutung, die man aber verhältnismäßig leicht beherrschen kann. Es kommen aber kurze kräftige Ladungs- und Entladungserscheinungen durch magnetische und elektrische Koppelungen, z. B. bei der Impulsgabe vor, die schädliche Beeinflussungen verursachen können und daher beachtet werden müssen.

Für die Telephonie dagegen haben die mechanischen, galvanischen, magnetischen und elektrischen Koppelungen in den Schaltungen eine außerordentlich große Bedeutung, weil die Stromempfänger, in diesem Falle die Fernhörer, sehr empfindlich sind und schon auf sehr kleine Energien 10^{-10} W und daher auf Beeinflussungen reagieren, während andererseits die vielen Koppelungen außerordentlich verbreitet sind. Man wird also zweckmäßig unterscheiden müssen zwischen dem einfacheren Teil, also Beeinflussungen der Telegraphie und der Automatik durch mechanische, galvanische und große magnetische und elektrische Koppelungen, und dem komplizierteren Teil, also Beeinflussungen der Telephonie durch feinere galvanische, magnetische und elektrische Koppelungen.

Stromkreisbeeinflussungen treten aber nicht nur durch irgendwelche Koppelungen mit fremden Stromkreisen auf, sondern die magnetischen und elektrischen Felder, die jeder Strom in größerem oder kleinerem Maß erzeugt, wirken bekanntlich auch auf den eigenen Stromkreis zurück, so daß auch diese Erscheinungen bei dem Aufbau von Schaltungen, soweit sie schädlich sind, berücksichtigt werden müssen.

Die mechanischen Koppelungen unterliegen ganz einfachen Gesetzen. Wird der Zustand des primären Stromkreises geändert, so wird diese Änderung direkt auf den sekundären Stromkreis übertragen. Es tritt nur insofern eine zeitliche Verschiebung ein, als der Stromverbraucher eine gewisse Zeit braucht, seine Arbeit zu verrichten. Der sekundäre Stromkreis wird daher etwas später reagieren als der primäre. Der Einfluß der dynamischen Vorgänge, also der Schaltzeiten, soll später bei der Untersuchung über die Dimensionierung der Stromempfänger behandelt werden, weil diese Zeiten auch bei den anderen Koppelungen von Bedeutung sind. Außerdem treten hier die besonderen Einflüsse langer Leitungen, Induktion, Kapazität, Widerstand, Nebenschluß hinzu, die diese Schaltzeiten erheblich beeinflussen. Weiter sind die Schaltzeiten auch abhängig von der Konstruktion und den Eigenarten des Stromverbrauchers. Für die Telephonie sind die mechanischen Koppelungen nur dann von Bedeutung, wenn sie von mechanischen Erschütterungen herrühren. Durch entsprechende Anordnung und Ausbildung der Apparate, durch Anpassung des Stromes können diese unerwünschten mechanischen Koppelungen beseitigt werden.

Die galvanisch gekoppelten Stromkreise sind in der Automatentechnik weit verbreitet, denn der weitaus größte Teil aller Stromkreise wird von einer

einigen zentralen Stromquelle gespeist, so daß alle Stromkreise über die Stromquelle galvanisch gekoppelt sind und daher gewissen Beeinflussungen unterliegen. Die Größe der gegenseitigen Beeinflussung galvanisch gekoppelter Stromkreise hängt von den gemeinsamen Teilen, besonders aber von deren Widerstand ab. Je größer dieser gemeinsame Widerstand im Verhältnis zu den anderen Widerständen der Stromkreise ist, desto größer ist die Koppelung, desto größer die gegenseitige Beeinflussung. Daraus folgt, daß zur Entkoppelung z. B. der innere Widerstand der Batterie mit der davorgeschalteten Sicherung und den Entladeleitungen sowie der Widerstand aller den Stromkreisen gemeinsamen Teile so klein wie nur irgend möglich gemacht werden muß. Für die Stromkreise der Telegraphie und der Automatik sind diese Beeinflussungen, wenn keine weiteren gemeinsamen Widerstände in den Kreisen liegen, nicht erheblich, desto mehr können sie für die Telephonie von Bedeutung sein. Es müssen z. B. besondere Drosseln für jeden Kreis vorgesehen werden, um die Stromkreise allein schon von der Batterie zu entkoppeln und damit die Sprechwechselströme von dieser fernzuhalten, wodurch die Beeinflussung beseitigt wird.

Beabsichtigte und unbeabsichtigte magnetische Koppelungen treten in mehr oder weniger hohem Maße verursacht durch nahezu jeden Stromkreis auf, wodurch besonders die Telephonie infolge ihrer empfindlichen Organe beeinflusst wird. Jeder Strom ist von einem magnetischen Feld umgeben, das bekanntlich um so stärker wird, je stärker der Strom, je mehr Eisen in der Nähe und je größer μ ist. Zunächst übt der Strom in den Leitungen, wenn diese über große Entfernungen mit anderen Leitungen parallel geführt werden, eine Beeinflussung auf andere Leitungen aus. Die Beeinflussung wird dadurch unschädlich gemacht, daß Hin- und Rückleitung des Stromes möglichst dicht beieinander geführt werden, und daß die Lage der Hin- und Rückleitung ständig gegenüber anderen Leitungen verändert wird, wodurch sich die Felder kompensieren. Das geschieht in den Kabeln durch den sog. Drall. Bei Freileitungen wird ebenfalls ein Drall in Form der sog. Kreuzung, an den Gestängen vorgenommen, die wie bei den Kabeln für die verschiedenen Leitungen verschieden sein muß. Dadurch heben sich die schädlichen Induktionsströme in den Leitungen gegenseitig auf. Abb. 61 läßt den Drall bei Kabeln und Freileitungen erkennen. Wie wenig dazu gehört, die Telephonie ungünstig zu beeinflussen, geht daraus hervor, daß schon 5-mV-Störspannung teilweise recht unangenehm empfunden wird. Man kann den Einfluß induktiver Felder vermindern durch Abschirmung, Vergrößerung

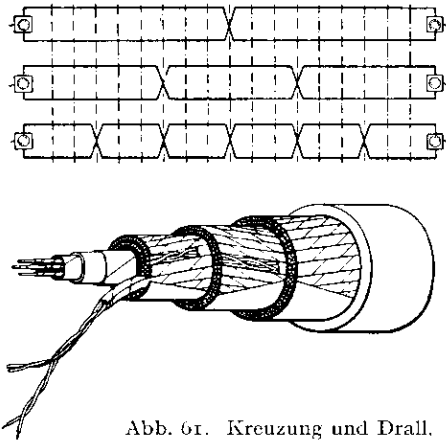


Abb. 61. Kreuzung und Drall.

der Entfernung und Symmetrierung der Stromkreise und Leitungen. Die Einflüsse derartiger Felder auf Kabeladern kann man durch Ausbildung eines Kabelmantelstromes, der durch das Kraftfeld selbst erzeugt wird, erheblich herabsetzen, wie in einem besonderen Abschnitt noch näher erläutert werden wird. Durch die Stromverbraucher werden die magnetischen Koppelungen ebenfalls dann um so größer, je größer ihr Kraftlinienstreufeld ist. Der Einfluß eines Streufeldes kann durch eiserne Schirme, durch zweckmäßige Anordnung der Stromverbraucher und durch Vergrößerung ihrer Entfernung voneinander auf jedes beliebige Maß verkleinert werden. Die zweckmäßige Anordnung sowie die Vergrößerung der Entfernung machen häufig Schwierigkeiten, so daß nur Abschirmung übrigbleibt. Diese Maßnahmen sind besonders für die Telephonie, z. B. bei den Speisebrücken, aus den früher angegebenen Gründen von der größten Bedeutung.

Unter Symmetrie versteht man hierbei die elektrische Gleichheit der beiden Adern einer Doppelleitung in bezug auf Widerstand, Selbstinduktion, Kapazität und Ableitung gegen Erde.

Die elektrischen Koppelungen sind ebenfalls außerordentlich verbreitet. Alle Leitungen, die gemeinsam geführt sind, haben sowohl gegeneinander als auch gegen Erde eine gewisse Kapazität, durch die die elektrische Koppelung ohne weiteres gegeben ist. Durch den Leitungsdrall, durch größere Symmetrierung, Entfernung und Abschirmung können auch diese Beeinflussungen beseitigt oder vermindert werden.

Bei großen Fernkabelleitungen sind aber für die Telephonie weitere Mittel nötig, um gleiche Kapazitäten der Leitungen untereinander und gegen Erde, also die beste Symmetrierung zu erzielen. Man muß entweder die Leitungen an den Kabellötstellen passend zueinander aussuchen oder eine weitere Anpassung durch Einschaltung kleiner Zusatzkondensatoren vornehmen.

Die Abgleichung der Leitungskapazitäten muß außerordentlich genau erfolgen, um die beste Kompensation und damit Symmetrie zu erreichen. Weiter kann durch einen Schutzmantel, z. B. den Kabelmantel, der als Schirm ausgebildet wird, der Einfluß fremder elektrischer Felder ebenfalls beseitigt werden. Die elektrischen Felder in den Stromverbrauchern selbst sind verhältnismäßig klein, so daß sie gegenüber den magnetischen Feldern sehr zurücksinken.

Der Einfluß magnetischer und elektrischer Felder auf den eigenen Stromkreis ist ebenfalls weit verbreitet. Jede Induktivität, jede Kapazität übt bei elektrischen Zustandsänderungen des Stromkreises eine Beeinflussung auf den eigenen Stromkreis aus. Die Induktivität des Stromkreises verursacht am Kontaktgeber bei der Stromöffnung einen Funken, der unter Umständen als Lichtbogen stehenbleiben kann und eine Zerstörung des Kontaktes zur Folge hat. Hiergegen schützt man sich, indem man eine sog. Funkenlöschung anbringt, entweder parallel zum Kontakt oder parallel zur Induktivität. Die Funkenlöschung kann zunächst aus einem der Induktivität angepaßten Kondensator bestehen, der den Öffnungsfunken verhindert, dafür aber bei der Schließung des Kontaktes einen Schließungsfunken hervorruft, weil die

gesamte Elektrizitätsmenge des Kondensators sich plötzlich über den Kontakt entlädt. Der Strom im ersten Moment der Schließung entlädt oder lädt, je nachdem ob der Kondensator parallel zum Kontakt oder parallel zur Induktivität geschaltet ist, den Kondensator. Dieser Ladungs- oder Entladungsstrom des Kondensators beim Schließen des Kontaktes kann außerordentlich groß sein, weil in dem Stromkreis praktisch nur der Widerstand des Kondensators eingeschaltet ist, der aber für den ersten Moment als Null einzusetzen ist. Dieser starke Strom beim Schließen des Kontaktes verursacht einen klatschenden Funken, der unter Umständen den Kontakt mehr zerstört als der Öffnungsfunke, wenn überhaupt keine Funkenlöschung vorgesehen wäre. Aus diesem Grunde wird mit dem Kondensator in Reihe ein Dämpfungswiderstand geschaltet, der den Schließungsstrom so weit herabsetzt, daß er unschädlich wird. Kapazität und Dämpfungswiderstand für die Funkenlöschung müssen dann natürlich gemeinsam der Induktivität angepaßt sein. Als Funkenlöschung kann weiter ein bifilarer Widerstand parallel zur Induktivität geschaltet werden, über den sich die Induktivität des Stromkreises bei der

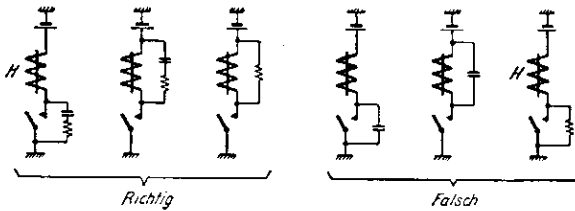


Abb. 62. Funkenlösungen.

Öffnung entladen kann. Der Parallelwiderstand hat aber auf die Induktivität eine verzögernde Wirkung zur Folge, während ein richtig bemessener Funkenlösch-Kondensator diese Eigenschaft nicht hat. Abb. 62 zeigt verschiedene Arten der Funkenlöschung.

Die Wirkungen der elektrischen Felder auf den eigenen Stromkreis sind verhältnismäßig klein, nur verursachen die im Stromkreis eingeschalteten Kapazitäten bei elektrischer Zustandsänderung des Stromkreises Ladungs- oder Entladungsströme, die dann recht erheblich sein können, wenn im Ladungs- oder Entladungskreis wenig Widerstand eingeschaltet ist. Durch besondere Mittel, z. B. durch Dämpfungswiderstände oder unempfindlichere Stromverbraucher, müssen diese Einflüsse dann vermindert werden, wenn sie sonst schädliche Folgen hätten.

Sind Stromkreise auf mehrere Arten gekoppelt, so gelten dieselben Gesetze wie für jede Koppelungsart allein.

Durch die schnell zunehmende Ausbreitung der elektrischen Kraftübertragungsanlagen über große Entfernungen, besonders aber durch die elektrischen Bahnen, die mit stark unsymmetrischen Leitungen arbeiten, werden immer mehr Stromkreise der Selbstanschlußsysteme mit den Stromkreisen der Kraftanlagen magnetisch und elektrisch gekoppelt. Es kommen

unter Umständen auch galvanische Koppelungen über Erde vor, doch sind diese leicht durch Vergrößerung der Entfernung der Erder zu beseitigen, weil die Potentiale um den Starkstromerder schnell mit der Entfernung abnehmen. Diese unbeabsichtigten magnetischen und elektrischen Koppelungen rufen auch über größere Entfernungen z. T. so erhebliche Beeinflussungen der Selbstanschlußschaltungen hervor, daß nicht nur die empfindliche Telephonie, sondern sogar die unempfindliche Telegraphie gestört wird. Es ist daher berechtigt, diese Einflüsse besonders zu behandeln. Beeinflußt werden die Leitungen, und zwar hängt die Größe der Beeinflussung von der Länge der Parallelführung zwischen Selbstanschluß- und Kraftübertragungsleitung, von der Entfernung der beiden Leitungen voneinander, von der Unsymmetrie der beiden Leitungsarten unter sich selbst und gegen Erde und von der übertragenen Energie ab. Die Beeinflussung infolge der magnetischen Koppelungen ist auch hier eine Funktion des Stromes, die der elektrischen eine der Spannung. Die Größe der in der Fernmeldeleitung durch die Kraftübertragungsleitung erzeugten Spannungen lassen sich nach folgenden Formeln berechnen:

Die magnetischen Felder, die eine Funktion des Stromes sind, rufen eine Spannung hervor von

$$E_F = -j J_K \cdot l \cdot M \cdot \omega$$

Die elektrischen Felder, die von der Spannung abhängen, verursachen eine Spannung von

$$E_F = E_K \frac{C_{FK}}{C_{FK} + C_{FE}}$$

Darin bedeuten:

E_F = Spannung in der Fernmeldeleitung,

E_K = Spannung der Kraftübertragungsleitung,

J_K = Strom in der Kraftübertragungsleitung,

l = Länge der Parallelführung in km,

M = Koppelungsfaktor in Henry pro km,

C_{FK} = Kapazität zwischen Fernmeldeleitung und Kraftübertragungsleitung in Farad,

C_{FE} = Kapazität der Fernmeldeleitung gegen Erde.

Der Koppelungsfaktor M , der in Millihenry pro km angegeben wird, hängt, wie eingehende Untersuchungen gezeigt haben, außer vom Abstand auch von der Frequenz und der Leitfähigkeit des Erdbodens ab. In Abb. 63 sind Kurven für verschiedene Frequenzen gezeichnet, die den Koppelungsfaktor in Millihenry in Abhängigkeit von der Entfernung angeben¹⁾. Daraus ergibt sich, daß der Koppelungsfaktor mit der Entfernung nur sehr langsam abnimmt, daß also selbst bei mehreren Kilometern Entfernung noch erhebliche Beeinflussungen auftreten, was zu beachten ist. Bei $16^{2/3}$ Perioden

¹⁾ Zastrow, „Über die Größe der Gegeninduktivität zwischen Leitungen und Erd-rückleitung“ in „Die Beeinflussung des Fernmeldebetriebes durch elektrische Bahnen“. Herausgegeben von der Reichsbahn.

und 100 A-km werden z. B. bei 10 m Entfernung der Leitungen etwa 10 V, bei 1000 m immer noch 0,5 V induziert.

Für die Beeinflussung durch die elektrischen Felder ist die Kapazität C_{FK} zwischen Fernmeldeleitung und Kraftübertragungsleitung maßgebend, deren Wert in Abb. 64 angegeben ist. Die Kapazität und damit die Beeinflussung nimmt mit der Entfernung verhältnismäßig schnell ab, so daß diese Einflüsse bedeutend leichter als die magnetischen zu bekämpfen sind. Bei absoluter Symmetrie der Leitungen auf beiden Seiten, die sich aber praktisch nicht erzielen läßt, wäre die Beeinflussung gleich Null. Es fragt sich, wie sind die entstehenden Folgen der Beeinflussung auf seiten der Selbstanschlußschaltungen, denn diese interessieren hier nur, zu beseitigen, wie ist eine Entkopplung der Stromkreise zu erzielen?

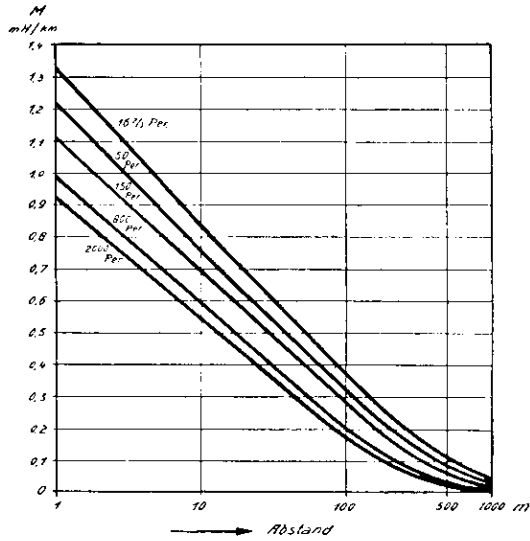


Abb. 63. Induktiver Koppelungsfaktor.

Die Mittel, die schon früher angegeben wurden, helfen natürlich auch hier, nämlich: Abschirmung, Vergrößerung der Entfernung und Symmetrierung. Die Abschirmung der Leitungen ist zunächst durch Verkabelung zu erreichen, wobei der Kabelmantel einen wirksamen Schirm gegen elektrische Felder darstellt, nicht aber gegen magnetische, wogegen nur ein starker Eisen-

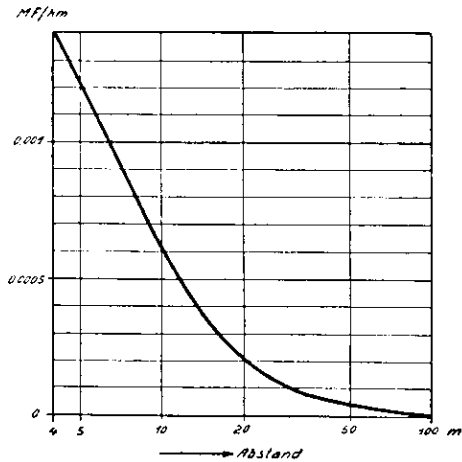


Abb. 64. Kapazitiver Koppelungsfaktor.

mantel etwas helfen würde. Man kann aber den Einfluß der magnetischen Felder auf die Kabeladern wesentlich durch Ausbildung eines Kabelmantelstromes herabsetzen. Werden die Bleimäntel aller Kabelstücke gut leitend durchverbunden, so wird im Mantel ebenso wie in den Kabeladern durch das Kraftfeld eine EMK induziert, die im Kabelmantel einen Induktionsstrom verursacht, der dem Erregerstrom um etwa 180° nacheilt und der selber wieder durch sein Feld induzierend auf die Kabeladern wirkt, wodurch ein Teil der direkten Einwirkung kompensiert wird. Je

größer $\frac{1}{n}$ nun der Kabelmantelstrom ist, desto größer ist die Kompensation. Das kann durch Verbesserung der Leitfähigkeit des Kabelmantels, z. B. durch Einpressung einer Kupfereinlage in den Mantel erreicht werden. Durch den Kabelmantelstrom normaler Kabel kann die Einwirkung um etwa 30%, durch Kupfereinlage in den Mantel oder andere Maßnahmen um etwa 70% herabgesetzt werden¹⁾.

Ein weiteres Mittel ist die Symmetrierung der Leitungen und Amtsschaltungen. Die Leitungen werden heute schon, wie früher beschrieben, weitgehend symmetrisch ausgeführt. Auch bei den Amtsschaltungen muß auf größte Symmetrie geachtet werden. Diese läßt sich aber nicht in dem wünschenswerten Maße durchführen, weil allein schon die Fabrikations-toleranzen in den Relais und der Verkabelung eine gewisse Unsymmetrie bedingen. Was praktisch möglich ist, muß natürlich angestrebt werden.

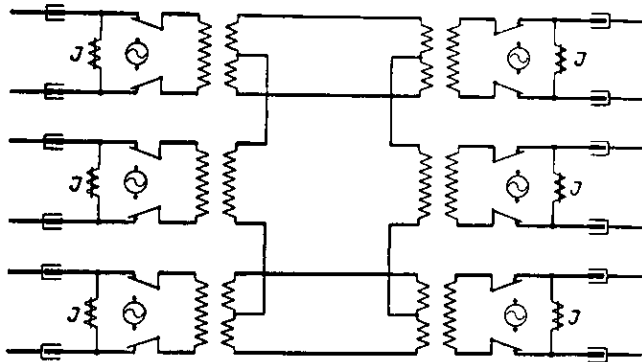


Abb. 65. Abriegelung und Mehrfachausnutzung der Leitungen.

Eine weitergehende Symmetrierung mit besonderen Mitteln, wie z. B. bei den Kabeln, würde auf erhebliche Schwierigkeiten auch in wirtschaftlicher Hinsicht stoßen. Es müssen, um die Beeinflussungen auszuschalten, die Leitungen, die allein nur beeinflusst werden, von den Amtsschaltungen durch Übertrager abgeriegelt werden. Dadurch wird die Telephonie verhältnismäßig wenig, die Telegraphie sehr stark belastet, denn der bisherige Gleichstrombetrieb muß in Wechselstrombetrieb oder Abarten davon umgeändert werden, was eine Komplikation der Schaltungen bedeutet. Die Abriegelung bringt allerdings auch einen Vorteil, denn es besteht die Möglichkeit der Mehrfachausnutzung der Leitungen durch Viererbetrieb (Abb. 65). Allerdings wird für die Telephonie die Dämpfung durch die Übertrager recht unerwünscht gesteigert.

Bei allen diesen Anordnungen werden die Stromkreise durch die zusätzliche Dämpfung der Übertrager und Impulsrelais belastet, was dann besonders unangenehm empfunden wird, wenn mehrere abgeriegelte Verbindungs-

¹⁾ Zastrow, „Die Schutzwirkung des Kabelmantels bei Induktionsbeeinflussungen durch Ströme von Sprechfrequenzen“. Elektrische Bahnen, Jahrg. 28.

leitungen in den Sprechstromkreisen hintereinander eingeschaltet werden. Die Reichweite des ganzen Systems sinkt daher um den Betrag der Dämpfung, den die Übertrager und die Impulsrelais in die Leitungen hincintragen.

Schaltungszerlegung.

Alle komplizierten Schaltungen lassen sich größtenteils in sehr einfache Stromkreise zerlegen. In den allermeisten Fällen kommen dann nur der einfache ungeteilte Stromkreis und der geteilte Stromkreis oder die Stromverzweigung vor. Alle anderen Stromkreisschaltungen, z. B. Brückenschaltungen, sind Kunstschaltungen, die nach Möglichkeit vermieden werden sollen, weil sie Schwierigkeiten beim Entwerfen, bei der Berechnung und Prüfung und bei der Unterhaltung machen. Die einfachen und geteilten Stromkreise können durch Stromstufen und Stromrichtungen in ihrer Wirkungsweise erweitert werden. Man kann z. B. durch Stromstufen mehrere Stromkreise einander überlagern, die dann naturgemäß stark galvanisch gekoppelt und daher nicht unabhängig sind. Weiter kann man Arbeitsstrom oder Ruhestrom verwenden. Der Ruhestrom vergrößert die Betriebskosten beim Posten Energieverbrauch, er sollte daher nur dann verwendet werden, wenn dem Energieverbrauch andere Ersparnisse irgendwelcher Art gegenüberstehen.

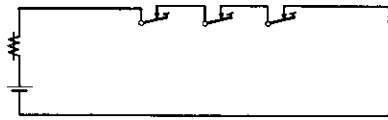
Der einfache Stromkreis entspricht der Reihenschaltung, der verzweigte Stromkreis der Parallelschaltung. Man muß unterscheiden zwischen Reihen- und Parallelschaltung der Stromgeber und der Stromempfänger. Es gibt, abgesehen von besonderen Fällen, zwei Arten von Stromgebern, nämlich Arbeits- und Ruhekontakte, die beide verschiedenen Gesetzen unterworfen sind. Liegen in einem Stromkreise mehrere Stromgeber und Stromempfänger, so sind sie voneinander abhängig, sie sind gewissermaßen auch galvanisch gekoppelt.

Die Bedingungen der verschiedenen Schaltungsarten liegen bei der Reihenschaltung am einfachsten. Sind in einem Stromkreise nur Ruhekontakte in Reihenschaltung vorhanden, so beherrscht jeder einzelne Kontakt direkt den Stromkreis. Liegen nur Arbeitskontakte darin, so wird der Stromkreis nur dann geschlossen, wenn sämtliche Kontakte betätigt werden. Die in Reihe liegenden Stromverbraucher selbst arbeiten natürlich, wenn eine elektrische Zustandsänderung des Stromkreises, verursacht durch die Kontakte, eintritt. Dabei besteht die Bedingung, daß sämtliche Stromverbraucher einander angepaßt sind, also auf dieselben Stromänderungen reagieren, da sie von demselben Strom durchflossen werden.

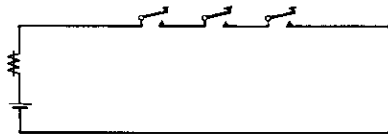
Bei der Parallelschaltung beherrscht jeder Arbeitskontakt den Stromkreis, während die Ruhekontakte nur dann den Stromkreis beeinflussen, wenn sie sämtlich betätigt werden. Parallel geschaltete Stromverbraucher müssen dann aufeinander abgestimmt sein, wenn durch Vorschaltwiderstände eine gegenseitige Beeinflussung ihrer Ströme durch ihre eigenen Widerstände stattfindet, denn die Zweigströme verhalten sich bekanntlich nach dem Kirchhoffschen Gesetz umgekehrt wie ihre Widerstände. Es ist hier also

in beiden Fällen eine Umkehrung des Einflusses der Arbeits- und Ruhekontakte auf die Stromkreise zu verzeichnen. Während im ersten Fall jeder einzelne Ruhekontakt den Stromkreis beherrscht, beherrscht im zweiten Fall jeder Arbeitskontakt den Stromkreis selbst. Abb. 66 zeigt die Schaltungsarten der Stromgeber.

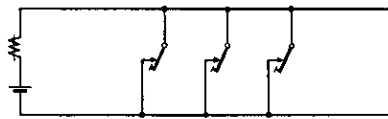
Die Brückenschaltung ist die komplizierteste von allen. Die Stromgeber liegen größtenteils direkt an der Stromquelle und gelten für sie die oben angegebenen Gesetze, während die Stromverbraucher in den Brückenzweigen angeordnet sind, deren Widerstände dann einfachen Gesetzen unterliegen, wenn in der Brücke kein Strom fließt. Das Verhältnis der Widerstände eines Zweiges ist dann bekanntlich gleich dem Verhältnis der Widerstände des anderen Zweiges. Brückenschaltungen sollten wegen ihrer Komplikation für Entwurf, Ausführung und Pflege nach Möglichkeit vermieden werden. Je einfacher die Schaltungen, um so wirtschaftlicher sind sie auch.



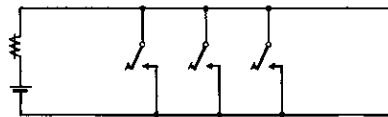
a) Reihenschaltung mit Ruhekontakten



b) Reihenschaltung mit Arbeitskontakten



c) Parallelschaltung mit Ruhekontakten



d) Parallelschaltung mit Arbeitskontakten

Abb. 66.
Schaltungsarten von Kontakten.

Forderungen an eine Schaltung.

Die Schaltungen sind abhängig von den gestellten und zu erfüllenden Forderungen. Es gibt zwei Gruppen von Forderungen, einmal technische Forderungen, die die Technik selbst stellt, damit die Schaltungen in der besten und wirtschaftlichsten Weise arbeiten, zum anderen Forderungen, die die Verwaltungen der Fernsprechanlagen stellen, damit der Selbstanschlußbetrieb

sich dem vorhandenen örtlichen Verkehr und den Eigenarten der Anlage anpaßt. Je mehr Forderungen der zweiten Gruppe von den Verwaltungen gestellt werden, um so komplizierter werden die Schaltungen, um so mehr Mittel sind notwendig, um so teurer werden die Einrichtungen. Man muß jede der gestellten Forderungen daraufhin untersuchen, ob sich die zu ihrer Erfüllung erforderlichen Mittel auch wirklich lohnen und ob der Aufwand in einem richtigen Verhältnis zum Nutzen steht. Nur Forderungen aufzustellen, ohne Berücksichtigung der zur Erfüllung erforderlichen Mittel führt nicht zur wirtschaftlich besten Lösung.

Es gibt zunächst aus der ersten Gruppe 10 Grundforderungen, die die Schaltungen jedes Automaten-systems erfüllen müssen, das sind: Nummernwahl, Steuern, freie Wahl, Prüfen, Durchschalten, Sperren, Signalisieren,

Speisen, Sprechen und Auslösen. Davon gehört die Nummernwahl zur Telegraphie, das Sprechen zur Telephonie, während alle anderen 8 Grundforderungen zur Gruppe der für die Automatik charakteristischen Einrichtungen gehören. Die zur Erfüllung dieser Grundforderungen notwendigen Mittel sind in allen Systemschaltungen aufzuwenden, weil ohne diese ein System nicht arbeiten kann. Um die Schaltungen für diese 10 Grundforderungen in der zweckmäßigsten und wirtschaftlichsten Weise entwickeln zu können, sind weitere Forderungen aus der ersten Gruppe zu erfüllen, die in nachstehende Gruppen von allgemeinen Forderungen A bis E für alle Stromkreise und besondere Forderungen F bis H für charakteristische Kreise unterteilt sind und später erläutert werden.

A. Allgemeine rein wirtschaftliche Forderungen.

1. Geringe Zahl und Typen von einfachen und zuverlässigen Wählern und Relais,
2. möglichst einfache Relais mit wenigen Wicklungen und mit einfacher normaler Justierung der Relaisfedern ohne jede Folgekontakte und ohne Stufenschaltung,
3. geringe Zahl von Wähler- und Relaiskontakten,
4. einfache übersichtliche Stromkreise, möglichst keine Stromverzweigungen, keine Stromdifferenzen und keine Fehlströme,
5. weitgehende Fehlersignalisierung, leicht ausführbare Kontrollen und einfache Pflege,
6. leichte Ausführung aller Statistiken,
7. geringe Abnutzung, kein unnützes Laufen der Wähler,
8. geringer Energieverbrauch,
9. große Ausnutzung der Wähler und der Verbindungsleitungen.

B. Allgemeine technische Forderungen.

10. Alle Kontakte sollen am gleichen Batteriepol liegen, alle Relais und Wähleranschlüsse sollen so gewählt werden, daß keine Kurzschlußgefahr besteht,
11. möglichst keine Serienkontakte,
12. einwandfreies Prüfen und Sperren, keine Dauerprüfung und keine Doppelverbindungen,
13. möglichst keine gemeinschaftlichen Antriebsmotoren oder Apparate,
14. Wähler und Verbindungsleitungen sollen nur belegungsfähig sein, wenn sie in der Ruhelage und in Ordnung sind. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so müssen mindestens Signale die Fehlbelegung anzeigen,
15. leicht unterscheidbare Signale des jeweiligen Verbindungszustandes für den Teilnehmer,
16. keine Belästigung anderer Teilnehmer auch bei Manipulationsfehlern und bei vorzeitigem Auflösen der Verbindung, die jederzeit möglich sein muß.

C. Allgemein physikalische Forderungen.

17. Genügende Strom-, Kraft- und Zeitsicherheiten,
18. Zwangläufigkeit, möglichst keine Abhängigkeit von Zeiten,
19. keine schädliche Erwärmung, keine Überlastung der Kontakte,
20. keine unbeabsichtigte Einstellung oder Auslösung, keine schädliche Rückwirkung der Elemente aufeinander, keine Fehlverbindungen,
21. gute Kontaktgabe auch bei unedlen Metallen. Alle Kontakte in der Sprechleitung müssen während des Gespräches vom Strom durchflossen sein.

D. Allgemeine chemische Forderungen.

22. Keine Korrosion durch Elektrolyse, keine Verwendung schädlicher Materialien, z. B. säurehaltige Klebemittel, Farben usw.

E. Allgemeine klimatische Forderungen.

23. Möglichst große Zulässigkeit von Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen.

F. Besondere Forderungen für die Sprechleitungen.

24. Die Sprechleitungen müssen in allen Phasen der Verbindung symmetrisch sein, dürfen kein Mitsprechen und kein Überhören der Signale zeigen,
25. kleine Dämpfung, möglichst geringe Zahl von Brücken mit nur kleiner Ableitung,
26. Mikrofon-Speisestrom soll der Teilnehmer vom eigenen Amt erhalten,
27. Leitungswiderstände sollen möglichst wenig Einfluß auf Mikrofon-Speisestrom haben,
28. die Einleitung und Auslösung der Verbindungen sowie die Impulsgabe müssen von den zulässigen Widerständen, Selbstinduktion, Kapazitäten und Nebenschlüssen der Teilnehmer- und Verbindungsleitungen unabhängig sein,
29. Prüfvorgänge oder andere Schaltmaßnahmen, Zählen, Auslösen usw. dürfen die Sprechleitungen nicht beeinflussen; die Wählerarme müssen während der Bewegung abgeschaltet sein,
30. Knack- und Wählergeräusche sind zu vermeiden,
31. möglichst wenig Kontakte in der Sprechleitung.

G. Besondere Forderungen der Prüfstromkreise.

32. Im Prüfstromkreise dürfen keine großen Induktivitäten enthalten sein, damit die Prüfreleis, die mit Sicherheit arbeiten müssen, schnell ansprechen können,
33. die Sperrung der belegten Leitung muß schnell und vollkommen erfolgen,
34. die zulässigen Leitungswiderstände, Kapazitäten, Selbstinduktionen und Nebenschlüsse der Verbindungsleitungen dürfen keinen schädlichen Einfluß auf den Prüfvorgang haben.

H. Besondere Forderungen der Kraftmagnet-Stromkreise.

35. Bei Dauereinschaltung der Magnete darf durch die Stromwärme eine Beschädigung der Isolation der Wicklungen nicht eintreten. Entweder halten die Magnete den Strom ohne Schaden aus, oder es müssen die Stromkreise gut gesichert sein,
36. die Ein- und Ausschaltkontakte müssen mit Funkenlöschung versehen sein,
37. beim Ein- und Ausschalten der Stromkreise dürfen keine schädlichen Restimpulse entstehen, die eine fehlerhafte Einstellung verursachen können.

Zum Verständnis dieser Forderungen sollen hier ausführliche Erläuterungen gegeben werden.

Zu 1, 2 und 3. Die Schaltung muß, um wirtschaftlich zu sein, möglichst einfache Konstruktionselemente, das sind Wähler und Relais, anstreben. Die Zahl der Wähler, Relais und besonders der Kontakte, sowohl an den Wählern, als auch bei den Relais, ist auf das kleinste zulässige Maß zu beschränken, wodurch die Betriebssicherheit wächst und die Unterhaltungskosten verringert werden. Besonders die Relais, die in großer Zahl vorhanden sind, müssen einfache Federsätze mit leicht ausführbarer, stets gleicher, also normaler Justierung erhalten. Jede Komplikation in der Justierung, z. B. Folgekontakte oder Stufenrelais usw., verteuert die Pflege, beeinflußt daher die Personalkosten in ungünstigem Sinne. Die Belastung der Relais ist möglichst gleichmäßig auf alle Relais zu verteilen. Aus diesen Bedingungen kann deutlich der enge Zusammenhang zwischen Schaltung und Konstruktion ersicht werden.

Zu 4. Einfache, übersichtliche Stromkreise erleichtern das Verständnis, die Fehlereingrenzung und daher die Pflege. Stromverzweigungen und Stromdifferenzen sind schwer verständlich, und bei Fehlern sind die Ursachen schwierig festzustellen. Durch einfache Stromkreise werden daher die Personalkosten verringert, durch Stromverzweigungen und Stromdifferenzen vermehrt.

Zu 5. Durch eine gut durchdachte Fehlersignalisierung werden die Personalkosten sehr herabgesetzt. Wenn die Ursache fehlerhafter Vorgänge sofort durch entsprechende Signale eindeutig angezeigt wird, kommt der Betrieb mit einem Minimum von Personalkosten aus. Die Signalisierung ist daher so weit und klar wie nur irgend möglich durchzuführen. In gleicher Weise werden die Pflegekosten durch leicht ausführbare Kontrollen herabgesetzt, die daher auch bedeutend zur Hebung der Wirtschaftlichkeit beitragen.

Zu 6. Statistiken sind für einen guten Betrieb unbedingt erforderlich. Es werden unter Umständen erhebliche Kosten sowohl an Personal als auch an Material erspart, wenn sich diese leicht und bequem an allen Arbeitsstellen ausführen lassen. Soll z. B. der Verkehr bestimmter Teilnehmer oder Wählergruppen gemessen werden und ist die Einrichtung derartig getroffen, daß

durch einfaches Umlegen von Schaltern diese Gruppen auf die Meßinstrumente geschaltet werden können, so ist kein Personal für die Anschaltung notwendig.

Zu 7. Die Schaltung muß anstreben, mit der geringsten Wählerbewegung und daher mit der kleinsten Abnutzung die erforderliche Arbeit zu vollbringen. Jede überflüssige Bewegung ist für die Lebensdauer schädlich und beeinflusst die Tilgungsquote ungünstig. Wähler, die keine freie Leitung finden können, sollen möglichst nicht laufen, um keine überflüssige Abnutzung und vor allen Dingen, um keine Beunruhigung des Personals hervorzurufen.

Zu 8. Der Energieverbrauch ist von nicht zu unterschätzender Bedeutung, denn er macht heute etwa 10% der Unterhaltungskosten des Amtes aus. Aus diesem Grunde sind Ruheströme, die gewöhnlich sehr viel Energie nicht wegen ihrer Größe, wohl aber wegen ihrer Dauer benötigen, zu vermeiden. Beim Sparen der Energie für die Schaltströme darf aber nicht zu weit gegangen werden, denn wenn die erforderliche Sicherheit durch zu große Sparsamkeit an dieser Stelle herabgesetzt wird, so werden dadurch wieder die Personalkosten vergrößert. Dieser Bedingung ist daher besonders große Aufmerksamkeit zu schenken, denn es steigen die Personalkosten bedeutend schneller als die Kosten für die Energie.

Zu 9. Die Ausnutzung der Verbindungsleitungen spielt in großen Anlagen mit vielen Zentralen eine ausschlaggebende Rolle. Hierfür sind ganz besondere Mittel vorzusehen, um die Ausnutzung durch Anwendung möglichst großer Leitungsbündel hinaufzutreiben. Es gibt verschiedene Mittel zur Vergrößerung der Ausnutzung: Vergrößerung der Wählerkontaktzahlen, Mischwähler und Mischschaltungen. Welches Mittel das wirtschaftlichste ist, muß durch Rechnung ermittelt werden. Mischwähler und Mischschaltungen haben sich als äußerst wirtschaftlich erwiesen, weil an Kapital erheblich gespart wird und besondere Mittel, z. B. mehr Kontakte, nicht hinzukommen. Hierher gehört auch die Frage, ob zwei- oder dreiadrige Verbindungsleitungen vorgesehen werden müssen. Auch diese Frage muß durch Rechnung beantwortet werden.

Zu 10. Diese Forderung bezweckt, Kurzschlüsse durch unbeabsichtigtes Berühren benachbarter Relaisfedern, die sonst an verschiedenen Batteriepole liegen könnten, zu vermeiden. Vorteilhaft ist es, alle Kontakte an Erde zu legen, damit auch bei Berührung mit den Gestellen, die gewöhnlich geerdet sind, Kurzschlüsse nicht auftreten. In ähnlicher Weise sollen alle Anschlüsse der Relais und Wähler so gewählt werden, daß benachbarte Anschlüsse nie an verschiedenen Batteripolen liegen. Jede Kurzschlußgefahr muß durch zweckmäßige Anordnung vermieden werden.

Zu 11. Stromkreise mit Serienkontakten, die über viele Wähler laufen, sind wegen ihrer unbequemen Handhabung und ihrer Fehlerquellen nicht zu empfehlen.

Zu 12. Die Prüfung auf freie Wähler, Verbindungsleitungen und Teilnehmer muß natürlich einwandfrei erfolgen. Sie muß, um Doppelverbindungen zu vermeiden, kurz, d. h. vorübergehend sein, ebenso muß die Sperrung der belegten Leitung unmittelbar nach der Prüfung vollkommen er-

folgen. Je länger die Prüfung dauert, desto größer ist die Gefahr, daß zwei Wähler gleichzeitig prüfen, daß also Doppelverbindungen entstehen.

Zu 13. Alle gemeinschaftlichen Motoren oder Apparate sind zu vermeiden, denn sie bilden eine stete Gefahr für Gruppenstörungen, die einen viel größeren Einfluß haben und viel unangenehmer sind als Einzelstörungen. Durch Einzelstörungen werden nur einzelne Teilnehmer oder Wähler, durch Gruppenstörungen aber eine ganze Gruppe von Teilnehmern oder Wählern, unter Umständen das ganze Amt, ungünstig beeinflußt.

Zu 14. Leitungen und Wähler sollen nur dann belegungsfähig, also frei sein, wenn sie sich in der Ruhelage befinden, und wenn sie in Ordnung sind, sonst entstehen auch hierbei Fehlverbindungen. Im anderen Falle müssen Signale vorgesehen werden, die die Fehlbelegung eindeutig signalisieren.

Zu 15. Gute verständliche Signale für „Frei“ und „Besetzt“ usw. sind sowohl für den Teilnehmer als auch für das Amt von großer nicht zu unterschätzender Bedeutung. Es trägt zur Zufriedenheit der Teilnehmer wesentlich bei, wenn sofort nach dem Wahlvorgang die Signale gehört werden.

Zu 16. Verzichtet ein Teilnehmer auf eine Verbindung, hängt er also in irgendeinem Stadium des Verbindungsaufbaues ein, so dürfen andere Verbindungen nicht gestört, andere Teilnehmer nicht behelligt, z. B. angerufen werden. Das irrtümliche Anrufen fremder Teilnehmer ist unter allen Umständen zu vermeiden.

Zu 17. Genügende Strom-, Kraft- und Zeitsicherheiten sind unbedingt erforderlich, große Sicherheiten sind an allen Stellen anzustreben. Je größer diese Sicherheiten sind, desto größer ist natürlich die Sicherheit der ganzen Schaltung, desto größer ist die Toleranz in den Justierungen, desto größer ist der Zeitraum, in dem Nachjustierungen, verursacht durch Veränderung der Elemente infolge der natürlichen Abnutzung, erforderlich werden, desto kleiner ist der Einfluß von Widerstand, Kapazität, Selbstinduktion und Nebenschluß der Leitungen, desto einfacher daher die Pflege, desto wirtschaftlicher das System.

Zu 18. Alle Vorgänge im Amt, z. B. Nummernwahl, Umsteuern, freie Wahl, Durchschalten, Auslösen, Zählen usw. sollen zwangsläufig nacheinander erfolgen, d. h. die Aufeinanderfolge der einzelnen Vorgänge soll unabhängig von unkontrollierbaren Verzögerungszeiten sein. Wird diese Bedingung nicht genügend beachtet, so treten leicht Fehler auf, deren Ursache sehr schwer feststellbar ist.

Zu 19. Eine schädliche Erwärmung der Magnet- und Relaiswicklungen muß durch entsprechende Maßnahmen vermieden werden. Stehen Elemente längere Zeit unter Strom, so darf durch eine derartige Dauerbelastung keine schädliche Erwärmung eintreten. In gleicher Weise ist eine Überlastung der Kontakte unzulässig. Die Kontakte sind besonders sorgfältig zu schützen, weil sie sonst durch die sehr häufige Benutzung bald zerstört werden. In allen Fällen wird durch sorgfältige Maßnahmen, z. B. Verhinderungen von Prellungen, die Lebensdauer der Elemente sehr verlängert.

Zu 20. Unbeabsichtigte Schaltvorgänge infolge von induktiven oder kapazitiven Wirkungen dürfen natürlich, um Fehlverbindungen zu vermeiden, nicht auftreten. Diese Bedingung ist sehr zu beachten, weil in nahezu allen Stromkreisen Selbstinduktionen und Kapazitäten enthalten sind, die unter Umständen erhebliche Rückwirkungen ausüben können.

Zu 21. Den unedlen Kontakten ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Besonders Schleifkontakte aus unedlem Metall verhalten sich dann eigentümlich, wenn sie nicht vom Strom durchflossen werden. Es hat sich in der Praxis gezeigt, daß solche Kontakte, wenn sie stromlos sind, selbst bei gutem Kontaktdruck plötzlich große Widerstandswerte aufweisen können. Diese Erscheinung verschwindet, wenn Strom über die Kontakte fließt.

Zu 22. Elektrolyse tritt leicht an verschiedenen Stellen ein. Zunächst muß der Plus-Pol der Batterie geerdet werden, damit bei Nebenschlüssen die Relaiskerne und nicht die Drähte durch Elektrolyse angegriffen werden. Sodann müssen Relais mit 2 Wicklungen, die an verschiedenen Batteriepolen und an Außenleitungen liegen, besonders behandelt werden, weil in diesen Fällen ebenfalls leicht Elektrolyse auftritt. Weiter ist streng darauf zu achten, daß alle zur Verwendung kommenden Materialien frei von Säure sind. Besonders Klebemittel und Farben sind sehr oft säurehaltig, wodurch dann eine Zerstörung unaufhaltsam ist.

Zu 23. Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen treten an allen Stellen der Erde auf, die Größe dieser Schwankungen ist aber sehr verschieden. Je größere Schwankungen zugelassen werden können, um so vorteilhafter ist dies für die Betriebshaltung. Das ist größtenteils eine Materialfrage, aber im Zusammenhang mit 22 auch eine Schaltungsfrage, weil die Feuchtigkeit die Elektrolyse begünstigt.

Zu 24, 25, 26 und 27. Die Sprechleitungen müssen bekanntlich symmetrisch gegen Erde sein, um Überhören unter allen Umständen zu vermeiden. Für eine gute Verständigung ist eine möglichst geringe Zahl von Brücken mit nur kleiner Ableitung in der Sprechleitung anzustreben. Weiter ist hierfür ein genügender, für alle Teilnehmer möglichst gleicher Mikrophon-Speisestrom erforderlich, der nach Möglichkeit unabhängig vom Leitungswiderstand der Teilnehmerleitung und stets vom eigenen Amte geliefert werden soll, um den Widerstand der Amtsverbindungsleitung auszuschalten.

Zu 28. Jede Leitung hat Widerstand, Selbstinduktion, Kapazität und Nebenschluß. Diese sind, was sehr wichtig ist, bei dem Schaltungsaufbau unbedingt zu berücksichtigen. Einleiten und Auslösen der Verbindungen sowie die Impuls-gabe müssen gewisse Werte dieser Faktoren zulassen. Je größer diese Werte sind, die ein System zuläßt, um so leichter ist die Pflege.

Zu 29 und 30. Eine bestehende Verbindung darf durch irgendwelche Schaltungsmaßnahmen im Amte, Prüfen und Auslösen fremder Wähler, weder durch Geräusche noch in anderer Weise beeinflußt werden. Über die Kontakte der Sprechleitungen laufen sehr viele prüfende und auslösende Wähler; bei diesen vielen Kontaktberührungen dürfen irgendwelche Knack-

oder Wählergeräusche nicht auftreten. Auf die gute Abschaltung der Wählerarme während der Bewegung ist daher ganz besonders zu achten.

Zu 31. Es ist anzustreben, möglichst wenig Kontakte in der Sprechleitung zu haben, weil sie Schwierigkeiten bereiten können.

Zu 32. Prüfrelais müssen schnell arbeiten, damit die schnelldrehenden Wähler rechtzeitig zur Ruhe gesetzt werden. Induktivitäten wirken stark verzögernd auf den Stromanstieg. Aus diesem Grunde sind Induktivitäten im Prüfstromkreis auf das kleinste Maß herabzusetzen.

Zu 33. Die Sperrung der belegten Leitung muß so schnell wie möglich erfolgen, denn jede Verzögerung ermöglicht das Prüfen eines weiteren Wählers auf derselben Leitung, begünstigt daher Doppelverbindungen. Um auch weiterhin Doppelverbindungen zu vermeiden, muß die Sperrung gut und vollkommen sein.

Zu 34. Die schon zu 28. erwähnten Widerstände, Selbstinduktionen, Kapazitäten und Nebenschlüsse der Leitungen sind auch bei dem Prüfvorgang zu berücksichtigen.

Zu 35. Da die Kraftmagnete nur kurze Zeit in Betrieb sind, erhalten sie gewöhnlich aus wirtschaftlichen Gründen mehr Energie als für Dauerbelastung zulässig ist. Es muß daher, wenn fälschlich eine Dauerbelastung eintritt, irgend etwas zum Schutze der Wicklungen erfolgen. Gewöhnlich sind hier, für entsprechende Zeitsicherungen vorgesehen. Auch Signale sind möglich, für nicht überwachte Unterämter aber ohne Bedeutung.

Zu 36. Die Ein- und Ausschaltkontakte für die Kraftmagnet-Stromkreise müssen entweder so gebaut sein, daß sie die entsprechenden Funken aushalten können, oder es muß für einen wirksamen Funkenschutz gesorgt werden. Dabei ist zu beachten, daß bei Kondensator-Funkenschaltung ein Dämpfungswiderstand vorzusehen ist, damit nicht die Kontakte durch den Entladungsfunken des Kondensators zusammengeschweißt werden.

Zu 37. Restimpulse können bei Ein- und Ausschaltvorgängen auftreten, wenn z. B. ein gemeinschaftlicher Unterbrecher vorgesehen ist. Die Restimpulse verursachen fehlerhafte Einstellungen, also Fehlverbindungen, daher müssen hierfür besondere Mittel zu ihrer Verhütung bereitgestellt werden.

Zu der zweiten Gruppe von Forderungen, den Betriebsforderungen, die von den Verwaltungen der Anlagen gestellt werden, gehören:

1. Weitgehende Unterteilung der Anlage und Speisung der Teilnehmer vom eigenen Amt.
2. Möglichste Unabhängigkeit des Speisestromes vom Widerstande der Teilnehmerleitung.
3. Sofortiger erster Ruf.
4. Sofortige Rufstromabschaltung beim Melden des Gerufenen.
5. Auswahl einer freien Leitung bei Sammelanschlüssen.
6. Fernverkehr über Wähler.
7. Aufschaltmöglichkeit im Fernverkehr, Anbotwähler.
8. Trennung von Ortsverbindungen durch das Fernamt.

9. Einschaltung von Nebenstellen ohne Batterie.
10. Schlußzeichengabe zu manuellen Ämtern.
11. Gesprächszählung, gegebenenfalls Zeitzonenzählung.
12. Fangen böswilliger Teilnehmer.
13. Verwendung zweiadriger Verbindungsleitungen.
14. Verwendung doppelgerichteter Verbindungsleitungen.
15. Anwendung von Vierer-Betrieb.
16. Bildung von großen, möglichst 100er-Leitungsbündeln.
17. Unempfindlichkeit gegen Leitungseinflüsse: Widerstand, Selbstinduktion, Kapazität und Nebenschluß.
18. Selbsttätige Ausscheidung fehlerhafter Wähler und Verbindungsleitungen.
19. Selbsttätige Abschaltung gestörter Anschlußleitungen.
20. Einleitung der Auslösung vom Rufenden oder vom Gerufenen.
21. Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der Kraftanlage.
22. Einfache Überleitung zur neuen Betriebsform.
23. Speicherung und Umrechnung der Stromstoßreihen der Teilnehmer.
24. Sicherheit gegen Brandgefahr.
25. Weitgehende Störungssignalisierung.
26. Weitgehende Registriermöglichkeit des Verkehrs.
27. Einfache Prüfung der Wähler und Leitungen.

Diese Betriebsforderungen, die stets zu prüfen sind, ob der erforderliche Aufwand im richtigen Verhältnis zum Nutzen steht, können beliebig erweitert werden. Später werden sie noch ausführlich behandelt.

Schaltungsdarstellung.

Die Schaltungen für automatische Systeme erscheinen an sich äußerst umfangreich und verwickelt, so daß aus diesem Grunde das Bestreben dahin gehen muß, diese so einfach wie nur irgend möglich zu gestalten. Jede Komplikation der Schaltungen bedeutet eine Vergrößerung der Betriebskosten,

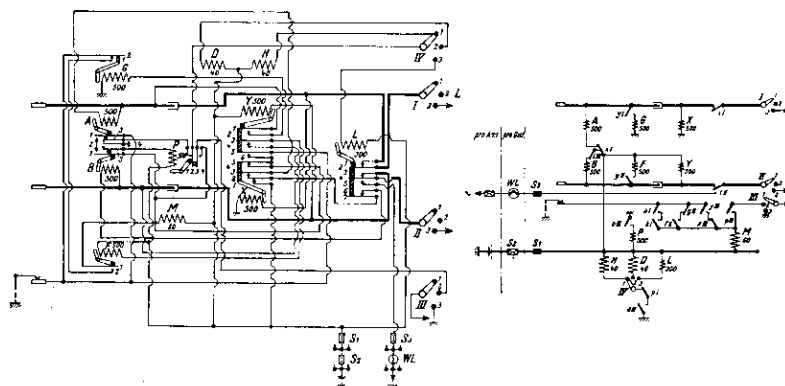


Abb. 67. Schaltungsdarstellung.

denn alle Vorgänge sind schwerer verständlich, und das Personal braucht zum Verständnis und auch zur Beseitigung von Fehlern längere Zeit als bei einfachen Schaltungen. Viel zur Erleichterung des Verständnisses kann auch die Schaltungsdarstellung der Schaltungen beitragen.

In Abb. 67 ist dieselbe Schaltung in verschiedener Darstellungsart gezeichnet worden. Man sieht auf den ersten Blick den großen Vorteil einer guten vereinfachten Darstellungsart. Die grundlegende Änderung gegenüber der alten Darstellung besteht darin, daß die Relaiskontakte nicht mehr beim Relais, sondern an eine zweckmäßige Stelle im Stromkreise gezeichnet werden. Die Zugehörigkeit der Kontakte zu den Relais wird durch Bezeichnungen erkennbar. Das Relais wird mit großen, die Kontakte mit kleinen Buchstaben bezeichnet. Auch in der alten Darstellung waren schon die Wählerkontakte nicht im Zusammenhang mit ihren Kraftmagneten gezeichnet. Zeichnet man nun Relais und Kontakte auch nicht zusammen, so kommt man zu der einfachen und übersichtlichen Darstellung. Infolge der großen Verwicklung in der automatischen Telephonie ist eine gute und leicht übersichtliche Darstellung der Schaltungen eine zwingende Notwendigkeit. Die Zeichnung wird nur einmal gezeichnet, aber nahezu unendlich oft gelesen. Es soll daher jede Schaltung mit Sorgfalt gezeichnet werden. Für eine gute Schaltungsdarstellung sind folgende Bedingungen aufgestellt worden:

1. Die Darstellung muß vor allen Dingen übersichtlich und leicht verständlich sein und muß einen schönen, gefälligen Eindruck machen,
2. keine oder so wenig wie möglich Kreuzungen, weil dadurch die Übersichtlichkeit erschwert wird,
3. die einzelnen Stromkreise sollen so kurz wie möglich sein und nicht viel Winkel haben,
4. die für die Apparate eingeführten Symbole müssen verständlich und voneinander leicht unterscheidbar sein; z. B. Kraftmagnete von Relais, Wählerkontakte aus unedlem Material von Relaiskontakten aus edlem Material. Kontakte dürfen nicht mit Leitungen verwechselt werden können,
5. die gemeinsamen Apparate, Sicherungen und Batterien müssen als solche erkannt und die Gruppenzugehörigkeit mit allen Zusammenhängen ersehen werden können,
6. alle Kontakte müssen in Ruhelage gezeichnet sein, und die gedachte Bewegung der bewegten Federn muß stets in der gleichen Weise erfolgen, z. B. von links nach rechts und von oben nach unten,
7. einfache, leichte Herstellbarkeit der Zeichnung. Die Darstellungsart muß ohne große Mühe ein gutes Schaltbild ergeben, sonst wird, wenn immer mehrere Umzeichnungen erforderlich werden, in vielen Fällen aus Zeitmangel kein gutes Bild entstehen,
8. genügend praktische, einfache, nicht unübersichtliche Hinweise zur Vermeidung von Irrtümern,
9. möglichst kleiner Raum für die Zeichnung, weil die Übersichtlichkeit dadurch gewinnt.

Schaltungsaufbau.

Es soll gezeigt werden, wie bei der Lösung einer Schaltungsaufgabe am zweckmäßigsten verfahren wird, indem erst Einzellösungen gesucht und dann diese zu der Gesamtlösung zusammengefaßt werden. Bevor mit der Lösung einer Schaltungsaufgabe begonnen wird, muß zunächst die Aufgabe genau durch Aufstellung aller Forderungen des Betriebes, also der zweiten Gruppe, festgelegt werden. Die Forderungen der ersten Gruppe sind stets sämtlich zu erfüllen, um die wirtschaftlichste Lösung zu erzielen. Nur wenn die Aufgabe genau bestimmt ist, ist eine richtige und endgültige Lösung möglich. Werden während der Lösung einer Aufgabe Forderungen geändert oder treten neue hinzu, so bedeutet das stets eine Aufgabenänderung, durch die andere Lösungen entstehen. Ist die Aufgabe in allen Einzelheiten festgelegt, so kann an die Lösung herangetreten werden.

Als Beispiel dafür, wie der allmähliche Aufbau einer Schaltung auf Grund der gestellten Forderungen vorgenommen wird, soll die Entwicklung der Schaltung eines I. GW ohne Vorwahlstufe und eines LW für ein Schrittwählersystem der neuen Art mit Wählern ohne Auslösemagnet erfolgen, wo nur die Forderungen der ersten Gruppe erfüllt werden. Es werden zunächst die für diese Schaltung des I. GW erforderlichen Relais bestimmt.

Man braucht ein Linienrelais, das die Telegraphierimpulse des Teilnehmers auf den Wähler überträgt und zu gleicher Zeit Speiserelais des Teilnehmers ist. Man braucht weiter ein Auslöserelais, das die Auslösung einleitet, wenn der Teilnehmer seinen Fernhörer eingehängt hat. Man braucht ein Steuerrelais, das den GW nach der Impulsgabe umschaltet und die selbsttätige Drehbewegung einleitet, damit ein freier Wähler der nächsten Wählerstufe ausgesucht werden kann. Man braucht weiter für das Ausschuchen eines freien Wählers ein Prüfrelais.

Die einzelnen Stromkreise bauen sich auf Grund von Überlegungen folgendermaßen auf:

Die Sprechleitungen des Teilnehmers liegen über zwei genau symmetrischen Wickelungen des Linienrelais L (Abb. 68) mit hoher Induktivität zur Entkoppelung an den Batteriepolen. Durch das Linienrelais L muß über einen Arbeitskontakt das Auslöserelais A eingeschaltet werden, das in seiner Arbeitsweise stark verzögert wird, damit es während der Impulsgabe, bei der L impulsmäßig arbeitet, nicht abfällt. Erst wenn L längere Zeit aberregt ist, fällt A ab. Der Stromkreis des Hebemagneten muß bestehen, einmal aus einem Ruhekontakt des Linienrelais, wodurch der Hebemagnet impulsmäßig eingeschaltet wird, und aus einem Arbeitskontakt des Auslöserelais, damit der Hebemagnet während der Ruhelage des Wählers nicht unter Strom steht. Wenn der Teilnehmer seinen Nummernschalter betätigt, so arbeitet das Linienrelais impulsmäßig, wodurch der Stromkreis des Hebemagneten periodisch geschlossen und der Wähler daher eingestellt wird.

Mit dem Hebemagneten muß auch das Steuerrelais V eingeschaltet werden, das während der Impulsgabe erregt bleiben und nach derselben ab-

fallen muß, damit der Drehvorgang eingeleitet wird. Der Stromkreis des Steuerrelais, das ebenfalls verzögert sein muß, um während der Impulsgabe nicht abzufallen, muß daher ebenfalls über einen *a*-Arbeitskontakt und einen *l*-Ruhekontakt verlaufen. Da beide Stromkreise die gleichen Kontaktanordnungen besitzen, so kann man sie aus wirtschaftlichen Gründen galvanisch koppeln. Es gibt nun zwei Schaltmöglichkeiten, entweder das *V*-Relais wird parallel zum Hebemagneten oder hintereinander mit dem Hebemagneten geschaltet. In beiden Fällen muß eine Anpassung des *V*-Relais an den Hebemagneten erfolgen; bei der Parallelschaltung muß es hochohmig, bei der Reihenschaltung niederohmig gemacht werden. Bei der Parallelschaltung ist aber nach dem Öffnen des Stromkreises eine Beeinflussung vom Steuerrelais und Hebemagneten derart vorhanden, daß die starke Induktivität des Hebemagneten sich über das *V*-Relais entlädt und dieses evtl. zum Abfall bringt. Die Dämpfung des *V*-Relais wird verkleinert, während die Dämpfung des Hebemagneten durch das parallelliegende *V*-Relais vergrößert wird. Bei der Hintereinanderschaltung ist die Beeinflussung nicht vorhanden; es ist also diese Schaltung vorzuziehen. Der Stromkreis des Hebemagneten und des Steuerrelais ist aber noch nicht fertig. Da bei der weiteren Impulsgabe das Liniensrelais wieder impulsmäßig arbeitet, so würde auch der Hebemagnet wieder unnötigerweise eingeschaltet werden. Das kann durch einen Wählerkontakt, und zwar einen Wellenruhekontakt, verhindert werden, der beim ersten Drehschritt den Stromkreis des Hebemagneten und Steuerrelais endgültig öffnet. Liniensstromkreis, Stromkreis des Auslöserelais und des Hebemagneten mit dem *V*-Relais sind also mechanisch und galvanisch gekoppelt.

Nach beendeter Impulsgabe fällt das Steuerrelais *V* ab, und es soll jetzt der Stromkreis des Drehmagneten geschlossen werden. Die selbsttätige Fortschaltung des Drehmagneten kann entweder über einen für mehrere Wähler gemeinsamen oder einen individuellen Unterbrecher erfolgen. Hier soll der Drehmagnet über einen eigenen Selbstunterbrecherkontakt arbeiten. In dem Stromkreise muß also zunächst der Kontakt des Selbstunterbrechers, dann ein Ruhekontakt des Steuerrelais *V* eingeschaltet sein; weiter muß ein Ruhekontakt des Prüfrelais vorhanden sein, damit der Drehmagnet ausgeschaltet wird, wenn das Prüfrelais auf freien Wähler anspricht. Bisher sind im Stromkreise des Drehmagneten nur Ruhekontakte enthalten; der Drehmagnet würde also in der Ruhelage des Wählers ständig arbeiten. Um das zu verhindern, ist also noch ein Wählerkontakt einzuschalten, der in der Ruhelage offen und nur in der Arbeitslage des Wählers geschlossen ist. Dies ist ein Wählerkopfkontakt. Würde man einen Kontakt des Auslöserelais in den Stromkreis des Drehmagneten einschalten, so würde die Auslösung versagen, weil bei dieser der Drehmagnet das Einstellglied über die Kontaktbank hinausdrehen muß.

Das Prüfrelais liegt am Prüfarm des Wählers, und zwar über einen Arbeitskontakt *a* des Auslöserelais, damit bei der Auslösung die *c*-Leitung stromlos wird und das *P*-Relais abfallen kann. Auf freier Leitung spricht das

Prüfrelais an, öffnet, wie schon mitgeteilt, den Stromkreis des Drehmagneten, so daß die Drehbewegung beendet wird. Zur Sperrung des belegten Wählers muß der Widerstand in der *c*-Leitung des aufgeprüften Wählers möglichst klein sein, zu diesem Zwecke schließt das Prüfrelais durch einen eigenen Kontakt seine hochohmige Wicklung kurz, so daß die Prüfrelais anderer Wähler infolge der für sie ungünstigen Stromverzweigung nicht ansprechen können. Das Prüfrelais schaltet weiter die Sprechleitung zu den *a*—*b*-Kontaktarmen durch und bereitet damit den Linienstromkreis für den nächsten

Wähler vor. Dieser Stromkreis ist für die Sprechverbindung mit dem Teilnehmerstromkreis über Kondensatoren elektrisch gekoppelt. Abb. 68 zeigt Phasen der Entwicklung.

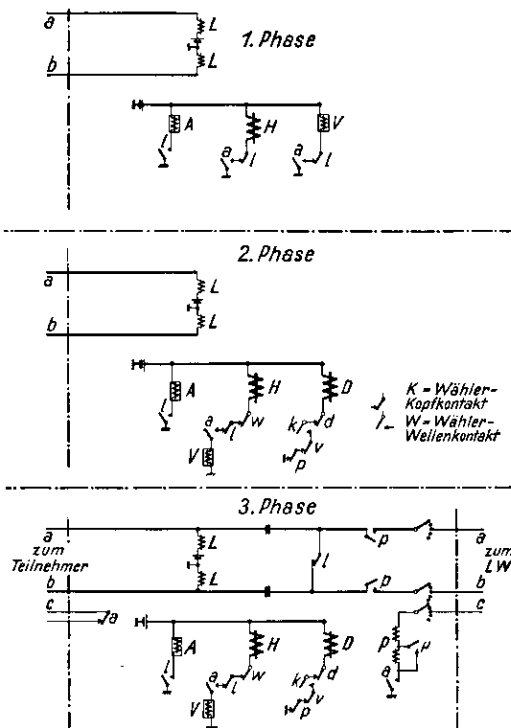


Abb. 68. Schaltungsentwicklung eines I. GW.

kontakt zwischen der abgehenden *a*—*b*-Leitung erforderlich, zur Sperrung des Teilnehmers gegen Anrufe vom LW aus ein *a*-Ruhekontakt für den Stromkreis des Teilnehmerrelais.

In gleicher Weise mit ähnlichen Überlegungen wird die Schaltung des LW entwickelt. Man braucht zunächst ein Impulsrelais *J*, ein Auslöserelais *A*, ein Steuerrelais *V*, ein Prüfrelais *P*, ein Speiserelais *S*. Die Stromkreise werden am besten folgendermaßen aufgebaut:

Zwischen den Sprechleitungen (Abb. 69) liegt das Impulsrelais *J* mit zwei Wicklungen genau symmetrisch an den beiden Polen der Batterie. Die *c*-Leitung liegt über das Auslöserelais *A* an Spannung. Im Stromkreise des Hebemagneten liegt ein Impulskontakt *i*, in diesem Falle Arbeitskontakt,

weil das J -Relais Arbeitsstrom vom I. GW erhält; weiter ein Wellen-Ruhekontakt aus dem gleichen Grunde wie beim I. GW. In dem Stromkreis des Steuerrelais V liegen dieselben Kontakte, so daß auch hier die beiden Stromkreise des Hebemagneten und des Steuerrelais wieder galvanisch gekoppelt werden können.

Nach beendeter Einstellung des Hebemagneten durch die Impulse des J -Relais muß der Hebemagnet aus- und der Drehmagnet eingeschaltet werden. Dazu ist ein Umsteuerrelais U erforderlich. Das U -Relais muß also erregt werden, wenn der Wähler sein Einstellglied gehoben hat und das Steuerrelais abgefallen ist. Der Stromkreis enthält einen Kopf-Arbeitskontakt und einen v -Ruhekontakt. Im Stromkreis des Hebemagneten muß noch ein u -Ruhekontakt eingeschaltet werden.

Der Stromkreis des Drehmagneten besteht aus u - und i -Arbeitskontakt. Die u -Arbeits- und Ruhekontakte können zu einem Wechselkontakt zusammengezogen werden, wodurch der i -Arbeitskontakt für beide Kreise ausgenutzt wird.

Ist die Impulsgebung für den Drehmagnet beendet, so muß die Prüfung eingeleitet werden. Der Prüfstromkreis verläuft über einen Auslösekontakt a , damit die Auslösung gesichert ist und über einen Kontakt, der das Prüfrelais erst nach beendeter Drehung anschaltet. Man kann dafür das U -Relais benutzen,

wenn dasselbe nach der Drehung wieder zum Abfall gebracht wird. Das kann dadurch geschehen, daß man das U -Relais durch einen Wellenkontakt ausschaltet und über einen neuen Kreis mit u -Arbeitskontakt und einen i -Arbeitskontakt während der Impulsgebung erregt hält. U muß dann eine Dämpfung erhalten. Da der neue Stromkreis des U -Relais mit dem Drehmagnetstromkreis übereinstimmt, so kann man, um Mittel zu sparen, diese Wicklung des U -Relais mit der Drehmagnetwicklung wieder galvanisch koppeln und das U -Relais als niederohmige Wicklung hintereinander in den

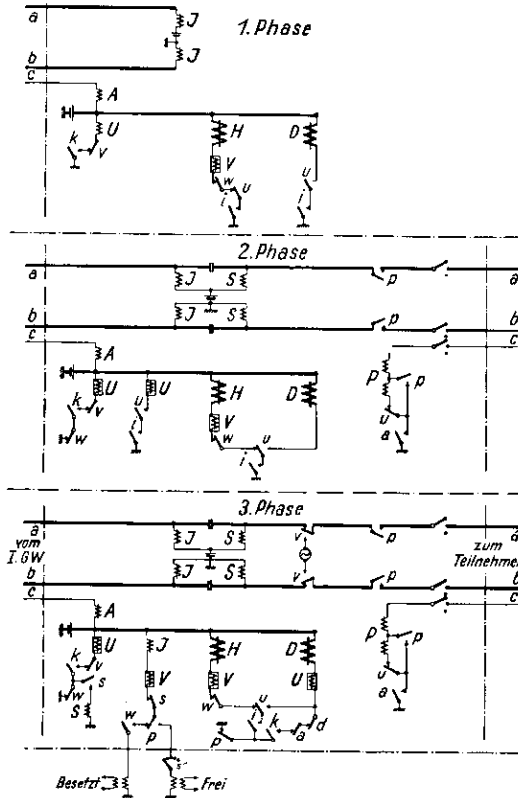


Abb. 69. Schaltungsentwicklung eines LW.

Drehmagnetstromkreis einschalten. Abb. 69, 1. und 2. Phase, zeigt die Entwicklung. Im Stromkreise des P -Relais wird ein u -Ruhekontakt eingeschaltet. Ist die Drehung beendet, so wird das P -Relais zur Prüfung eingeschaltet. Ist der Teilnehmer frei, so spricht das P -Relais an. Es muß zunächst den Teilnehmer durch Kurzschluß seiner hochohmigen Wicklung sperren, dann den Stromkreis des Kraftmagneten auftrennen, damit eine weitere Impuls-gabe keinen Einfluß hat. Das P -Relais muß weiter die Sprechleitung durchschalten, denn während der Drehung müssen die Kontaktarme isoliert sein. Die Sprechleitungen a, b liegen jetzt über genau symmetrische Wicklungen des Speiserelais S an den Polen der Batterie. Dieser Stromkreis ist mit dem vom I. GW ankommenden Sprechstromkreis elektrisch über Kondensatoren gekoppelt.

Der Teilnehmer muß jetzt angerufen werden. Das würde ein Rufrelais erfordern. Bevor aber ein neues Relais eingeführt wird, muß stets geprüft werden, ob ein schon vorhandenes Relais mit der neuen Aufgabe belastet werden kann. Um hier das besondere Rufrelais zu sparen, kann man das Umschalterelais U oder das Steuerrelais V mit der Aufgabe belasten. Da V wenig belastet ist, wird dieses Relais dafür genommen. Das V -Relais erhält also Umschaltekontakte in der Sprechleitung, die diese an die Wechselstromquelle legen. Der Stromkreis des V -Relais selbst geht über einen p -Arbeitskontakt an einen 5-s-Schalter, der den Stromkreis alle 5 s schließt, worauf V anspricht und Rufstrom zum Teilnehmer sendet. Dem 5-s-Stromkreis wird ein Summersignal überlagert und in den Stromkreis eine Summerübertragungswicklung des J -Relais eingeschaltet, durch die jedesmal, wenn das V -Relais zum Anruf erregt wird, ein Summerzeichen über die J -Linienwicklungen zum anrufenden Teilnehmer induziert wird. Durch die Koppelung der Stromkreise von J und V werden wieder Kontakte erspart.

Nimmt der Gerufene seinen Fernhörer vom Haken, so spricht das Speiserelais S an, das durch einen Ruhekontakt das Rufrelais dauernd abschalten könnte. Damit nun das V -Relais zum Anrufen nicht wieder eingeschaltet wird, wenn der Gerufene einhängt und S wieder abfällt, wird ein Rufabschalte-relais benötigt. Dazu kann aus wirtschaftlichen Gründen wieder ein vorhandenes Relais, das S -Relais selbst, genommen werden, das über eine Halte-wicklung, einen s -Kontakt und U -Relais erregt gehalten wird und den Rufstrom dauernd unterbricht.

Hängt der rufende Teilnehmer ein, so wird die c -Leitung vom I. GW stromlos, das Auslöserelais fällt ab, öffnet den Stromkreis des P -Relais, das P -Relais fällt ab, der Wähler muß jetzt in die Ruhelage zurückkehren. Das geschieht durch einen besonderen Stromkreis für den Drehmagnet über einen Selbstunterbrecherkontakt, einen Ruhekontakt des Auslöserelais, einen Kopf-Arbeitskontakt, damit der Wähler in der Ruhelage stillgesetzt wird, und über einen Ruhekontakt des Prüferelais. Der Drehmagnet dreht das Einstellglied über die Kontaktbänke hinaus, dieses geht in die Ruhelage zurück und öffnet den Kopfkontakt.

War der Teilnehmer besetzt, so konnte P nicht ansprechen. Der Teilnehmer muß ein Besetztzeichen erhalten, das über die Summerwicklung des

J-Relais, über einen Ruhekontakt von *P* und über einen Wellen-Arbeitskontakt geführt wird. Abb. 69, 3. Phase, zeigt die vollständige Schaltung mit der symmetrischen Sprechleitung.

Es ist nun noch zu untersuchen, ob die 37 Forderungen der 1. Gruppe auch tatsächlich alle erfüllt sind. Bei der Untersuchung wird man finden, daß folgende Forderungen noch nicht erfüllt sind:

- Forderung 5. Fehlersignalisierung,
- „ 6. Statistik,
- „ 12. Dauerprüfung,
- „ 14. Belegung nur in der Ruhelage,
- „ 21. Frittung,
- „ 32. Induktivität im Prüfstromkreis,
- „ 35. Sicherung,
- „ 36. Funkenlöschung.

Die entwickelte Systemschaltung nach den Abb. 68 und 69 ist daher noch für diese Forderungen zu erweitern.

Für die Fehlersignalisierung werden die Kraftmagnetkreise über ein gemeinsames Signalrelais geführt, das Dauerstrom signalisiert.

Für Statistik wird ein Stromkreis mit Widerstand und Arbeitskontakt des Auslöserelais für jeden Wähler gebildet, der über einen registrierenden Strommesser geschlossen werden kann; damit kann Zahl und Dauer der Belegungen ermittelt werden.

Um die Dauerprüfung des LW zu vermeiden, wird das Steuerrelais *V* über den Besetztstromkreis, *u*-Ruhekontakt verzögernd erregt und im Prüfstromkreis ein *v*-Ruhekontakt eingeschaltet. Die Anzugsverzögerung von *V* muß so groß sein, daß *P* während dieser Zeit sicher ansprechen kann.

Um nur Belegung des LW in der Ruhelage zu erreichen, wird ein Kopfruhekontakt vor das Auslöserelais in die *c*-Leitung geschaltet, der durch einen *a*-Arbeitskontakt überbrückt wird.

Zur Frittung werden die Kondensatoren des I. GW im Sprechkreise durch sehr hochohmige Widerstände überbrückt und die Batteriepole des Impulsrelais im LW umgekehrt. Dann fließt ein ganz kleiner Strom über die Linie, der die Kontakte frittet. Die Frittung ist keine Funktion des Stromes, sondern der Spannung.

Zur Herabsetzung der Induktivität des Prüfstromkreises erhält das Auslöserelais des LW eine Dämpfung, z. B. Kupferrohr.

Jeder Wähler erhält eine eigene Sicherung.

Die Funkenlöschungen werden für alle Kraftmagnete in Form eines Löschkondensators mit Dämpfungswiderstand, die aber abgestimmt werden müssen, nachgetragen.

Abb. 70 zeigt die endgültige Schaltung, in der alle verlangten Forderungen der ersten Gruppe erfüllt sind. Um noch weitere Kontakte, besonders Wählerkontakte zu ersparen, lassen sich die Stromkreise noch weiter koppeln.

Während der ganzen Lösung sind besondere Wirtschaftsrechnungen nicht aufgestellt worden, weil alle unwirtschaftlichen Lösungen von vorn-

herein ausgeschieden worden sind, jede Einzelaufgabe mit den geringsten Mitteln erfüllt wurde und endlich nur eine Lösung für alle Einzelaufgaben übrigblieb. Liegen sonst mehrere technisch gleichwertige Lösungen vor, dann muß durch die Wirtschaftsrechnung, wie noch gezeigt werden wird, die beste Lösung ermittelt werden. In vielen Fällen genügt hierbei eine Abschätzung des Aufwandes.

Wie bei der Lösung der Aufgabe gezeigt wurde, kann man Relais mehrfach ausnutzen, z. B. die Relais *V*, *U* und *J* im LW, wodurch gute wirtschaftliche Lösungen entstehen. Ebenso kann durch Koppelung von Stromkreisen, wie die Koppelung der Hebmagnetkreise mit den Kreisen der Steuerrelais,

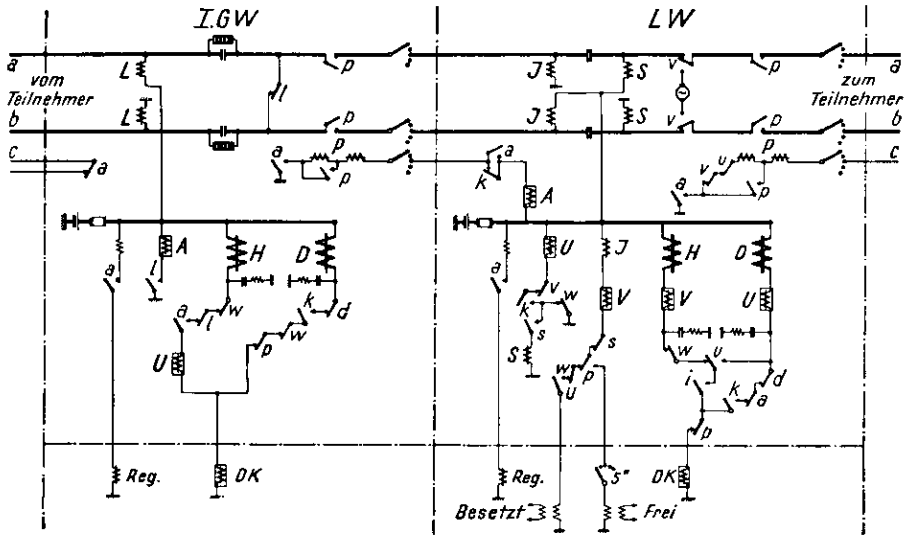


Abb. 70. Schaltung eines I. GW und LW.

die Wirtschaftlichkeit einer Schaltung durch Ersparnis von Kontakten gesteigert werden. Man muß sich aber über den Einfluß der Koppelung klar sein, denn die Stromverbraucher müssen aufeinander abgestimmt werden. Zur wirtschaftlichsten Lösung gehört, daß man sich über die Notwendigkeit jedes einzelnen Kontaktes Rechenschaft gibt.

In dieser Weise kann man sich das einfachste System ohne Vorwahl geschaltet denken. In dieser Schaltung wird aber schon eine Sonderforderung erfüllt, die Speisung des Teilnehmers vom eigenen Amt. Sollten nun noch weitere Forderungen in diese Schaltung hineingearbeitet werden, so muß, wie mitgeteilt, stets eine Prüfung erfolgen, ob der erforderliche Aufwand sich lohnt.

Zur Ersparung von GW ist in allen Systemen die Vorwahlstufe eingeführt worden. Sie kann aus VW oder AS gebildet werden. Beides sind Wähler mit freier Wahl, die beim Einleiten einer Verbindung durch den Teilnehmer sich selbsttätig einstellen und den Teilnehmer mit einem freien GW verbinden.

Bei Verwendung von VW ist der Wählerarm dem Teilnehmer zugeordnet, die festen Kontakte sind mit GW verbunden. Bei AS liegt der Teilnehmer an den festen Kontakten, während der Arm dem GW zugeordnet ist. Zur weiteren Verminderung der Zahl der GW können die Vorwahlgorgane in doppelter Wahl ausgeführt werden, also doppelte VW, doppelte AS oder eine Mischung von AS mit VW. Abb. 71 läßt die verschiedenen Vorwahlstufen erkennen. Die gebräuchlichsten davon sind: Doppelte VW, doppelte AS und AS-VW. Die Prinzipschaltungen eines VW und eines AS sind aus Abb. 72 zu ersehen; a) zeigt die Schaltung eines VW, b) die eines AS.

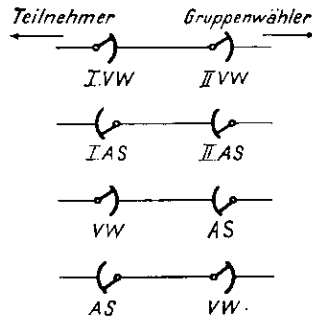


Abb. 71. Vorwahlstufen.

Nimmt ein Teilnehmer mit VW seinen Fernhörer ab, so spricht das Linienrelais *L* an, schaltet den Drehmagnet und das Trennrelais ein. Der Wähler dreht so lange, bis das Trennrelais *T* auf freier Leitung anspricht, den Wähler stillsetzt, die Leitung sperrt und durchschaltet. Leitet ein Teilnehmer mit AS eine Verbindung ein, so spricht ebenfalls das Linienrelais *L* an und schaltet einen freien AS ein. Dieser dreht, bis sein Prüfrelais über den Kontakt des Linienrelais und des Trennrelais *T* des rufenden Teilnehmers anspricht, diesen durch Kurzschluß seiner hochohmigen Wicklung sperrt, den Wähler stillsetzt und die Leitung durchschaltet. Die Vorwahlgorgane können ohne weiteres in die in Abb. 70 dargestellte Schaltung eingearbeitet werden. Es werden dann nicht mehr 100% GW, sondern nur noch etwa 5 bis 10% benötigt, eine Zahl, die sich nach der Größe des Verkehrs richtet.

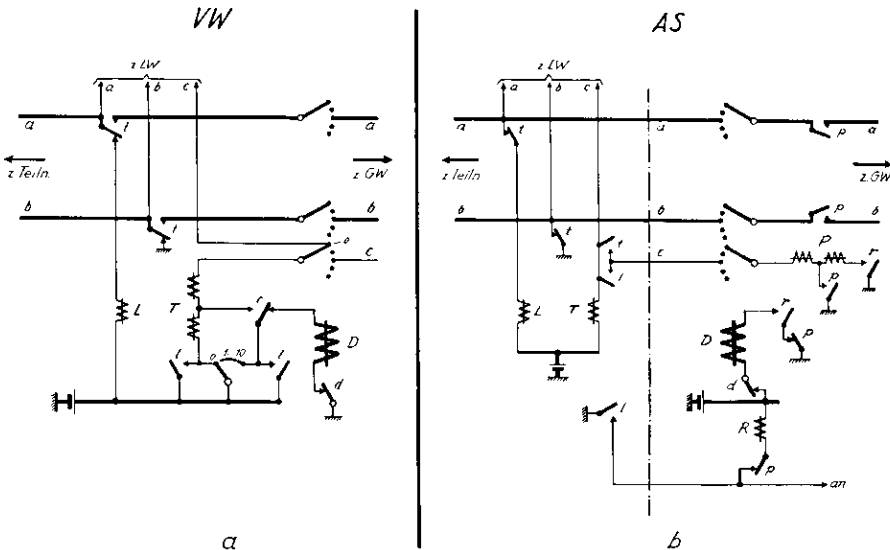


Abb. 72. Vorwahlschaltungen mit VW und AS.

Zusammenfassend kann man den Gang der Lösung einer Schaltungsaufgabe folgendermaßen charakterisieren:

1. Genaue Festlegung der Aufgabe durch Aufstellung aller Forderungen,
2. Aufbau der einzelnen Stromkreise auf Grund von eingehenden Überlegungen über die Notwendigkeit jedes einzelnen Schaltgliedes,
3. Untersuchung, ob sich mehrere Stromkreise gefahrlos miteinander koppeln lassen,
4. Feststellung der Belastung der Relais, ob etwa eine Mehrfachausnutzung einzelner Relais möglich ist,
5. Kontrolle, ob alle Forderungen der ersten Gruppe erfüllt sind,
6. Erweiterung der Schaltung durch Forderungen der zweiten Gruppe und Festlegung des erforderlichen Aufwandes für jede dieser Forderungen,
7. Untersuchung, ob die Aufwendungen in einem richtigen Verhältnis zum Nutzen stehen.

Wenn man sich an den Gang dieser Arbeiten in der angegebenen Weise gewöhnt, so wird man bald eine Fertigkeit zur richtigen und raschen Lösung komplizierter Schaltungsaufgaben erlangen.

Wirtschaftsberechnung.

Liegen mehrere Lösungen einer Aufgabe vor, so muß durch eine vollständige Wirtschaftsberechnung die beste Lösung herausgesucht werden. Die Rechnung wird auf Grund der in Tabelle 1 angegebenen Kostenverteilung vorgenommen, wobei natürlich nur die System-Betriebskosten interessieren. Wie sich die Kosten auf das reine Amtssystem verteilen, zeigt die nachfolgende Zahlentafel, aus der die Wichtigkeit und Wertigkeit der einzelnen Posten ersehen werden kann. Es betragen, wie schon früher erwähnt, etwa:

Tilgung und Verzinsung	50%
Personalkosten	28%
Materialkosten	2%
Energiekosten	10%
Raumkosten	10%
	100%

Aus dieser Aufstellung kann nun ohne weiteres der Einfluß der einzelnen Posten auf die Wirtschaftsberechnung ersehen werden. Die Kapitalkosten machen etwa die Hälfte der Betriebskosten aus, so daß also die Anlagekosten einen erheblichen Einfluß haben. Um Tilgungskosten und Verzinsung zu errechnen, muß man sich über die Lebensdauer der Apparate und über den Zinsfuß klar werden, wobei vorausgesetzt wird, daß die Tilgungsbeträge wieder zinsbringend angelegt werden. Bei einer z. B. 25-jährigen Lebensdauer der Apparate und bei einem Zinsfuß von 5% ergibt sich ein Tilgungs- und Verzinsungsbetrag von 7%.

Der zweitwichtigste Posten sind die Personalkosten, die etwas weniger als $\frac{1}{3}$ der Betriebskosten betragen. Bei den einzelnen Lösungen muß man sich klar werden, wieviel Personal für die Wartung dieser Schaltungen bei der gleichen Pflege erforderlich ist. Im allgemeinen wachsen die Personalkosten mit den Anlagekosten, denn je mehr Apparate zu warten sind, desto mehr Personal ist erforderlich. Es kommen aber auch Abweichungen vor, denn wenn in den Schaltungen komplizierte Justierungen eingehalten werden sollen, oder die Sicherheiten einer Schaltung sind kleiner als bei einer anderen, so sind dafür mehr Personalkosten einzusetzen. Die Bestimmung der Personalkosten wird die meisten Schwierigkeiten in der Wirtschaftsberechnung machen, weil der Personalbedarf und die Pflegekosten pro Jahr für eine bestimmte Schaltung schwierig zu schätzen sind. Man muß hier auf vorliegende ältere Erfahrungen aufbauen und sich für diesen Zweck einen Schatz von Erfahrungen sammeln, der den neuen Berechnungen zugrunde gelegt werden kann. Bei einiger Übung gelingt dies auch. Erleichtert wird die Aufgabe dadurch, daß es weniger auf die absoluten Werte, als vielmehr auf die relativen Werte im Vergleich zwischen zwei oder mehr verschiedenen Schaltungen ankommt. Man braucht dann z. B. für die eine Schaltung nur festzulegen, daß pro Jahr eine Anzahl von Arbeitsstunden für die Pflege mehr erforderlich ist, und diese zu einem Grundwert, der für alle zu vergleichenden Schaltungen gilt, zuzuschlagen.

Die Materialkosten, das sind Kosten der Ersatzteile, haben den kleinsten Einfluß. Sie werden in der Wirtschaftsrechnung für die Schaltungen größtenteils ohne Einfluß sein, nur bei den ganz groben Unterschieden, wo eine erhebliche Mehrbeanspruchung der Apparate vorliegt, können diese Posten sich verändern. Dann werden aber durch die größere Beanspruchung schon die Kapitalkosten sich erheblich vergrößern, weil die Tilgungsquote eine größere wird.

Die Energiekosten machen etwa $\frac{1}{10}$ der Betriebskosten aus. Sie sind verhältnismäßig leicht zu errechnen, weil die stationären Ströme, die den größten Einfluß auf das Resultat haben, bekannt sind und leicht der Rechnung unterliegen. Sie werden errechnet aus dem Betrag für die erforderlichen Kilowattstunden, bei dem aber der Wirkungsgrad der Akkumulatoren und Kraftanlage in Rechnung gesetzt werden muß.

Die Raumkosten machen ebenfalls nicht sehr viel aus und werden sich für die verschiedenen Lösungen so wenig ändern, daß sie größtenteils unberücksichtigt bleiben können. Nur wenn ganz erhebliche Differenzen in dem Aufwand vorhanden sind, kann dieser Posten berücksichtigt werden.

Ausschlaggebend für die Rentabilitätsberechnung sind daher die Kapitalkosten, die Personal- und Energiekosten im Range ihrer Wertigkeit angegeben. Davon machen im allgemeinen bei der Berechnung nur die Personalkosten Schwierigkeiten, die, wie schon mitgeteilt auf Grund von Erfahrungswerten festzulegen sind.

Es muß immer wieder unterstrichen werden, daß die Wirtschaftlichkeit den einzig richtigen Maßstab für alle Maßnahmen bildet.

Dimensionierung.

a) Methoden. Bei der Bestimmung der Größe der elektrischen Schaltglieder handelt es sich im großen und ganzen um zwei Arten von Stromempfängern, um die Kraftmagnete der Wähler und um die Relais. Die Bestimmung der Wählerkraftmagnete ist einfacher als die der Relais, denn sie erfolgt nur einmal für eine ganz bestimmte Anordnung und ist dann für alle möglichen Anlagen gegeben. Die Erregung ist praktisch in allen Fällen und unter den verschiedensten Umständen konstant, da die Kraftmagnete stets lokal bei derselben Spannung eingeschaltet werden. Die zu leistende Arbeit ist ebenfalls praktisch konstant, demzufolge sind auch die Schaltzeiten konstant, so daß irgendwelche Variationen nicht vorkommen.

Für die Berechnung der Zugkraft eines Elektromagneten gilt bekanntlich die Formel $P = \frac{B^2 Q}{8 \pi} = K (i n)^2$. Die Zugkraft ist der Ampere-Windungszahl proportional, natürlich nur bis zum Beginn der Sättigung. Mit der Formel ist aber praktisch nicht viel anzufangen, weil gewisse Annahmen zugrunde zu legen sind, die nie ganz zutreffen. Allein schon die Bestimmung des magnetischen Widerstandes eines durch einen variablen Luftspalt unterbrochenen magnetischen Kreises macht erhebliche Schwierigkeiten. Dazu treten die Unsicherheiten über die Größe von μ und dessen Änderung in der Nähe der Sättigung. Außerdem müssen die Wählerkraftmagnete nicht nur die Arbeit des Einstellens des Wählereinstellgliedes leisten, sondern auch diese Arbeit in einer möglichst kurzen Zeit vollbringen. Das Wählereinstellglied muß kräftig beschleunigt und nach der Einstellung stark gebremst werden, um eine genaue Wählereinstellung zu erreichen. Da rechnerisch heute diese Vorgänge noch nicht erfaßt werden können, so bleibt nur übrig, die Dimensionen der Kraftmagnete im Laboratorium auf Grund von auch hierfür aufzustellenden Forderungen zu ermitteln. Aus der Kurve des Stromanstieges im

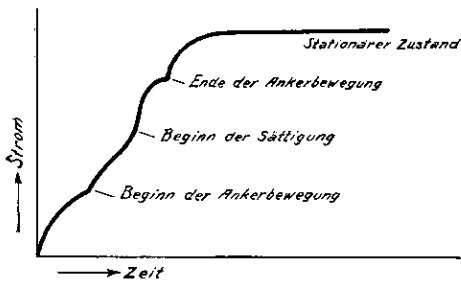


Abb. 73.
Stromanstieg in einem Elektromagneten.

Kraftmagneten, die der Oszillograph in bequemer Weise aufzeichnet, Abb. 73, können die verschiedenen Zeiten, Einschaltung des Stromes, Beginn der Bewegung, Ankeranschlag, Sättigung usw. erschen werden, woraus sich Schlüsse über die Konstruktion des Kraftmagneten für die vorliegende Aufgabe ziehen lassen. Ist der Eisenquerschnitt z. B. zu klein, dann tritt die Sättigung zu früh ein; der Wähler arbeitet mit

zu geringem Kraftüberschuß, also mit zu geringer Kraftsicherheit. Ist andererseits der Eisenquerschnitt und damit die Induktivität zu groß, so erfolgt der Stromanstieg und damit der Anstieg der Kraft zu langsam; der Wähler arbeitet dann nicht schnell genug, die Zeitsicherheit ist zu klein. Da ein

Wähler in etwa 15 bis 25 Millisekunden seine Arbeit geleistet haben soll, so müssen alle magnetischen und elektrischen Dimensionen so gewählt werden, daß diese Forderung erfüllt wird. Allgemein kann man sagen, kurze Schaltzeiten erreicht man durch große Sicherheit und kleine Induktivität. Abweichungen in Grenzfällen kommen natürlich vor.

Ganz anders ist es bei den Relais. Bei diesen variiert im Gegensatz zu den Kraftmagneten die Erregung, es variiert ferner die Belastung, daher variieren auch die Schaltzeiten, so daß die Relais unter den verschiedensten Umständen arbeiten müssen. Die Relais müssen daher für die verschiedenen Betriebsfälle berechnet werden. Um nun für die verschiedenen Belastungen nicht etwa auch verschiedene Eisenquerschnitte und damit verschiedene Relais Typen zu erhalten und dadurch die Variationsmöglichkeiten noch weiter zu steigern, was erhebliche Schwierigkeiten in der Fabrikation verursachen würde, werden ein für allemal die Eisenquerschnitte in der Art wie bei den Kraftmagneten festgelegt, und zwar für die maximale Belastung und man ist damit zufrieden, daß bei weniger belasteten Relais nicht die volle Ausnutzung des Eisens erreicht wird. Die spätere Berechnung der elektrischen Größen erstreckt sich demnach bei einer bestimmten Belastung und Schaltzeit auf die Bestimmung der Variation zugänglichen Teile; das sind die Wicklungen der Relais, die Erregung, die Klebstifte, der Ankerhub, die Justierung und die etwaige Dämpfung durch Kupferrohr.

Man berechnet die Relais auf vier verschiedene Funktionen: auf Anzug, auf Halten nach einer bestimmten Vorerregung, auf Fehlstrom für Nichtansprechen und auf Abfall bei einem Reststrom. Auch die Schaltzeiten sowohl bei der Erregung als auch bei der Ausschaltung sind zu bestimmen, denn sie sind, da alle modernen Selbstanschlußsysteme mit gewissen Schaltzeiten arbeiten, von erheblicher Bedeutung. Man unterscheidet daher die Berechnung der Relais für statische und für dynamische Vorgänge. Statisch sind die ersten 4 Berechnungsarten, dynamisch die Schaltzeiten.

Die Berechnung der Bestimmungsteile der Relais kann auch nicht auf Grund von Formeln erfolgen, weil die zu machenden Annahmen praktisch nicht immer zutreffen und viele Einflüsse auch nicht recht erfaßt werden können, sondern empirisch auf Grund von durch Messungen ermittelten Kurven, die für jede Art von Relais besonders aufgestellt werden. Diese Kurven gelten daher nur für gleiche Konstruktion, Fabrikation und gleiches Material. Daher sind die Kurven nicht allgemein gültig, sondern nur für einen ganz bestimmten Relais Typ. Das Verfahren, wie die Kurven ermittelt und wie sie dann für die Berechnung der Relais verwendet werden, ist das folgende:

Für die Berechnung der Relais wird zunächst die Belastung durch die Federsätze festgelegt. Der eigentliche Kontaktdruck aller Arten von Federsätzen soll nach den früher aufgestellten Forderungen an allen Kontaktstellen gleich sein. Für die verschiedene Zusammenstellung der Federsätze werden Belastungskurven aufgestellt, die die Kraft angeben, die erforderlich ist, um die Federsätze zu betätigen. Diese Kraft, bezogen auf einen gewissen Punkt am Relaisanker, kann mechanisch ermittelt werden, indem man für die Anker-

bewegung von Zehntel zu Zehntel Millimeter die für die jeweilige Federsatzkombination erforderliche Kraft mit Hilfe einer Federwaage mißt und in ein Koordinatensystem einträgt. Die erforderliche Kraft nimmt wohl mit der Größe der Ankerbewegung zu, aber nicht stetig, sondern z. T. sprunghaft, abhängig von den jeweilig zu betätigenden Federn. Man erhält dann die sog. mechanische Charakteristik des betreffenden Federsatzes (Abb. 74). Auf der Abszisse ist die Entfernung zwischen Anker und Kern von Zehntel zu Zehntel Millimeter aufgetragen, auf der Ordinate die für jede Entfernung erforderliche Kraft. Der Federsatz, für den diese Kurve gilt, ist ebenfalls eingezeichnet. Die die Punkte verbindende Linie bezeichnet man als mechanische Charakteristik des betreffenden Federsatzes.

Wird nun das Relais mit verschiedener Ampere-Windungszahl elektrisch erregt und die Zugkraft am Anker an derselben Stelle wie früher bei den Feder-

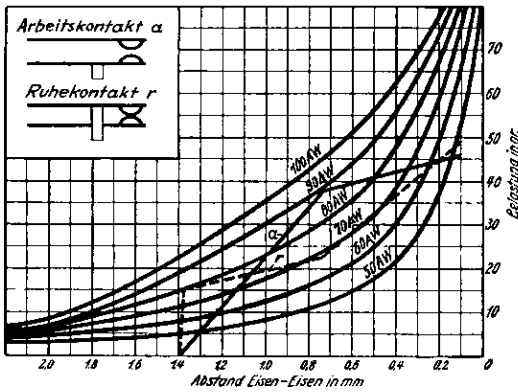


Abb. 74. Magnetische Charakteristik eines Relais und mechanische Charakteristik von Federsatzen.

sätzen von Zehntel zu Zehntel Millimeter Ankerbewegung für jede Ampere-Windungszahl besonders bestimmt und in ein Koordinatensystem eingetragen, so erhält man eine Kurvenschar, für jede Ampere-Windungszahl eine besondere Kurve, die man als magnetische Charakteristik der Relais bezeichnet. Trägt man neben den magnetischen Charakteristiken noch die mechanische Charakteristik eines Federsatzes ein, so kann man daraus ersehen, welche Ampere-Windungszahl für die Betätigung des in Betracht kommenden Federsatzes gerade noch ausreicht. Der ungünstigste Punkt für jeden Federsatz, den man noch als kritischen Punkt bezeichnet, läßt sich aus den Charakteristiken ersehen. In Abb. 74 ist die mechanische Charakteristik zweier Federsatzes, Ruhe- und Arbeitskontakt, eingetragen. Man ersieht deutlich, daß der Ruhekontakt 80 AW, der Arbeitskontakt 90 AW erfordert; außerdem kann die Stelle der Ankerbewegung ersehen werden, an welcher jeweils der kritische Punkt liegt.

Hat man für alle Federsatzarten und damit Belastungen die mechanische Charakteristik bestimmt und aus den Kurven der magnetischen Charakteristik die für diese Kontaktanordnung erforderlichen Amperewindungen ermittelt, so kann man diese Werte in eine Zahlentafel eintragen, woraus für jede Belastung sofort die entsprechende Ampere-Windungszahl abgelesen werden kann.

Ähnliche Zahlentafeln werden für Halten, Fehlstrom und Abfall aufgestellt, aus denen für jede Belastung sofort die erforderlichen Amperewindungen

abgelesen werden können. Alle diese Zahlentafeln müssen die Klebstiftlänge berücksichtigen, weil diese einen erheblichen Einfluß besonders für die Halte- und Abfallwerte hat. Um dadurch nicht zuviel Variationsmöglichkeiten zu haben, legt man bestimmte Normklebstifte von vornherein fest.

Beim Aufstellen dieser Zahlentafeln müssen die Fabrikationstoleranzen und die dadurch entstehende Streuung in allen Werten der Relais berücksichtigt werden.

Charakteristisch für den Stromanstieg in einem Relais sind die Kurven von Timme (Abb. 75), aus denen der Anstieg bei abgedrücktem, bei ange-drücktem und bei bewegtem Anker zu ersehen ist. Bei bewegtem Anker folgt der Stromanstieg bis zum Beginn der Bewegung erst der Kurve bei abgedrücktem Anker, dann während der Bewegung hat er eine besondere Form bis zu einer Knickung, die durch den Ankeranschlag verursacht wird, dann folgt der Anstieg ebenso wie beim ange-drückten Anker.

Wenn ein Relais z. B. mit einer Erregung von 90 AW eine bestimmte Belastung, z. B. einen Ruhkontakt, gerade noch ausreichend bewältigt, so bezeichnet man dies mit einfacher Sicherheit. Im Betriebe wird man das Relais kräftiger erregen, um eine größere Sicherheit zu erlangen. Erregt man es z. B. mit 180 AW, so hat man $\frac{180}{90} = 2$ fache Sicherheit.

Diese Sicherheit bezeichnet man als elektrische, zur Unterscheidung

gegenüber der mechanischen oder Kraftsicherheit. Die mechanische Sicherheit, die aus der mechanischen und magnetischen Charakteristik ersehen werden kann, gibt an, wieviel mal mehr das Relais im Betrieb an Kraft entwickelt als erforderlich; die elektrische Sicherheit gibt an, wieviel elektrische Energie das Relais mehr als erforderlich erhält. Die beiden Sicherheiten sind durchaus nicht gleich, z. B. kann in der Nähe der Sättigung die elektrische Sicherheit groß, die mechanische klein sein. Die Sicherheiten bilden einen Maßstab für den Überschuß im Betrieb und sollten daher möglichst groß gewählt werden. Dabei muß aber der Energieverbrauch für die Wirtschaftsrechnung beachtet werden.

Die Schaltzeiten der Relais werden ebenfalls reguliert durch die oben angegebenen Mittel, Erregung, Belastung, Klebstift und Justierung. Dazu tritt ein neues Mittel, wenn die Schaltzeiten künstlich verlängert werden sollen, die mehr oder weniger große Dämpfung der Relais durch eine kurzgeschlossene Wicklung oder, was dieselbe Wirkung hat, durch ein über den Kern geschobenes Kupferrohr, durch einen Parallelwiderstand usw. Ein Kupferrohr, eine Kurzschlußwicklung oder ein Parallelwiderstand verhindern

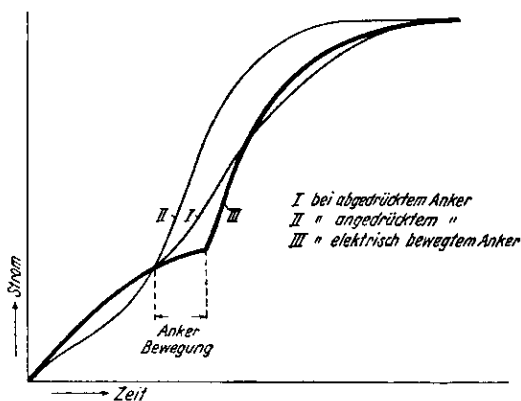


Abb. 75. Verschiedenartiger Stromanstieg.

bei der Ausschaltung das schnelle Abklingen des Magnetismus, so daß der Ankerabfall verzögert wird. Die Verzögerung hängt ab von der Größe des Kraftflusses, je größer dieser, desto größer die Verzögerung, von der Größe der Dämpfung, wieviel von dem Kupfervolumen des Relais kurzgeschlossen ist, vom magnetischen Schluß, d. h. von der Höhe des Klebstiftes, je kürzer dieser ist, um so größer ist die Verzögerung, von der Größe der Belastung, je geringer diese ist, desto größer die Verzögerung. Man kann die Abfallverzögerungszeit als Funktion dieser Werte angeben:

$$\text{Abfallverzögerung} = F \cdot \frac{(\text{Kraftfluß} \cdot \text{Dämpfung})}{\text{Belastung}}$$

Durch geeignete Wahl dieser Mittel erreicht man im Maximum Verzögerungszeiten von 200 bis 300 Millisekunden.

Auch beim Ansprechen der Relais können durch geeignete Verteilung dieser Mittel Verzögerungszeiten erzielt werden, doch sind diese bedeutend kleiner als beim Abfallen. Auf die Ansprechverzögerung haben die mitgeteilten Mittel einen anderen Einfluß als auf die Abfallverzögerung. Man kann diese folgendermaßen ausdrücken:

$$\text{Ansprechverzögerung} = F \cdot \frac{(\text{Dämpfung} \cdot \text{Belastung})}{\text{Kraftfluß}}$$

Man kann Verzögerungszeiten im Maximum bei geeigneter Dimensionierung bis 50 Millisekunden erhalten. Allerdings kann man etwas mehr erreichen, wenn man das Relais mit zwei differentialgeschalteten, aber ungleichen Wicklungen über einen Vorschaltwiderstand einschaltet, und zwar Verzögerungszeiten von 70 bis 80 Millisekunden. Faßt man das Verhältnis Kraftfluß zu Belastung mit dem Begriff Sicherheit zusammen, so ist die

$$\text{Abfallverzögerung} = F \cdot (\text{Dämpfung} \cdot \text{Sicherheit}),$$

$$\text{die Ansprechverzögerung} = F \cdot \frac{(\text{Dämpfung})}{\text{Sicherheit}}$$

Auf die Ansprechzeit der Relais hat die sog. Zeitkonstante $\frac{L}{R}$ einen Einfluß, denn sie gibt die Zeit an, in welcher der Strom 64% seines Endwertes erreicht hat. Nach der Zeit $3 \cdot \frac{L}{R}$ hat der Strom 95% seines Endwertes erreicht.

Da aber L mit der Ankerbewegung veränderlich und überhaupt schwer zu bestimmen ist, ist in der Praxis mit der Zeitkonstante nicht viel anzufangen. Man ersieht nur, daß mit zunehmendem L und abnehmendem R der Stromanstieg sich verlangsamt. Die Zeitkonstante ist zur Rechnung brauchbar bei konstantem L unterhalb der Sättigung. Die Schaltzeiten sind in den komplizierten praktischen Fällen schwer sicher zu bestimmen, hier muß der Oszillograph helfend eingreifen.

Man hat vielfach versucht, die Schaltzeiten zu berechnen¹⁾, doch stößt man dabei auf Schwierigkeiten, die heute noch nicht vollkommen beseitigt

¹⁾ Timme, „Die Schaltzeiten der Fernsprechrelais“, Fernmeldetechnik, Heft 21. — Schulze, „Die Abfallzeiten von Fernsprechrelais“, Elektr. Nachrichtentechnik, Jahrgang 26.

sind. Abgesehen von den schon früher angegebenen Gründen liegen die Relais größtenteils mit anderen Stromverbrauchern in denselben Stromkreisen, so daß gewisse Rückwirkungen bestehen, die die Schaltzeiten beeinflussen.

Es bleibt zunächst nur Messung übrig. Einen Anhalt über die Größe der Abfallverzögerung gibt Abb. 76, wo die Abfallzeit in Abhängigkeit von der Sicherheit für verschiedene Dämpfung angegeben ist.

Bei diesen Schaltzeitbestimmungen muß aber noch die Zeitstreuung der Relais berücksichtigt werden. Wenn z. B. 100 Relais vollkommen gleich fabriziert werden, so sind die Schaltzeiten dieser Relais durchaus nicht gleich, sondern streuen um einen bestimmten Mittelwert. Die Ursache liegt in den Fabrikationstoleranzen aller Relaiserteile, die nicht beseitigt werden können. Ordnet man die obigen 100 Relais nach ihren Schaltzeiten und trägt diese

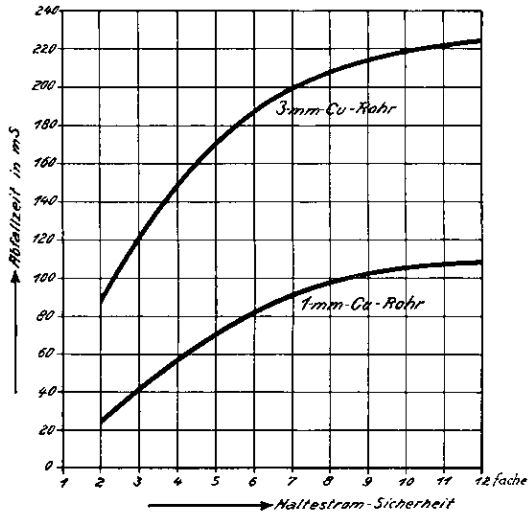
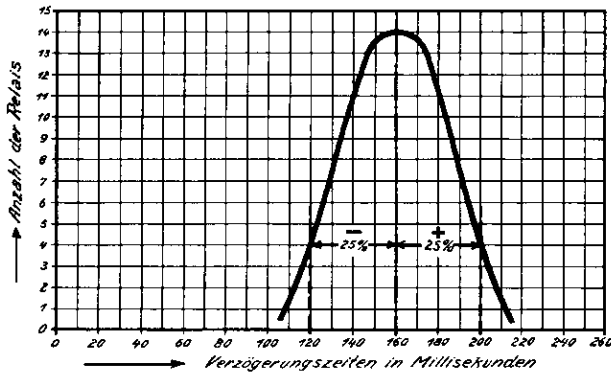


Abb. 76. Abfallverzögerung von Relais.



Bei einer Toleranz der mittleren Verzögerungszeit von $\pm 20\%$ liegen 21% Relais außerhalb derselben
 .. $\pm 25\%$.. 10% ..
 .. $\pm 30\%$.. 4% ..

Abb. 77. Streuung der Verzögerungszeiten.

Werte in ein Blatt ein, so bilden die Endpunkte eine Kurve, die den Verlauf einer normalen Fehlerkurve ergibt, wie Abb. 77 zeigt. Die verschiedenen Relais pendeln um den Mittelwert und kommen maximale Abweichungen bis

zu $\pm 30\%$ vor. Man kann daher nicht mit bestimmten Zeiten rechnen, sondern muß diese Abweichungen in Rechnung setzen.

Die Schaltzeiten ungedämpfter Relais werden durch dieselben Mittel wie die der Kraftmagnete beherrscht. Große Sicherheiten, kleine Induktivität verkürzen die Ansprechzeiten, große Sicherheit verlängert die Abfallzeit. Hierfür kommen Zeiten von 10 bis 20 Millisekunden in Betracht.

b) Berechnungen. Es soll jetzt der Gang der Rechnung bei einigen charakteristischen Relais, für die die Erfüllung besonderer Forderungen notwendig ist, gezeigt werden.

Die Berechnung derjenigen Relais, die in veränderlichen Stromkreisen liegen, ist nicht einfach. Linienrelais z. B., die zugleich Impulsübertragungsrelais sind, sind den veränderlichen Einflüssen der Teilnehmerleitung ausgesetzt, die Induktivität, Kapazität, Widerstand und Nebenschluß enthalten. Die Induktivität der Teilnehmerleitungen schwankt von 0 bis 15 Millihenry, dazu kommt die Induktivität der Stationen. Die Kapazität schwankt von 0 bis $0,7 \mu\text{F}$, wozu ebenfalls noch die Kapazität der Stationen von 1 bis $2 \mu\text{F}$ hinzukommt. Der Widerstand kann von 0 bis 1000 Ohm schwanken, dazu kommt der Widerstand der Stationen, der Nebenschluß von 20000 Ohm bis unendlich. Davon haben den größten Einfluß der Leitungswiderstand und der Nebenschluß. Die Linienrelais sollen bei allen diesen Werten, die in der verschiedensten Gruppierung auftreten können, immer noch richtig arbeiten, aber nicht nur statisch, sondern auch dynamisch, damit während der Impuls-gabe keine unzulässigen Impulsverzerrungen eintreten. Hier sind erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden, denn die Bestimmung der elektrischen Größen der Linienrelais gehört zu den kompliziertesten Aufgaben bei der Verwirklichung einer Schaltung. Regulierungsmöglichkeiten sind hierbei einmal die Belastung, die nicht zu klein sein darf, denn infolge des Nebenschlusses neigt das Relais leicht zum Kleben, und der Klebstift, der auch möglichst lang genommen werden muß, um die Haltgefahr zu vermindern. Andererseits darf das Relais nicht zu unempfindlich sein, denn es soll ein Leitungswiderstand bis zu 1000 Ohm überwunden werden. Dabei soll das Relais aber nicht nur ansprechen, sondern auch die Impulse der Stationen genau wiedergeben. Ansprech- und Abfallverzögerungen sollen bei allen möglichen Leitungseigentümlichkeiten, z. B. großem und kleinem Leitungswiderstand, möglichst gleich sein, damit keine unzulässige Verzerrung der Impulse eintritt. Da hier die Rechnung versagt, so muß der Oszillograph helfen, um die Werte genau zu ermitteln. In der Erregung ist kein großer Spielraum gegeben, denn die Induktivität muß so groß wie nur irgend möglich gemacht werden, um eine Entkoppelung der über der Batterie galvanisch gekoppelten Stromkreise zu erzielen; weiter schränken die Leitungseinflüsse die Variationsmöglichkeiten sehr ein. Die Relais werden zunächst statisch für die günstigsten und ungünstigsten Werte auf Anzug und Abfall berechnet und die Werte für Belastung, Wicklung, Klebstift und Ankerhub festgelegt. Dann wird oszillographisch festgesetzt, ob das Relais dynamisch bei der verschiedensten Kombination der Leitungseinflüsse genügt, ob also die Schaltzeiten unter allen

Umständen ausreichen, ob keine unzulässigen Impulsverzerrungen vorkommen. Genügt das Relais nicht den Ansprüchen, so müssen die Werte der Relais geändert werden, was eine Nachrechnung der statischen Werte erforderlich macht. Alsdann werden die Schaltzeiten nochmals geprüft. Demnach werden also alle statischen Werte errechnet, alle dynamischen Werte durch den Oszillographen kontrolliert.

Die Impulsrelais der Linie müssen aber nicht nur bei allen veränderlichen Einflüssen der Leitung die Impulse richtig übertragen, sondern auch, wie schon erwähnt, eine Entkoppelung des über die Batterie mit anderen Kreisen galvanisch gekoppelten Sprechkreises herbeiführen und außerdem eine genaue Symmetrie der Sprechleitungen gewährleisten, damit magnetische und elektrische Koppelungen mit anderen Kreisen vermieden werden. Am besten werden Linienrelais mit zwei nach Widerstand, Windungszahl und Lage genau gleichen Wicklungen versehen, die die Sprechleitungen mit den Polen der Batterie verbinden. Die Induktivität, d. h. die Windungszahl, soll möglichst groß sein. Die Werte derartiger Relais sind daher mit der größten Sorgfalt zu bestimmen, wobei die besonderen Forderungen F (S. 98) zu berücksichtigen sind.

Besteht die Speisebrücke aus zwei verschiedenen Relais, so müssen diese so genau wie nur irgend möglich einander gleichgemacht werden, um Symmetrie zu erzielen und Koppelungen mit anderen Stromkreisen zu vermeiden.

Eine andere Gruppe wichtiger Relais sind die Prüfrelais, die entsprechend den besonderen Forderungen G (S. 98) bestimmt sein müssen. Die Prüfrelais sollen schnell ansprechen und den Wähler rechtzeitig stillsetzen, dann die belegte Leitung gegen weitere Belegungen sperren und die Sprechleitung durchschalten. Auch die Prüfrelais müssen teilweise über erhebliche Leitungslängen ansprechen, so daß sie auch die bekannten Eigenarten der Leitungen überwinden müssen. Gewöhnlich werden Prüfrelais mit einer hochohmigen Prüf- und einer niederohmigen Sperrwicklung ausgerüstet. Je größer der Unterschied in den Widerständen dieser beiden Wicklungen ist, desto besser ist die Sperrung der Leitung gegen Doppelbelegung, desto kleiner der Fehlstrom aufprüfender Relais. Ein Verhältnis $100 : 1$ ist sehr gut, ein Verhältnis $25 : 1$ ist ausreichend. Einfluß auf die Sicherheit der Relais hat natürlich auch die Windungszahl der Prüf- und Sperrwicklung. Je nach der Schaltung wird die Prüf- und Sperrwicklung auf Fehlstrom und Anzug, die Sperrwicklung auf Halten unter Berücksichtigung aller Leitungseinflüsse und Toleranzen berechnet. Die Relais werden statisch berechnet und auf Grund der Belastung und des zu überwindenden Leitungswiderstandes die Wicklungen bestimmt. Dann werden sie dynamisch untersucht, ob die Ansprechzeit ausreicht. Bekanntlich sollen sie schnell ansprechen, damit der Wähler rechtzeitig zur Ruhe gesetzt wird. Die Prüfung muß unter betriebsmäßigen Bedingungen erfolgen, denn die anderen Stromverbraucher des Prüfstromkreises haben einen erheblichen Einfluß auf die Ansprechzeit. Je höher die Induktivität des Prüfstromkreises, desto langsamer der Stromanstieg, desto größer die Ansprechzeit der Prüfrelais. Daraus folgt, daß möglichst alle fremden Induk-

tivitäten aus dem Prüfstromkreise auszuschalten sind. Ist ein fremdes Relais nicht zu umgehen, so muß dieses mindestens stark gedämpft sein und darf nur eine geringe Induktivität besitzen.

Die Berechnung einfacher Lokalrelais macht keine Schwierigkeiten, weil die erforderliche Energie zur Verfügung steht und nach Bedarf gewählt werden kann. Bei den Verzögerungsrelais, die größtenteils Lokalrelais sind, wird erst die Dämpfung, also die Stärke des Kupferrohres, auf Grund der gewünschten Verzögerungszeit bestimmt, dann die Wicklung und die anderen Werte. Die Verzögerungszeit wird durch Messung auf ihre Richtigkeit nachgeprüft.

Bei der Bestimmung der Relais sowie auch aller anderen Stromverbraucher muß auf die Erwärmung bei Dauerbelastung geachtet werden. Jeder Stromempfänger erwärmt sich bekanntlich beim Stromdurchgang, und zwar ist die entwickelte Wärmemenge proportional $i^2 \cdot R$. Wird nicht für genügende Abführung der Wärme gesorgt, so steigt mit der Zeit die Temperatur höher und höher, bis endlich eine Zerstörung der Isolation eintritt. Es muß für jeden Stromverbraucher in seiner Anordnung diejenige Wattzahl ermittelt werden, bei der eine Zerstörung noch nicht eintritt. Im Betriebe darf dann diese Zahl unter keinen Umständen überschritten werden. Der Erwärmung muß daher die größte Beachtung geschenkt werden.

Die Berechnung des Gleichstromes für den stationären Zustand in einem einfachen ungeteilten Stromkreise nach dem Ohmschen Gesetz $i = \frac{e}{R}$ ist sehr einfach. Die Berechnung des Stromes in dem geteilten Kreis nach dem Kirchhoffschen Gesetz $i = i_1 + i_2$ und $\frac{i^1}{i_2} = \frac{R^2}{R_1}$ ist ebenfalls nicht schwierig. Diese einfachen Gesetze beherrschen zum größten Teil die Telegraphie und den automatischen Teil der Schaltungen der selbsttätigen Systeme. Anders ist es bei der Telephonie, wo es sich um Wechselströme hoher, sehr verschiedener Frequenzen handelt. Hier gilt das erweiterte Ohmsche Gesetz

$$i = \frac{e}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

Neben den induktionsfreien Widerständen R treten hier die Scheinwiderstände ωL für die Induktivität und $\frac{1}{\omega C}$ für die Kapazität hinzu. Wie diese Scheinwiderstände sich mit der Frequenz ändern, zeigen die Kurven in Abb. 78.

Die Berechnung der Sprechströme ist schwierig, weil diese aus vielen verschiedenen Frequenzen zusammengesetzt sind, die zwischen 300 bis 2400 Hz und noch mehr wechseln. Da man mit dieser Art der Berechnung Schwierigkeiten hat, hat man den Begriff der Dämpfung der Stromkreise für Sprechströme eingeführt. Man berechnet nicht mehr die Stromkreise auf den Strom,

sondern bestimmt deren Dämpfung. Dabei versteht man unter Dämpfung den Wirkungsgrad einer Anordnung, der logarithmisch ausgedrückt wird.

Ausgangsleistung N_a
Eingangsleistung N_e : e^{2b} , wobei b die Dämpfung mit der Bezeichnung

Neper angibt. 1 Neper ist gleich der älteren Bezeichnung $1\beta l$ gleich 8,7 TU. Transmissions Unit gleich 9,17 Standard Miles der amerikanischen Bezeichnung. Eine Standard Mile ist gleich 1,6 km mit 88 Ohm in Schleife mit $0,054 \mu F$ Kapazität. 1 Neper ist demnach die Dämpfung eines Kabels von 14,67 km Länge, 0,9 mm Durchmesser der Ader, 800 Ohm in Schleife und etwa $0,5 \mu F$ Kapazität. An Dämpfung wird in den Sprechleitungen zugelassen: Zwischen den Teilnehmern zweier entfernter Orte im Weitverkehr $b = 3$ bis 3,5 Neper. Zwischen Teilnehmern desselben Ortes ebenfalls $b = 3$ bis 3,5 Neper. Zwischen Teilnehmer und seinem eigenen Fernamt $b = 1$ Neper. Für die Fernleitungen $b = 1,5$ Neper, möglichst aber weniger.

Man muß daher in den Sprechstromkreisen eine möglichst kleine Dämpfung anstreben. Das geschieht dadurch, daß man nur Brücken zwischen den Leitungen zuläßt und diese Brücken so induktiv, d. h. den Scheinwiderstand so groß wie möglich macht.

In der Sprechleitung sollen wenig Abriegelungen weder durch Übertrager noch durch Kondensatoren vorgesehen werden. Kondensatoren von $2 \mu F$ haben im allgemeinen eine geringere Dämpfung als Übertrager. Die Dämpfung der Übertrager ist verhältnismäßig groß, etwa $b = 0,1$ Neper. Es ist anzustreben, daß alle Sprechstromkreise so aufgebaut werden, daß sie frequenzunabhängig sind, damit alle Frequenzen von den Einflüssen in gleichem Maße betroffen werden, um Verzerrungen der Sprache zu vermeiden. Die Kondensatoren sind praktisch nach Abb. 78 für Sprechfrequenzen frequenzunabhängig. Außerdem müssen die Sprechleitungen, was immer wieder betont werden muß, so symmetrisch wie nur irgend möglich sein, um magnetische und elektrische Koppelungen mit fremden Kreisen zu vermeiden. Die Hauptforderungen an die Sprechstromkreise sind demnach große Symmetrie und geringe Dämpfung.

Ist die beste Schaltung gefunden, sind die Relais bestimmt, so wird zweckmäßigerweise die Schaltung mit den bestimmten Teilen zusammengestellt und durchgeprüft. Die Prüfung erfolgt auf Grund der gestellten For-

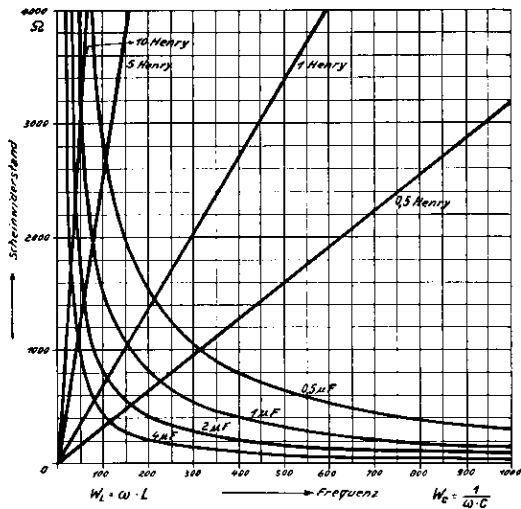


Abb. 78.

Frequenzabhängigkeit von Kondensatoren und Spulen.

derungen. Die Forderungen der ersten Gruppe müssen erfüllt sein, von den Forderungen der zweiten Gruppe nur diejenigen, die verlangt worden sind. Weiter werden die Stromkreise daraufhin geprüft, ob sie mit den zulässigen Toleranzen der Leitungen, der Stromgeber, der Stromempfänger, der Stromquelle noch richtig arbeiten. Es ist weiter die Schaltung auf unzulässige Kopplungen zu untersuchen, auf Dämpfung und Symmetrie. Man prüft den telegraphischen, den automatischen und den telephonischen Teil auf alle seine Funktionen durch. Grundlegend ist dabei die Feststellung, ob alle Forderungen der ersten und die entsprechenden der zweiten Gruppe erfüllt sind. Ist das der Fall, dann ist die Schaltung brauchbar.

b) Konstruktionen.

Bei der Entwicklung von Konstruktionen ist im allgemeinen dasselbe zu beachten, was bei der Entwicklung von Schaltungen zu beachten ist und früher behandelt wurde.

Wie bei der Entwicklung von Schaltungen, so muß auch bei der Entwicklung von Konstruktionen, bevor Lösungen gesucht werden, zunächst die Aufgabe durch Aufstellung aller zu erfüllenden Forderungen genau festgelegt werden. Z. B. ergibt für Elektromagnete die mit einer gewissen Sicherheit zu leistende Arbeit den Eisenquerschnitt und unter Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Energie die Größe der Spulen, wobei die Erwärmung zu beachten ist. Dazu treten die Forderungen für die dynamischen Vorgänge, in welcher Zeit die gegebene Arbeit zu leisten ist, wodurch die Größe der bewegten Massen beeinflußt wird. Weitere allgemeine Forderungen sind: Leichte Fabrikation, Montierung und Justierung, geringer Raumbedarf, geringe Verstaubung usw.

Wie bei den Schaltungen, so müssen auch bei den Konstruktionen die Lösungen von Wirtschaftsberechnungen begleitet sein, weil die Wirtschaftlichkeit, d. h. die geringsten jährlichen Betriebskosten, ein Kriterium für die Güte der Lösung darstellen.

Als grundlegende Konstruktionselemente, mit denen sich die gesamte Selbstanschlußtechnik in Deutschland aufbaut, gelten die Relais und die Wähler, die sich wieder in Drehwähler und Hebdrehwähler unterscheiden. Dazu ist noch die Teilnehmerstation mit dem Nummernschalter hinzuzurechnen. Die Entwicklung dieser Konstruktionselemente im Laufe der Jahre zu immer leistungsfähigeren, wirtschaftlicheren und weniger Raum beanspruchenden Gliedern ist sehr beträchtlich gewesen, wie gezeigt werden soll.

Relais.

In Abb. 79 ist eine Gruppe von Relais gezeigt, wie sie entwickelt worden sind, um für alle Zwecke in der Technik verwendet werden zu können. a) zeigt das seit 25 Jahren eingeführte Schneidenrelais, das sehr leistungsfähig ist, gute magnetische Eigenschaften besitzt, schnell und sicher, aber auch wenn

nötig mit guter Verzögerung arbeitet und sich sehr bewährt hat. In der ersten Zeit wurden für Impulsübertragungen noch Achsenrelais verwendet, die auf ähnlicher Grundlage wie Schneidenrelais aufgebaut sind und die in b) gezeigt sind. Später wurde das Achsenrelais durch das Schneidenrelais auch für die Impulsgabe ersetzt und das Relais für die Befestigung um 90° gedreht c).

Seit etwa 10 Jahren ist das Schneidenrelais durch das Flachrelais verdrängt worden d), das billiger ist, weniger Raum beansprucht und auch universell für alle Aufgaben in den Schaltungen verwendet werden kann. Die Eigenschaften für schnelles oder verzögertes Arbeiten, bei Anzug, Halten, Abfall und Fehlstrom sind im allgemeinen etwa dieselben wie die des Schneidenrelais.

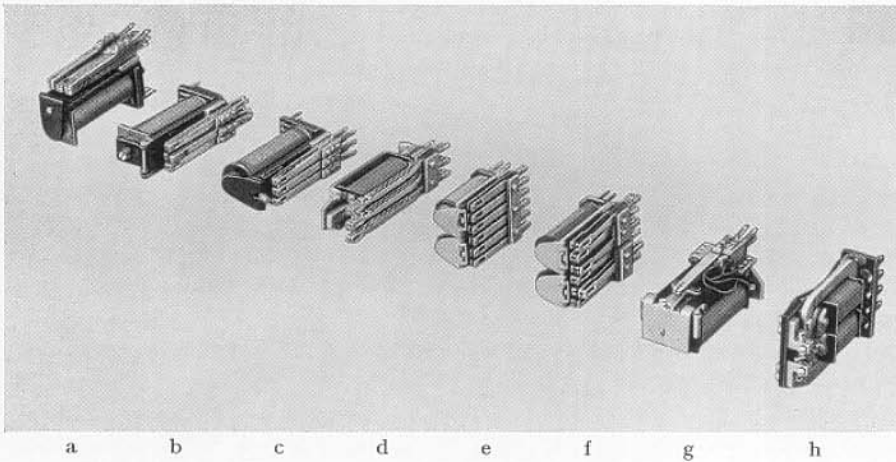


Abb. 79. Fernsprechrelais.

In e), f) werden zwei Arten von kleinen Spezialrelais als Doppelrelais für die Teilnehmeraggregate gezeigt, die als Ruf- und Trennrelais arbeiten, die neben den üblichen Ruf- und Trennfunktionen eine automatische Abschaltung fehlerhafter Teilnehmerleitungen bewirken und die speziell diesen Bedingungen angepaßt sind.

Für besondere Zwecke sind seit einer Reihe von Jahren noch weitere Relais eingeführt worden. Zunächst ist das Wechselstromrelais g) zu nennen, das für die Fernwahl mit Wechselstrom besonders entwickelt worden ist. Das Relais hat zwei magnetische Kreise, bestehend aus lamelliertem Eisen und einem gemeinsamen Anker. Es werden phasenverschobene Felder in den magnetischen Kreisen erzeugt, deren Phasenverschiebung um 90° durch Anpassung der Induktivität und vorgeschalteter Kapazität erreicht wird. Das Relais arbeitet damit bei der Wechselstromfernwahl mit 50 Hz schwingungsfrei. Es ist geeignet, über abgeriegelte Leitungen auf große Entfernungen die Impulsgabe einwandfrei zu ermöglichen.

Für die Fernwahl mit induktiven Stromstößen ist ein polarisiertes Relais entwickelt worden, das in h) gezeigt ist. Das Relais ist sehr empfindlich, leicht auswechselbar und wird für besonders schwierige Impulsübertragungen über lange abgeriegelte Leitungen verwendet, wo wenig Energie zur Verfügung steht.

Für andere Zwecke sind sog. Wählerrelais konstruiert worden, von denen Abb. 8o einige Typen zeigt. Die Relais betätigen neben den normalen Federn kleine Schrittschaltwerke, durch die Nockenscheiben mit besonderen Kontakten und Schleifarme über eine Reihe von Kontakten bewegt werden. Die Wählerrelais werden als Schaltwerke für besondere Zwecke an Stellen verwendet, wo wenig Energie oder wenig Raum zur Verfügung steht.

In der ersten Zeit des automatischen Betriebes zeigte sich, daß Relaiskontaktstörungen die größte Zahl der Fehler in den automatischen Ämtern verursachten. Um hier eine Besserung zu erzielen, wurde eine eingehende Studie angestellt, die folgendes ergab.

Kontakte werden schlecht:

1. durch Staub und Schmutz,
2. durch Abbrand der Kontakte,
3. durch Spitzenbildung infolge von Materialwanderung.

Der schädliche Einfluß von Staub und Schmutz kann durch staubdichte Einkapselung vermindert werden. Eine grundsätzliche Verbesserung wurde

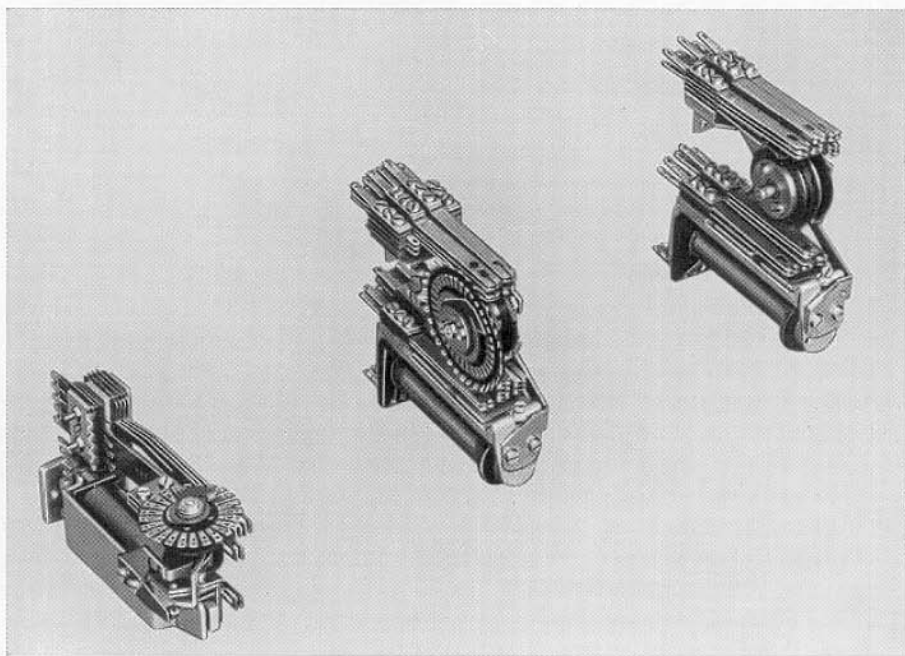


Abb. 8o. Wählerrelais.

aber erst auf Grund weiterer Untersuchungen erreicht. Die Studien über die Verbesserung der Relaiskontakte führten weiter zu dem Ergebnis, daß der Einfluß verschiedenen Kontaktmaterials, z. B. Platin, Iridium, Gold, Silber und deren Legierungen auf die Verminderung der Kontaktstörungen bei den in der Selbstanschlußtechnik üblichen Strombelastungen und Kontaktdrücken nicht sehr groß war. Auch die Form und Ausbildung des Kontaktes war praktisch ohne besonderen Einfluß. Eine grundlegende Verbesserung erzielte man nicht durch die Art und Form des Kontaktmaterials, sondern erst durch die Einführung von Doppelkontakten, die aber so konstruiert sein müssen, daß sie eine gewisse Unabhängigkeit voneinander aufweisen, um auftretende Fehler ausgleichen zu können. Die Zahl der Kontaktstörungen sank durch diese Maßnahme auf $\frac{1}{40}$. Man kann sich die gute Wirkung der Doppelkontakte so erklären, daß die einzelnen Kontakte wohl auch gestört werden, aber beide Kontakte nie gleichzeitig, so daß, wenn ein Kontakt gestört ist, der zweite die Arbeit übernimmt. Nach einiger Zeit ist durch das Arbeiten dann auch der erste Kontakt wieder in Ordnung. Es helfen sich demnach die Doppelkontakte gegenseitig bei Störungen aus. Doppelkontakte sind seit etwa 20 Jahren in Betrieb und haben sich in der Praxis außerordentlich gut bewährt. Da, wie die Untersuchungen ergaben, das Kontaktmaterial wenig Einfluß hat, verwendet man heute allgemein das billigste Material, nämlich Silber. Die Doppelkontakte an den Relaisfedern sind an allen Relais zu erkennen.

Der Abbrand der Kontakte wird durch eine zweckmäßige Funkenlöschung verhindert. Trotzdem läßt die in der Fernsprechtechnik übliche Größe der Relaiskontakte für die verschiedenen Materialien nur eine bestimmte Stromdichte zu, z. B. können Platinkontakte mehr als Silberkontakte belastet werden. Man muß demnach neben der guten Funkenlöschung auf die zulässige Strombelastung achten. Als sehr zweckmäßig haben sich Wolfram-Silberkontakte erwiesen, bei denen aber auf die Stromrichtung zu achten ist. Wolfram-Wolframkontakte sind wegen ihres hohen Übergangswiderstandes unbrauchbar.

Materialwanderung mit Spitzenbildung tritt auf, wenn die Funkenlöschung nicht richtig bemessen ist. Das Material wandert mit dem Strom, wenn die Wirkung der Funkenlöschung zu gering ist; das Material wandert in anderer Richtung, wenn die Wirkung zu groß ist. Platin zeigt in dieser Hinsicht starke Materialwanderung und Spitzenbildung, Silber in weit geringerem Maße. Bei Platinkontakten muß demnach die Funkenlöschung genauer als bei Silberkontakten bestimmt werden.

Bei der Relaisfabrikation ist die richtige Wahl des Eisens von großer Bedeutung. Das Eisen soll eine große Permeabilität, aber eine kleine Remanenz haben. Wichtiger aber als diese absoluten Werte ist deren Gleichmäßigkeit. Eisen, bei dem diese Werte sehr veränderlich sind, ist für die Fabrikation unbrauchbar. Bei der großen Zahl der herzustellenden Relais ist es unmöglich, die Relais individuell zu behandeln, sie können nur generell behandelt werden. Sind Permeabilität und Remanenz veränderlich, so sind die Werte für Anzug,

Halten, Fehlstrom und Abfall veränderlich; eine Berechnung der Relais ist dann praktisch unmöglich. Die Toleranzen in den Werten des Eisens sollen demnach sehr klein sein. Dasselbe gilt für die Drähte der Wicklungen, denn bei den verwendeten Drähten müssen ebenfalls kleine Toleranzen für Drahtdurchmesser, Leitfähigkeit und Isolationsstärke gefordert werden, sonst ist auch aus diesen Gründen eine Berechnung und Fabrikation der Relais nicht möglich.

Kleine Drehwähler.

Als VW, AS, Dienstwähler und Mischwähler sind kleine Drehwähler konstruiert worden, die aus einem kleinen Schaltwerk bestehen, und bei denen ein Elektromagnet Kontaktarme mit Hilfe einer Stoßklinke und eines Steigrades schrittweise über Kontakte bewegt. Es gibt für die verschiedenen Zwecke 10-, 15-, 25-, 34- und 50kontaktige Drehwähler praktisch gleicher Konstruktion. Die Kontaktarme umfassen bei diesen und bei allen nachfolgenden Wählern den festen Kontakt von beiden Seiten und geben damit einen sicheren Mehrfachkontakt. Es sind daher auch hier Doppelkontakte vorhanden. In der Selbstanschlußtechnik ist der Kontakt die wichtigste Stelle und muß daher dieser mit der größten Sicherheit und Zuverlässigkeit betätigt werden. Derartige Wähler haben für die verschiedenen Zwecke die Aufgabe, eine Leitung mit einer anderen Leitung, die aus einer Gruppe von Leitungen selbsttätig auszusuchen ist, ohne Steuerung durch den Nummernschalter der Teilnehmer direkt und schnell zu verbinden. Die Schrittgeschwindigkeit beträgt 40 bis 50 Schritte pro s. Abb. 81 zeigt eine Entwicklungsreihe von verschiedenkontaktigen Wählern, bis zu den Wählern der neuesten

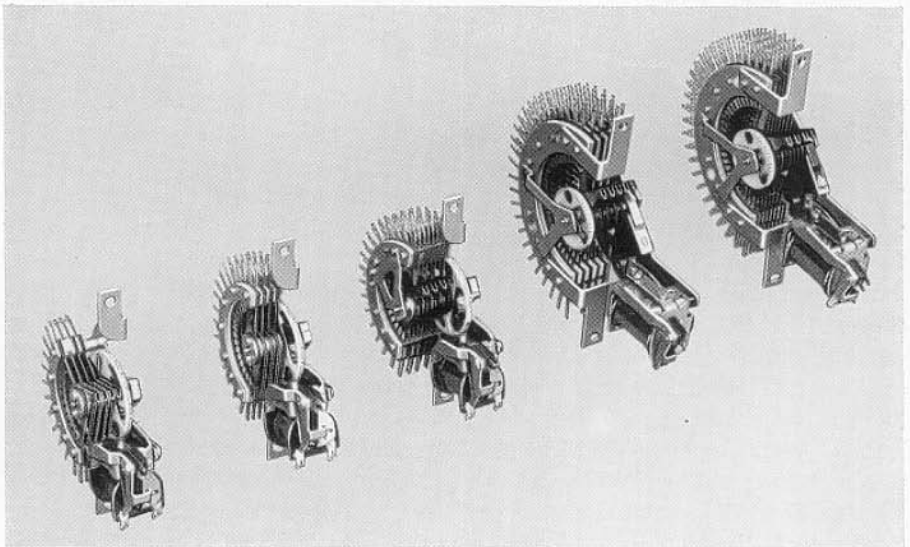


Abb. 81. Drehwähler.

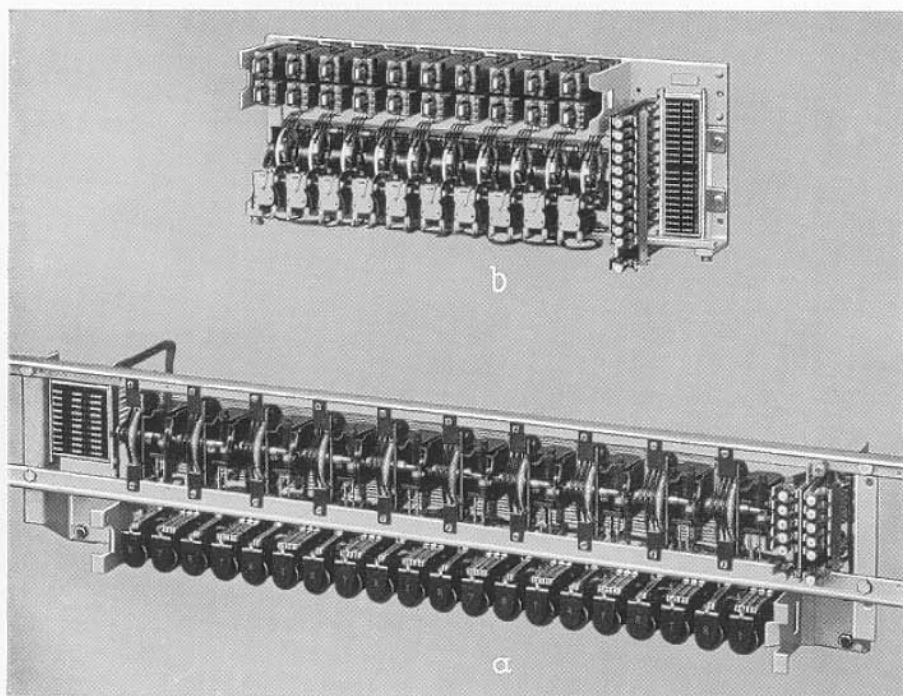


Abb. 82. Drehwählerrahmen.

Konstruktion. Abb. 82 zeigt je 10 VW in Rahmen zusammengebaut. a) zeigt den Wähler älterer Konstruktion, unter der Verwendung des Schneidenrelais, b) den Wähler neuerer Konstruktion, unter Verwendung des Flachrelais. Die Raumersparnis ist deutlich zu erkennen.

Große Wähler für Nummernempfang.

Die Wähler mit größerer Kontaktzahl, die als Nummernempfänger mit direkter Steuerung und großer Schrittgeschwindigkeit verwendet werden, haben eine Entwicklung durchgemacht, die jetzt gezeigt werden soll.

Das Bestreben, schnellarbeitende Wähler mit großer Schrittzahl pro s mit Einzelantrieb und direkter Steuerung bei vollkommener Sicherheit zu schaffen, ist alt. Abb. 83 zeigt den bewährten alten Hebdrehwähler, der seit mehr als 25 Jahren mit drei Elektromagneten für Heben, Drehen und Auslösen arbeitet und einen dekadischen Aufbau mit 10 Dekaden zu je 10 Kontakten, entsprechend den dekadisch bezifferten Nummernschaltern der Teilnehmer hat. Der Wähler wurde als Nummernempfänger für alle Aufgaben der Selbstanschlußtechnik als GW und LW verwendet, hat eine große Lebensdauer, läßt eine Geschwindigkeit von 33 Schritten pro s zu, ist weit verbreitet und deshalb im allgemeinen bekannt. Nicht so allgemein bekannt ist der

angebaute Kontakt und sind die Zahnscheiben auf der Achse, die zur Auswahl einer freien Leitung bei Mehrfachanschlüssen nach der Nummerneinstellung des LW dienen. Dieser Wähler arbeitete schon in direkter Verbindung mit den Nummernschaltern ohne Register und genügte den früheren Ansprüchen vollkommen.

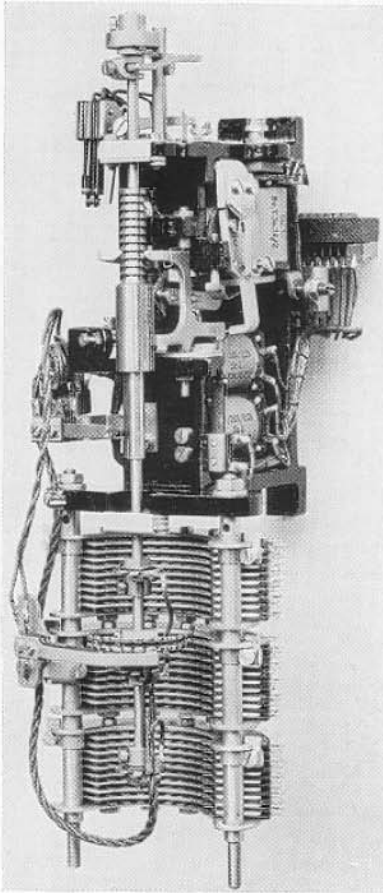


Abb. 83. Alter Hebdrehwähler.

bau der Mechanik seitlich vor der Kontaktbank erreicht, wobei der durch Hebe- und Drehmagnet bewegte Kontaktarmträger sehr leicht und trotzdem dauerhaft ausgestaltet werden konnte. Das Auswechseln und Justieren des Wählers erfolgt leicht mittels nur einer Schraube. Die Wähler werden übereinander in vertikalen Rahmen angeordnet, wodurch die Verwendung von Bandkabeln ermöglicht wurde, die geschützt zwischen den Lötplatten liegen, die Lötösen frei und zugänglich lassen, die für Rangierungen weiter benutzt werden können. Die Geschwindigkeit des Wählers kann 40 Schritte pro s betragen.

Bereits zwei Jahre später wurde eine Weiterentwicklung dieses Wählers nach denselben Konstruktionsgrundsätzen, die sich bewährt hatten, eingeführt,

Auf Grund gesammelter zahlreicher Betriebserfahrungen wurde im Jahre 1925 ein neuer Hebdrehwähler mit dekadischem Aufbau, aber nach neuen Konstruktionsgrundsätzen entwickelt und herausgebracht, der gegenüber dem alten Wähler erhebliche Verbesserungen aufweist und in Abb. 84 dargestellt ist. Die wichtigsten Vorteile dieses Wählers sind:

- Geringer Raumbedarf,
- geschützte Bandkabel mit leicht zugänglichen Lötstellen,
- leichtes Auswechseln und Justieren des Wählers und aller seiner Teile,
- große Geschwindigkeit,
- Ersparung des Auslösemagneten,
- Gewichtsverminderung,
- vereinfachte Amtsmontage.

Ohne im einzelnen auf die klaren und verständlichen Vorzüge einzugehen, sei nur erwähnt, daß der Wähler auch den bewährten dekadischen Aufbau mit 10 Dekaden zu je 10 Kontakten besitzt, aber nur mit einem Hebe- und einem Drehmagneten arbeitet und zur Auslösung weiter über die Kontaktbank hinaus dreht, worauf der Schaltarmträger herunterfällt und dann in die Ruhelage zurückdreht. Die Raumerparnis wurde durch zweckmäßigen An-

bei der unter Beibehaltung aller vorerwähnten Vorteile eine noch größere Raumersparnis, bis zu 50% gegenüber dem alten Wähler und eine noch größere Schrittgeschwindigkeit erzielt wurde. Die Abb. 85 und 86 zeigen

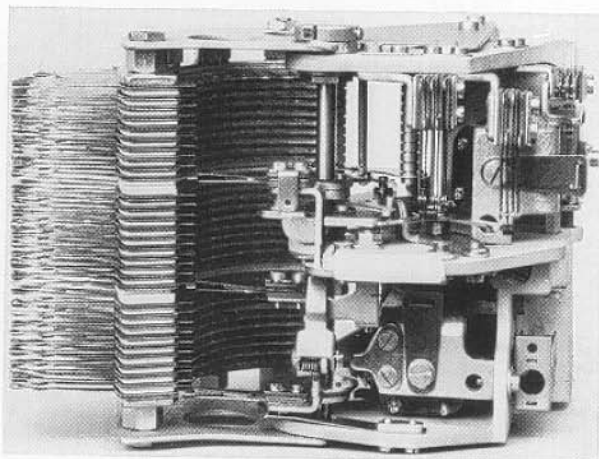


Abb. 84. Hebdrehwähler 1925.

diesen Wähler, bei dem die Stellung der Kontaktarme im Kontaktfeld an einer Skala leicht abgelesen werden kann. Abb. 87 läßt die Größenverhältnisse der verschiedenen Wähler zueinander und damit die Raumersparnis erkennen. Dieser Wähler, der seit jener Zeit überall in großen und kleineren

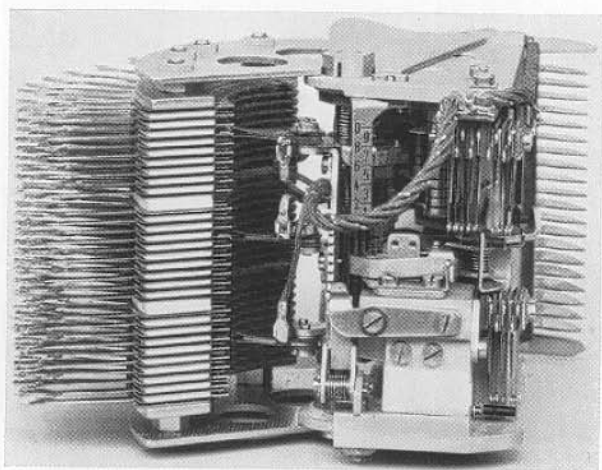


Abb. 85. Hebdrehwähler 1927.

Anlagen mit dem besten Erfolg eingeführt und daher bekannt ist, läßt eine Schrittgeschwindigkeit von 60 Schritten pro s zu und erfüllt alle modernen Bedingungen, die Orts- und Fernverkehr stellen. Das Gewicht des bewegten

Schaltgledes ist im Vergleich mit dem des alten Wählers auf etwa $\frac{1}{3}$ verringert, wodurch die hohe Geschwindigkeit, neben einer Steigerung der Sicherheit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer erreicht wurde. Zur Auswahl einer

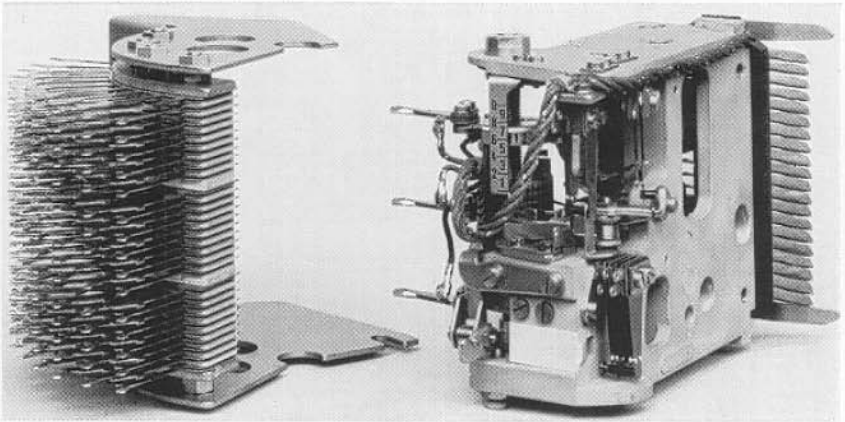


Abb. 86. Hebdrehwähler 1927.

freien Leitung bei Mehrfachanschlüssen dient ein kleiner Kontaktsatz, der im Wähler eingebaut ist und sich sehr leicht den jeweiligen Verhältnissen anpassen läßt. Abb. 88 zeigt neben dem Wähler diesen Mehrfachkontakt. Die Anordnung der Wähler in vertikalen Rahmen und die Verkabelung mit

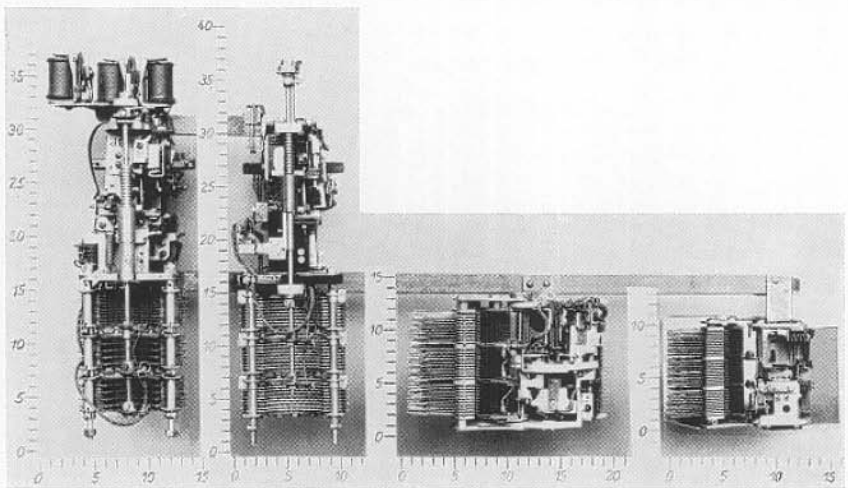


Abb. 87. Raumbedarf der Hebdrehwähler.

Bandkabel läßt Abb. 89 erkennen. Die Aufstellung der Wähler in den Ämtern in vertikalen Rahmen zeigt Abb. 90. Durch die Verwendung schmaler vertikaler Rahmen wird eine gute Raumausnutzung ermöglicht.

Diese Entwicklung der Hebdrehwähler dürfte im allgemeinen bekannt sein, nicht so eine Entwicklung von großen Drehwählern für dieselben oder ähnliche Zwecke, die parallel zu der ersteren erfolgte. Hierbei sind nicht die kleinen Drehwähler gemeint, die als VW, Mischwähler oder AS Verwendung finden, sondern große, vielkontaktige Drehwähler, die entweder an Stelle der Hebdrehwähler treten sollen oder für besondere Aufgaben, die ein großes Kontaktfeld erfordern, bestimmt sind und die gegebenenfalls auch direkt durch die Nummernschalter als Nummernempfänger eingestellt werden können.

Vom Anfang der Entwicklung der Wähler für Selbstanschlußanlagen an ist den großen Drehwählern stets eine besondere Aufmerksamkeit entgegen-

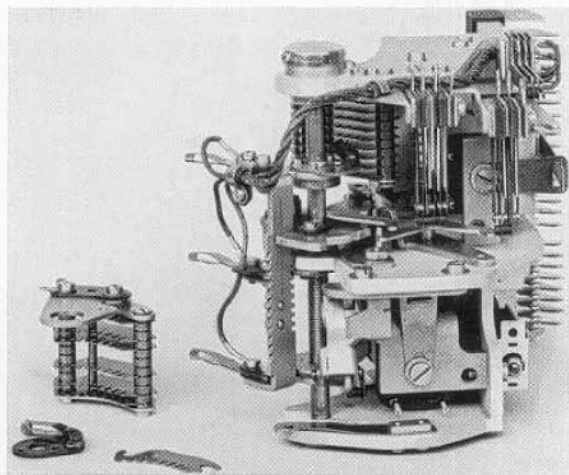


Abb. 88. Hebdrehwähler mit Mehrfachkontakten.

gebracht worden, weil diese den Hebdrehwählern gegenüber gewisse Vorteile bringen sollten. Diese Vorteile sind:

- Keine starre Zuordnung der Kontakte zu den einzelnen Dekaden,
- leichtere Fabrikation, daher billigere Wähler,
- Erweiterungsmöglichkeit der Wähler auf eine beliebige Arm- und Kontaktzahl.

Zu diesen Vorteilen ist folgendes zu sagen:

Es ist von Anfang an die Frage eingehend studiert worden, ob die den normalen Hebdrehwählern mit 10 Dekaden innewohnende starre Zuteilung der 10 Kontakte pro Dekade richtig sei, oder ob es nicht viel zweckmäßiger wäre, alle Kontakte hintereinander in einer Ebene anzuordnen und die Dekaden untereinander nicht konstruktiv, sondern elektrisch zu trennen. Hierbei würde man den Vorteil haben, für verschiedene Dekaden verschiedene Zahlen von Kontakten vorzusehen und dadurch eine große Anpassungsfähigkeit des Wählers an den Verkehr der vorhandenen Anlagen zu erreichen.

Die Anordnung der Dekaden hintereinander in einer Reihe erscheint auf den ersten Blick sehr zweckmäßig, doch verliert diese scheinbare Zweckmäßigkeit an Bedeutung, wenn die Frage näher untersucht wird. Im Gegen-

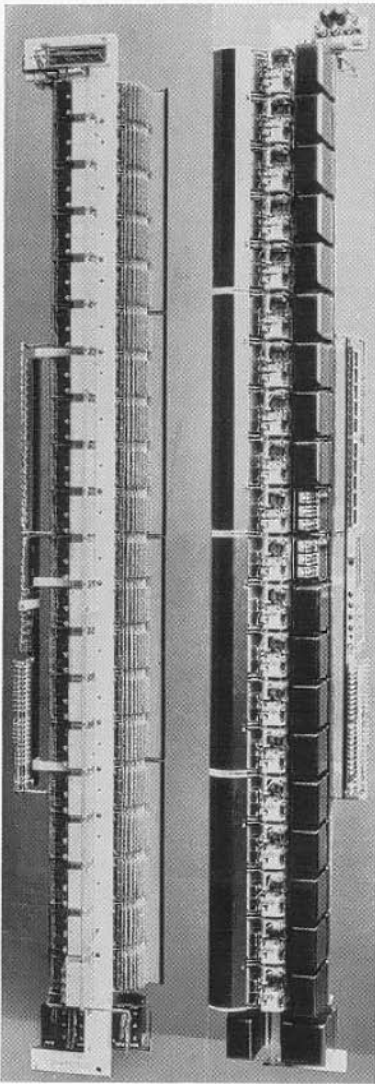


Abb. 89.
Hebdrehwähler im vertikalen Rahmen.

satz zu unveränderlichen Einrichtungen, wie z. B. einer Uhr, die nach 100 Jahren immer noch unverändert ihren Dienst zweckmäßig versehen kann, ist eine Fernsprechanlage ein sehr veränderliches Gebilde, das im Laufe der Zeit vielen Änderungen unterworfen ist. Fernsprechanlagen dienen dem Verkehr, der vielen Einflüssen unterliegt. Teilnehmer kommen hinzu, Teilnehmer melden sich ab, es werden neue Gegenden erschlossen, neue Fabriken errichtet, es bilden sich neue Verkehrszentren, andere Gegenden verlieren an Bedeutung, so daß ein Fernsprechbetrieb eine Einrichtung darstellt, die ständigen Änderungen und Erweiterungen, die jährlich etwa 4 bis 10% der Teilnehmerzahl und sogar noch mehr betragen können, unterworfen ist. Wollte man bei allen diesen Änderungen und Erweiterungen stets die Einteilung der Dekaden bei den Wählern ändern, so würde das eine Ungleichartigkeit aller Wählerrahmen und damit ein unübersichtliches Gebilde in den Ämtern ergeben, was nicht zu empfehlen ist. Es erscheint viel zweckmäßiger, keine Anpassung in den Wählern selbst vorzunehmen, die starre Einteilung der Dekaden beizubehalten und die Beweglichkeit in dem Ausbau der Dekaden durch Einbau von Zwischenverteiltern und Zwischenschaltwerken zu erzielen. Zwischenschaltwerke, Mischwähler, sind auch bei großen Drehwählern mit angepaßten Dekaden erforderlich, weil die maximale Ausnutzung in 100er-Bündeln auch bei vielkontaktigen Drehwählern wirtschaftlich in mehreren Dekaden nicht erzielt werden kann.

Die Fabrikation der Drehwähler ist wohl einfacher und billiger als die der Hebdrehwähler, aber zur Steuerung der Drehwähler als Nummernempfänger sind noch besondere schaltungstechnische Mittel aufzuwenden,

die im allgemeinen den wirtschaftlichen Vorteil in der Konstruktion und Fabrikation der Drehwähler wieder aufheben.

Der Drehwähler läßt sich leicht erweitern und mit einer beliebigen Arm- und Kontaktzahl ausrüsten. Das kann natürlich beim Hebdrehwähler auch geschehen, doch ist die Erweiterungsmöglichkeit beim Drehwähler einfacher. Für die weitaus meisten Aufgaben in der Selbstanschlußtechnik genügt aber der normale Ausbau der Wähler mit drei Armen und je 100 Kontakten, nur in sehr wenigen besonderen Fällen kommt der Vorteil des leichten, größeren Ausbaues der Drehwähler zum Ausdruck.

Gegenüber den Drehwählern haben aber die Hebdrehwähler infolge ihres klaren dekadischen Aufbaues den Vorteil der besseren Verständlichkeit und Übersichtlichkeit.

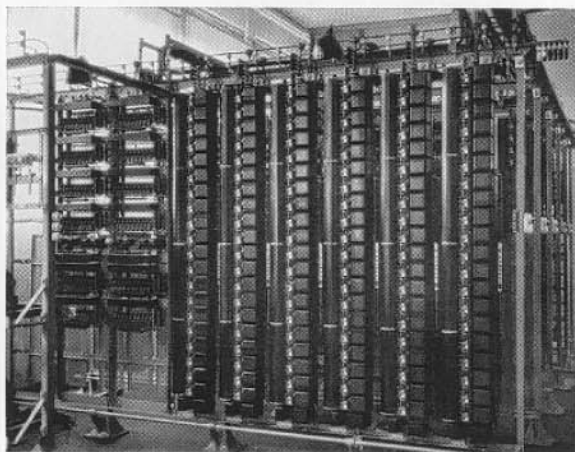


Abb. 90. Amt mit Hebdrehwähler 1927.

Trotz dieser Erkenntnisse ist seit langem versucht worden, zweckmäßige, schnellarbeitende, vielkontaktige Drehwähler neben den Hebdrehwählern zu schaffen. Einen dieser schnellarbeitenden Drehwähler mit drei Armen und je 100 Kontakten, dessen Entwicklung auf das Jahr 1914 zurückgeht, zeigen die Abb. 91 und 92. Das Kontaktfeld besteht zwar nur aus 50 Kontakten, aber durch um 180° versetzte Kontaktarme werden zwei nebeneinander liegende Kontaktreihen nacheinander überlaufen, so daß bei einer vollen Umdrehung 100 Kontakte abgesucht werden. Alle Drehwähler der nachfolgenden Konstruktionsreihe zeigen die gleiche Anordnung.

Derartige Wähler, deren Dekaden hintereinander liegen, müssen als Nummernempfänger sehr schnell arbeiten, um den Impulsen der Nummernschalter ohne Einschaltung von Registern folgen zu können. Sie müssen bei den schnellsten Nummernschaltern zwischen den einzelnen Impulsen einer Dekade mindestens je 10 Schritte — möglichst aber mehr — mit Sicherheit ausführen. Die Geschwindigkeit muß deshalb etwa 200 Schritte pro s be-

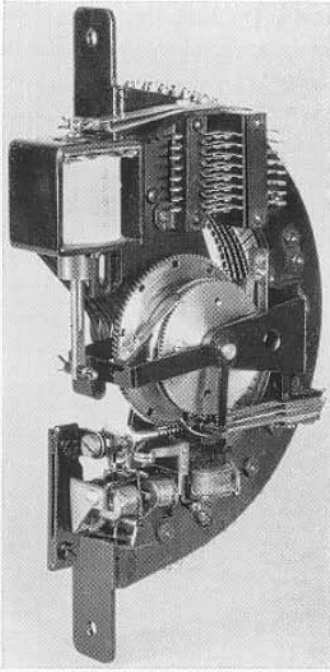


Abb. 91. Schnelläufer.

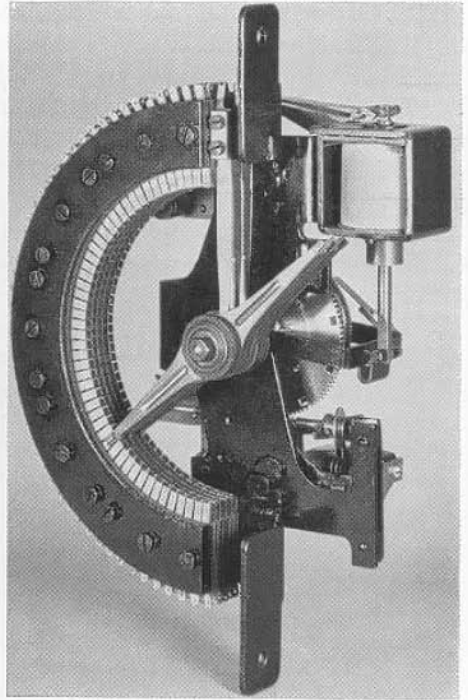


Abb. 92. Schnelläufer.

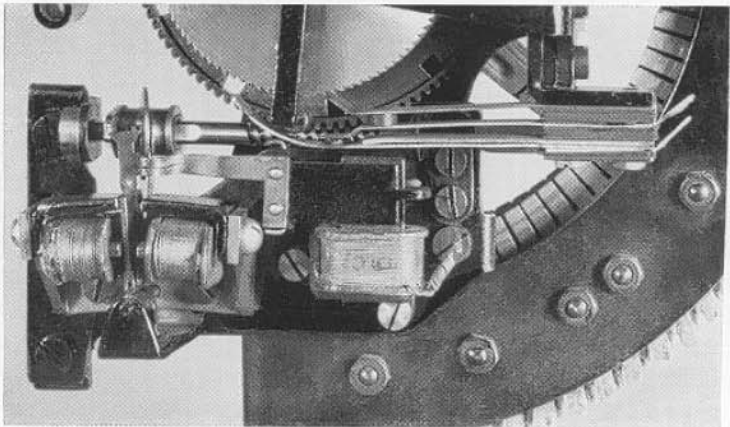


Abb. 93. Steuerorgane des Schnelläufers.

tragen. Auch als Wähler für besondere Zwecke sollen sie schnell arbeiten, um Wartezeiten zu vermeiden. Der gezeigte Wähler arbeitet bei dieser hohen Geschwindigkeit mit individuellem Federantrieb, dessen Feder nach Ablauf durch einen kräftigen Magneten, der in den Abb. 91 und 92 deutlich zu sehen ist, aufgezogen wird. Die richtige Geschwindigkeit wird durch eine dem Wähler angepaßte einfache Luftbremse reguliert.

Bei der hohen Geschwindigkeit des Wählers liegt die besondere Aufgabe vor, den Wähler, Schnellläufer genannt, auf dem richtigen Kontakt sicher stillzusetzen. Diese Aufgabe ist durch eine geschickte Verbindung der Prüfmagnete mit der Mechanik des Wählers einwandfrei gelöst worden. Der Wähler erhält zu diesem Zwecke zwei Prüfmagnete, die auf einen gemeinsamen,

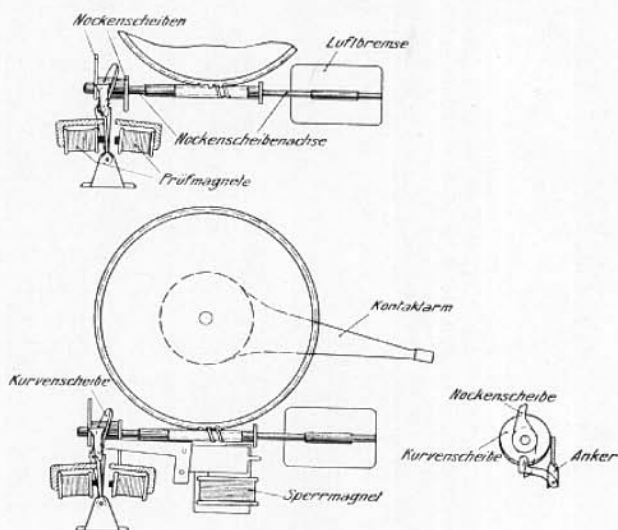


Abb. 94.

Steuerorgane des Schnellläufers in grundsätzlicher Darstellung.

durch eine Kurvenscheibe gesteuerten Anker wirken. Dieser Anker trägt eine Nase, gegen die zwei um 180° versetzte Nocken von auf einer Achse befestigten Nockenscheiben, die mit den Wählerschaltarmen über ein Getriebe verbunden sind, stoßen können, wenn einer der beiden Prüfmagnete erregt ist, wodurch der Wähler stillgesetzt wird. Da nun für den Anzug des Ankers durch einen der beiden Prüfmagnete während der Prüfung bei der großen Geschwindigkeit des Wählers viel zu viel Zeit verlorengehen würde, so ist auf der Nockenscheibenachse zwischen den Nockenscheiben eine kleine Kurvenscheibe befestigt, die den Anker über eine elastische Kuppelung bei der Bewegung der Kontaktarme von Kontakt zu Kontakt jedesmal abwechselnd in die Nähe eines der beiden Prüfmagnete bringt, so daß bei dem Prüfvorgang selbst die Prüfmagnete nicht den Anker anziehen müssen, sondern ihn nur festzuhalten brauchen. Die Abb. 93 und 94 lassen diese interessante Konstruktion erkennen. Bei jedem Kontaktarmschritt macht die Nockenscheibenachse eine

Drehung um 180° und bewegt dabei den Anker durch die Kurvenscheibe von einem Prüfmagneten zum andern. Wird ein Prüfmagnet erregt, so wird der Anker festgehalten, die Kurvenscheibe kann ihn nicht mehr aus dem Bereich der Nockenscheiben bewegen, so daß dann eine der Nocken auf den Anker stößt und den Wähler festhält. Es ist noch ein kleiner Sperrmagnet vorhanden, der den Anker in den Endlagen festhält, so daß die Prüfmagnete nach dem Prüfungsvorgang stromlos gemacht werden können. Der Sperrmagnet ist während der Einstellung erregt und sperrt in stromlosem Zustand, so daß nach der

Einstellung alle Magnete stromlos sind. Durch diese Kupplung der Prüfmagnete mit dem Antrieb des Wählers und durch die dadurch erzielte Ersparung der Anzugszeit des Ankers war es möglich, ein sicheres Prüfen auch bei einer Geschwindigkeit von 200 Schritten pro s zu erreichen.

Um den Drehwähler im Aufbau mechanisch einfacher und wirtschaftlicher zu gestalten, ist später der Antrieb vereinfacht worden. Es wurde versucht, den Federantrieb durch einen ganz einfachen, direkt arbeitenden Selbstunterbrecher zu erreichen, wie Abb. 95 erkennen läßt. Mit diesem Wähler ist aber nur eine Geschwindigkeit von etwa 100 Schritten pro s zu erzielen, so daß er für den direkten Ersatz des Hebdrehwählers als Nummernempfänger für alle Verkehrsfälle nicht verwendet werden konnte. Dieser Wähler läßt schon in seinem Kontaktfeld die Verwendung von geschützt liegenden Bandkabeln zu, wie aus der Abb. 95 zu ersehen ist.

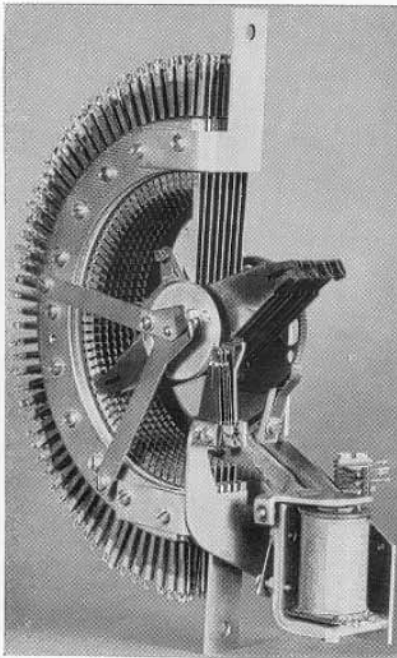


Abb. 95.
Drehwähler mit Selbstunterbrecher.

Im Jahre 1930 setzte eine weitere Entwicklung mit einer erheblichen Verbesserung der Drehwähler unter Verwendung eines kleinen, sehr einfachen individuellen Motors für den Antrieb ein. Der Wähler, den die Abb. 96 und 97 zeigen, ist zunächst 2 · 50teilig, wie die vorhergehenden Wähler auch, ist befähigt, sehr große Geschwindigkeiten sicher zu entwickeln und hat ebenfalls so ausgeformte Lötplatten der Kontakte, daß geschützt liegende Bandkabel bei gut zugänglichen Lötstellen in gleicher Weise wie bei den modernen Hebdrehwählern verwendet werden können. Der interessanteste Teil des Wählers ist der schnelle Antriebsmotor, der den Bedingungen des Wählers angepaßt ist und aus zwei einfachen Elektromagneten besteht, die zueinander unter 90° angeordnet sind. In der Mitte befindet sich ein um eine

Achse drehbarer kleiner Weicheisenkernanker, der zwei Pole und zwei Hilfspole trägt und der von den beiden Elektromagneten nacheinander angezogen wird. Die wechselseitige Einschaltung der Elektromagnete wird durch eine kleine Unterbrecherscheibe, die auf der Ankerachse befestigt ist und Motorkontakte betätigt, gesteuert. Der eine Elektromagnet wird durch die Unterbrecherscheibe aus-, der andere eingeschaltet, wodurch der Anker in Umdrehung

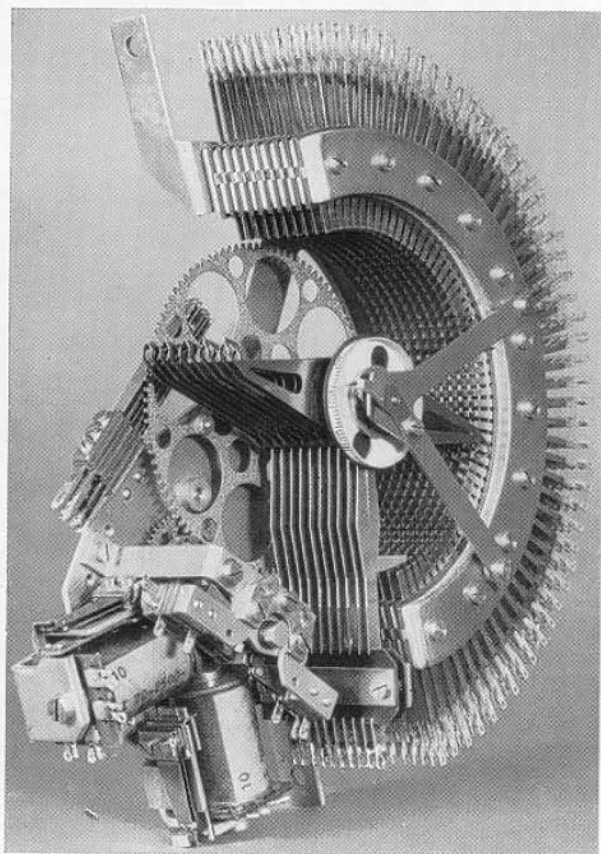


Abb. 96. Motorwähler.

versetzt wird. Die Geschwindigkeit der Umdrehung richtet sich nach den Zeitkonstanten der Elektromagnete. Die Abb. 98, 99, 100 zeigen den Antrieb. Der Anker mit seinen zwei Haupt- und zwei Hilfspolen ist so ausgebildet, daß ein möglichst gleichförmiges Anzugsmoment für alle Ankerlagen erreicht wird. Die Bewegungen der Ankerachse werden durch Zahnräder auf die Schaltarme derart übertragen, daß bei jeder Ankerbewegung um 90° ein Schritt der Schaltarme von einem Kontakt zum anderen erfolgt. Der Wähler arbeitet mit 200 Schritten pro s, wobei es aber leicht möglich ist, durch ein-

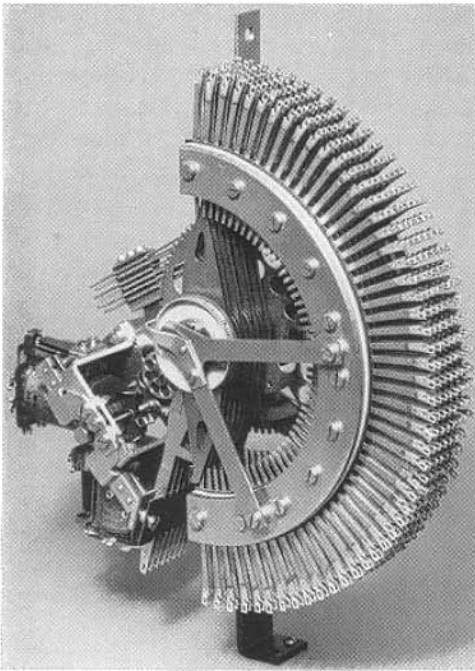


Abb. 97. Motorwähler.

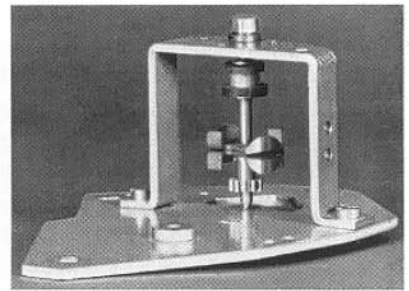


Abb. 98. Motorachse mit Anker.

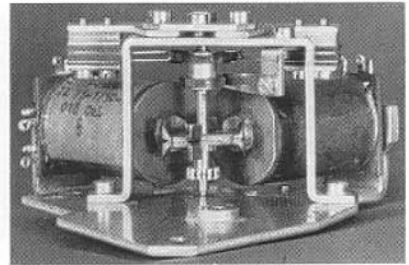


Abb. 99. Antriebsmotor.

fache Anpassung der elektrischen Werte der Elektromagnete, ihn sogar mit mehr als 300 Schritten sicher arbeiten zu lassen. Das Drehmoment des

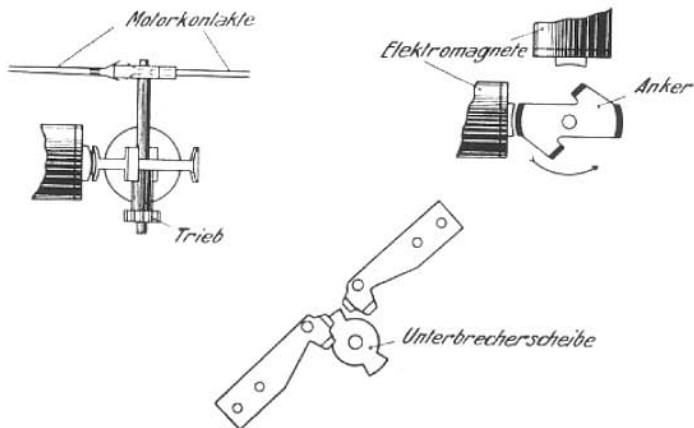


Abb. 100. Antriebsmotor in grundsätzlicher Darstellung.

Motors ist sehr kräftig und gestattet, wie später noch gezeigt werden wird, die Armzahl und das Kontaktfeld in weitem Umfange zu vergrößern.

Interessant sind auch bei diesem Drehwähler mit seiner großen Geschwindigkeit die Prüf- und Steuervorgänge, die mit Hilfe des Motors selbst vorgenommen werden. Erreichen die Schaltarme den entsprechenden Kontakt, auf dem der Wähler stillgesetzt werden soll, so wird über einen Steuerarm des Wählers und das betreffende Kontaktsegment eine Ausschaltung des gerade erregten Elektromagneten durch den Unterbrecher verhindert. Der entsprechende Elektromagnet bleibt erregt, der Anker wird festgehalten und der Wähler damit stillgesetzt. Der zweite Elektromagnet wird zwar auch erregt, doch ist der Einfluß auf den Anker infolge seiner Lage klein. Es ist kein harter Anschlag vorhanden, sondern der Vorgang des Anhaltens der Schaltarme findet weich und elastisch statt. Die Geschwindigkeit des Wählers läßt sich für die verschiedenen Vorgänge aller Arten bei GW und LW, bei Dekadenwahl, Freiwahl und Einerwahl leicht durch Zu- oder Ausschaltung von Dämpfungsgliedern und damit Beeinflussung der Zeitkonstante der Elektromagnete verändern. Z. B. läuft der Wähler bei der Dekadenwahl mit 200 Schritten, bei der Auswahl einer freien Leitung innerhalb der Dekade mit 80 Schritten, bei der Einerwahl entsprechend der Nummernschalter mit etwa 10 Schritten pro s.

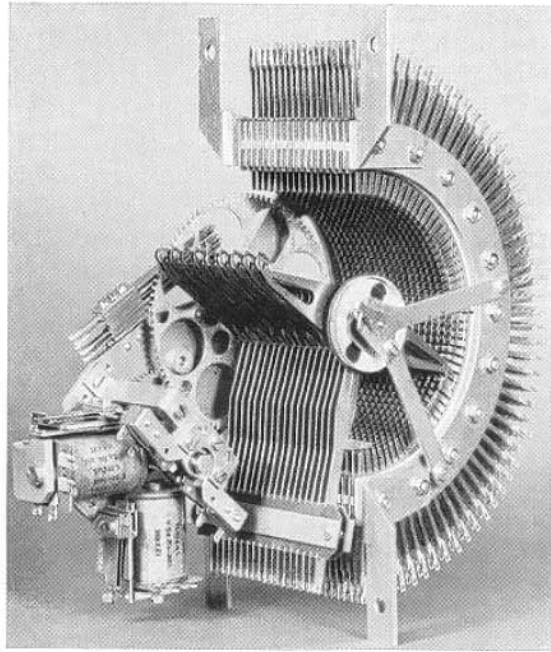


Abb. 101. Motorwähler mit 900 Kontakten.

Der Wähler, der auch die Vorzüge und die Konstruktionsgrundlagen der modernen Hebdrehwähler besitzt, kann mit seinen besonderen Eigenarten, zu denen auch ein sehr ruhiger Lauf gehört, für alle Forderungen der Selbstanschlußtechnik,

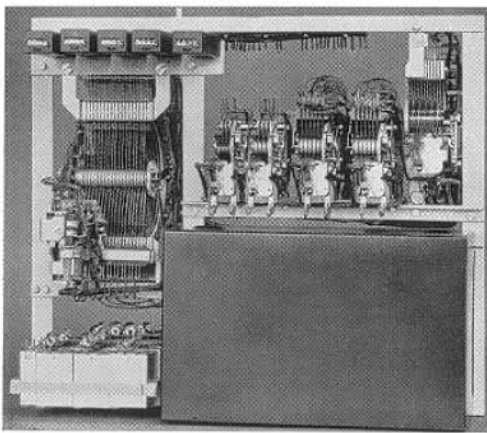


Abb. 102. Zeitzonenzähler mit Motorwähler.

besonders aber für Aufgaben, die eine große Anzahl von Schaltarmen und Kontakten erfordern, verwendet werden. Abb. 101 zeigt einen Wähler für besondere Zwecke mit 9 Armen und 900 Kontakten. Insbesondere kann er für folgende Aufgaben Anwendung finden:

Als AS lassen sich mit dem Motorwähler einmal beliebig große Gruppen bilden, zum anderen wird die Wartezeit infolge seiner großen Geschwindigkeit praktisch sehr klein. Wie groß die Gruppen, d. h. wieviel Kontakte beim Motorwähler für diese Aufgabe zweckmäßig genommen werden, hängt von Wirtschaftlichkeitsrechnungen ab.

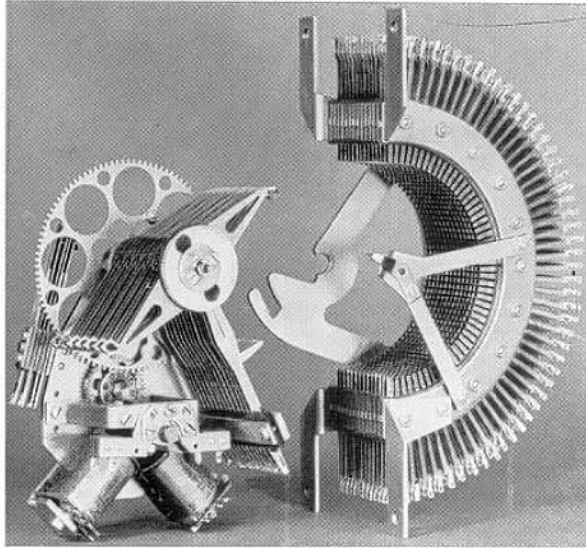


Abb. 103. Motorwähler mit 700 Kontakten.

Sollte einmal für besondere Fälle die Forderung auftauchen, noch größere als 100er-Gruppen im Verbindungsverkehr oder im Verkehr mit besonderen Dienststellen zu bilden, so kann auch dann der Motorwähler verwendet werden.

Durch den Motorwähler lassen sich auch unvorhergesehene Verkehrsfälle meistern, indem z. B. die Möglichkeit besteht, bei sehr großen Mehrfachanschlüssen freie Leitungen schnell herauszusuchen. Auch bei Polizei- und Feuermeldern, bei Kontrollen von Straßenbahnen und sonstigen Verkehrsüberwachungen in Verbindung mit automatischen Systemen liegt eine zweckmäßige Verwendungsmöglichkeit des Motorwählers vor.

Als Zonenschalter in den Zeitzonenzählern läßt sich der Motorwähler mit Vorteil verwenden. Der Zonenschalter muß für große Gebiete bis zu 8 Kontaktarme und pro Arm 100 Kontakte, im ganzen also 800 Kontakte besitzen, wozu noch ein Arm für die Steuerung des Wählers selbst tritt.

Hierzu dient der Motorwähler, der in Abb. 101 gezeigt ist. Einen kompletten Zeitzonenzähler mit eingebautem Motorwähler zeigt Abb. 102. Als Wähler für die vieradrige Durchschaltung der Fernleitungen läßt sich der Motorwähler ebenfalls verwenden. Für diesen Zweck werden 7 Arme mit je 100 Kontakten benötigt. Einen Motorwähler dieser Art zeigt Abb. 103.

Auch als Wähler für die automatische Anschließung der Verstärker und der Leitungsnachbildungen ist der Motorwähler geeignet, wobei der Aus-

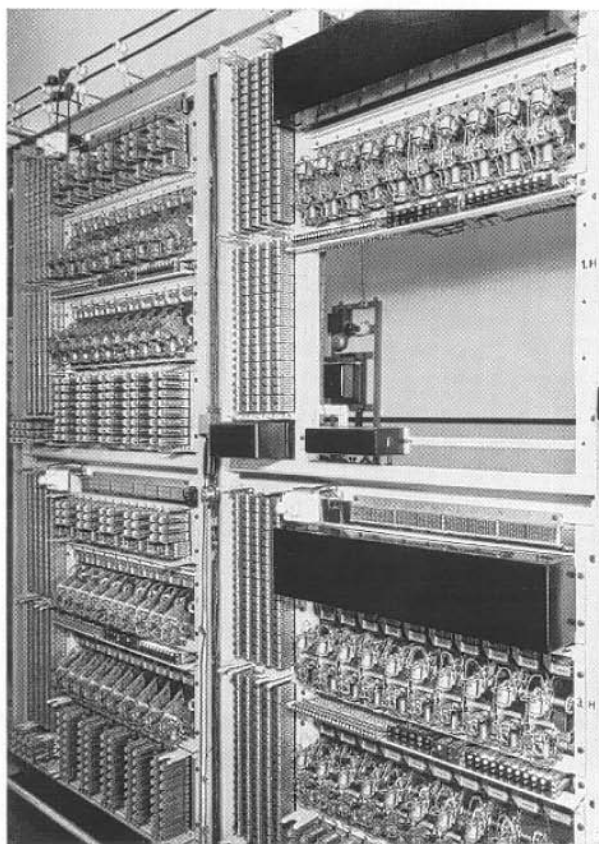


Abb. 104. Motorwähler-Gestellreihe.

bau den jeweiligen Verhältnissen angepaßt wird. Die Motorwähler werden in roteiligen, horizontal angeordneten Rahmen zusammengefaßt und diese in den Ämtern in passende Gestelle eingehängt. Die Abb. 104 und 105 zeigen eine Motorwähler-Gestellreihe in einem automatischen Fernsprechamt.

Der auf modernen Konstruktionsgrundsätzen entwickelte Hebdrehwähler, dessen Schaltvorgänge sehr einfach und leicht verständlich sind, erfüllt gut und wirtschaftlich alle normalen Aufgaben der Selbstanschlußtechnik. Der Motorwähler mit seinen ihm anhaftenden Vorzügen kann für besondere Auf-

gaben, die z. B. durch die Automatisierung des Fernverkehrs gestellt werden, neben dem Hebdrehwähler zweckmäßig Verwendung finden.

Mit diesen sehr schnell und sicher arbeitenden Wählern ist es möglich, alle unwirtschaftlichen Wartezeiten im Orts- und Fernverkehr vollkommen zu beseitigen und die Ausnutzung der Fernleitungen unter weitgehender Verminderung der Leerlaufzeiten erheblich zu steigern.

Bei den Kraftmagneten aller Wähler ist die Verwendung eines guten Eisens mit großer Permeabilität, kleiner Remanenz und geringer Schwankung dieser Werte nicht von so großer Bedeutung wie bei den Relais, weil alle Magnete mit großem Kraftüberschuß arbeiten und kräftige Rückzugsfedern besitzen. Die Magnetspulen werden auch nicht für jede Anlage besonders berechnet, sondern, da ihre Arbeitsleistung abhängig von der Kontaktarmzahl meistens konstant ist und sie immer mit derselben Spannung arbeiten, so werden ihre Daten einmal für eine bestimmte Spannung festgelegt und dann für alle Anlagen mit derselben Spannung gleichmäßig verwendet.

Teilnehmerstation.

Bei der Teilnehmerstation ist der Sender — das Mikrophon — und der Empfänger — das Telephon — von besonderer Bedeutung, denn von ihnen hängt die gute Übertragung der Sprache ab. Mikrophon und Telephon sollen

möglichst frequenzunabhängig sein, um die Schwankungen der Sprache mindestens zwischen den Frequenzen 300 bis 2400 Hz, möglichst aber mehr, unverzerrt zu übertragen. Das Mikrophon soll eine kleine Sendebegugsdämpfung, das Telephon eine kleine Empfangsbegugsdämpfung besitzen. Begugsdämpfungen sind Vergleichswerte mit Normen beim Sfert¹⁾ in Paris. Die Schaltung der Station soll so gewählt werden, daß eine gewisse Rückhördämpfung vorhanden ist, damit die eigene Sprache im eigenen Hörer gedämpft wird. Der Anrufwecker soll empfindlich, trotzdem solide und möglichst unempfindlich gegen Staub und sonstige Einflüsse der Umgebung der Teilnehmerstation sein.

¹⁾ Système fondamental Européen de référence pour la transmission téléphonique.

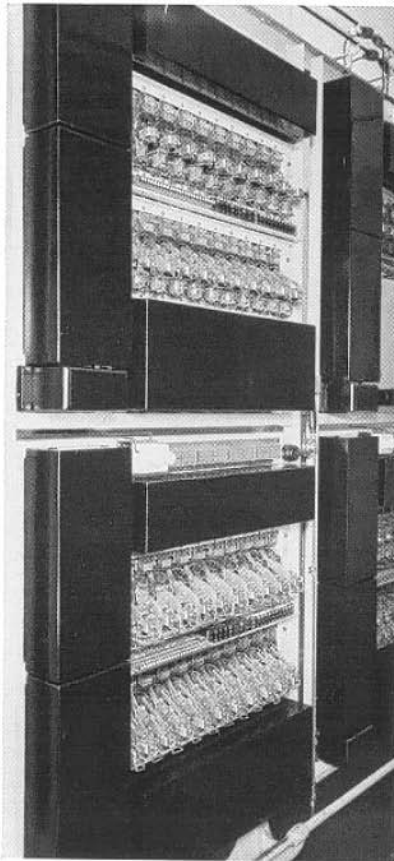


Abb. 105. Motorwähler-Gestellreihe.

Nummernschalter.

Die Nummernschalter an den Teilnehmerstationen sind der Bevölkerung allgemein bekannt, weil sie mit deren Hilfe ihre Verbindungen herstellen. Die besonderen Bedingungen dieser Nummernschalter sind möglichst konstante Ablaufgeschwindigkeit und möglichst konstantes Impulsverhältnis. Es werden für diese Werte wohl Toleranzen zugelassen, doch sollen diese möglichst nicht zu groß sein, weil davon die Sicherheit für den Verbindungsaufbau abhängt. Der Ablauf des Nummerngebers ist praktisch in allen Ländern auf 1 s für 10 Impulse festgelegt, bei einer Toleranz in der Geschwindigkeit von $\pm 10\%$. An diesen Toleranzen soll man für den einen oder anderen Zweck nichts ändern, weil künftig auch der Aufbau der Fernverbindungen über viele anderen Ämter hinweg stattfinden soll.

c) Gruppierung und Verbindungsaufbau.

Die Wahl des gewünschten Teilnehmers findet in allen Systemen dekadisch durch Telegraphierimpulse mit Hilfe des Nummernschalters statt. Der Verbindungsaufbau erfolgt in den direkt angetriebenen Schrittwählersystemen dekadisch, in den Maschinensystemen undekadisch. Bei undekadischem Verbindungsaufbau muß ein Hilfsmittel, Register genannt, zwischen Teilnehmer und Wählerimpulsen eingeschaltet werden, das eine Umformung der dekadisch von dem Nummernschalter abgegebenen Impulse in undekadische vornimmt. Dieses Register bedeutet eine Komplikation, denn die bei undekadischen Systemen erforderliche Aufspeicherung, Umrechnung und Sendung neuer Impulse zu den Wählern vermehrt alle Schaltvorgänge für die Wählereinstellung auf das Zwei- bis Dreifache.

Die Gruppierung und der Verbindungsaufbau eines 10000er dekadischen Systems mit einfacher Vorwahl können grundsätzlich aus Abb. 22 ersehen werden. 100 Teilnehmern stehen über VW etwa 10 bestimmte I. GW zur Verfügung. Etwa 100 I. GW können in jeder Dekade 10 II. GW der nächsten Stufe erreichen. Etwa 100 II. GW sind in jeder Dekade 10 LW zugänglich. Die genaue Zahl der Wähler in jeder Stufe richtet sich nach dem Verkehr und den verwendeten Misch- und Staffelschaltungen.

Bei der Verbindungseinleitung stellen sich die VW automatisch auf einen freien GW ein. Das Schaltglied der GW wird bei der Nummernwahl gehoben, dann selbsttätig gedreht und auf freier Leitung zum Wähler der nächsten Stufe stillgesetzt. Das Schaltglied der LW wird bei der Nummernwahl gehoben und dann durch die nächste Nummernwahl gedreht.

Da die Wähler zur Auswahl einer freien Leitung 10 Kontakte haben, so werden die Leitungen und nachfolgenden Wähler gemäß der Leistung eines 10er-Bündels, die nach Abb. 5 nur 20 min beträgt, ausgenutzt. Das war auch größtenteils der Grund, warum Maschinenwählersysteme mit vielen Kontakten pro Richtung entwickelt worden sind, um die Ausnutzung der Leitungen und Wähler zu steigern. Bevor aber dieses teure Mittel, die Kontaktzahlsteigerung, pro Wähler unter Vorschaltung eines Registers, benutzt

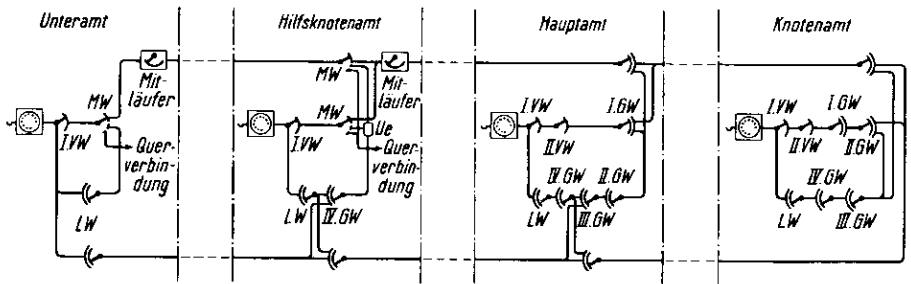


Abb. 106. Verbindungsaufbau vom Unteramt über Hilfsknotenamt zum Hauptamt.

wird, ist zu überlegen, ob nicht auch mit einfacheren Mitteln eine Steigerung der Leistung erzielt werden kann. Solche einfachen Mittel sind in den Misch- und Staffelschaltungen und in den Mischwählern gefunden worden, die schon beschrieben wurden, so daß eine das Amt verteuernde Vergrößerung der Wählerkontaktzahl sich erübrigt.

Der Verbindungsaufbau in großen, weit unterteilten Netzen erfolgt von den Hauptämtern aus. Die Hauptämter der eigenen Knotenamtsbezirke sind untereinander direkt verbunden, weil genügend große Bündel vorhanden sind. Die Bündel der Unterämter, die klein und zahlreich sind, sind zusammengefaßt und z. T. über Hilfsknotenämter zu Hauptämtern geführt. Die Richtung des Netzaufbaues erfolgt in der Richtung des Verkehrs von der Peripherie zum Zentrum. Nur die Hauptämter aller Bezirke haben Bündel zu den Knotenämtern der anderen Bezirke. Bei diesem Aufbau erreicht man das Minimum an Leitungslänge und Leitungsführung. Nur auf den Haupt- und Knotenämtern sind I. GW aufgestellt, von denen der Verkehr in die verschiedenen Richtungen ausstrahlt.

Bei der Verbindungseinleitung wird der Anruf von den Unterämtern und Hilfsknotenämtern gleich bis zum nächsten Hauptamt durchgeschaltet, von wo aus der weitere Aufbau erfolgt. Bei Verbindungen in die eigene Gruppe erfolgt eine Umschaltung, wobei stets die nicht erforderlichen Leitungsstücke freigegeben werden. Lokalverbindungen im eigenen Amt belegen keine Verbindungsleitungen. Abb. 106 läßt den Verbindungsaufbau über Umsteuerwähler und Mitläufer in den Unterämtern und Hilfsknotenämtern bis zum Hauptamt erkennen. Wird vom Teilnehmer eines Unteramtes ein Teilnehmer eines anderen Bezirkes gewählt, so erfolgt der Verbindungsaufbau vom I. GW des Hauptamtes zum Knotenamt des gewählten Bezirkes und weiter in normaler Weise über die Wähler der betreffenden Ämter bis zum Teilnehmer. Wird aber eine Nummer des eigenen Hilfsknotenamtes gewählt, so erfolgt dort die Umsteuerung auf einen Wähler dieses Amtes, unter Freigabe der Leitung zum Hauptamt. Wird eine Nummer des eigenen Unteramtes gewählt, so wird bei Umsteuerung im Unteramt auf einen Lokalwähler die Leitung auch zum Hilfsknotenamt freigegeben. Für alle diese Umsteuerungen sind im Schrittwählersystem keine Register erforderlich; sie erfolgen zwanglos

ohne Zeitverlust und ohne Schwierigkeiten zwischen den Impulsreihen. Mit Hilfe der Mitläufer und Umsteuerwähler können auch Querverbindungen erreicht werden, wie Abb. 106 erkennen läßt und später noch beschrieben werden wird.

5. Studien über besondere Aufgaben.

a) Die Amtseinrichtungen.

Die Amtseinrichtungen sollen einfach und verständlich, betriebssicher und billig sein. Die von diesen Einrichtungen zu erfüllenden vielen Bedingungen müssen sorgfältig geprüft werden, denn jede Bedingung erhöht im allgemeinen das Anlagekapital und evtl. auch die Betriebskosten. Es fragt sich, ob der Aufwand für jede Bedingung in einem richtigen Verhältnis zum Nutzen steht. Nur durch klare Gegenüberstellung von Aufwand und Nutzen läßt sich ein richtiges Urteil fällen. Man sollte die Bedingungen soweit wie möglich vereinfachen, das System verbilligen und dafür lieber dem Teilnehmer einen niedrigen Tarif bieten. Es wird zweckmäßig sein, einige charakteristische Bedingungen, die vielfach in den Vordergrund geschoben werden, und die das System verteuern und komplizieren, zu besprechen und auf ihre Zweckmäßigkeit zu prüfen.

a) Verwendung von Registern. Register mit Speicherung und Umrechnung sollen Vorteile bringen im Netz, Ersparnisse an Wählern, Überleitungserleichterung, Austausch der Nummernreserven, Wahl der Ämter mit den Anfangsbuchstaben usw. Diese Vorteile sind aber mit viel einfacheren Mitteln ohne die Nachteile der Register zu erreichen. Das Netz muß vor allen Dingen unabhängig vom System entwickelt werden. Ein gutes System muß ohne weiteres die zweckmäßigste Netzgestaltung zulassen, was auch ohne Register mit einfachen Mitteln möglich ist. Die Ersparnis an Wählern wird nicht durch das Register erreicht, sondern durch große Bündel mit der besten Ausnutzung. Große Bündel sind zweckmäßig nicht durch große vielkontaktige Wähler, sondern nur mit kleinen Wählern in unterteilter Wahl mit zwei Stufen, also mit Mischwählern zu erreichen. Überleitungserleichterungen durch optische Nummernanzeiger sind auch in Systemen ohne Register leicht möglich. Austausch der Nummernreserven ist viel einfacher ohne Umrechnung durch Teilerweiterungen zu ersetzen, die Systeme ohne Register unbeschränkt zulassen. Die Wahl der Ämter mit den Anfangsbuchstaben wird unter b) behandelt.

Demgegenüber hat das Register folgende Nachteile: Komplikation und Verteuerung des Systems, schwierige Fehlereingrenzung, Verdoppelung aller Schaltfunktionen, Undurchsichtigkeit durch die Umrechnung, Wartezeiten nach dem Wählen und dadurch Mehrbedarf an Wählern, Hemmung in der gesamten weiteren Entwicklung bei Fernwahl, Durchwahl zu Nebenstellen und Wohnungstelephonen, beliebige Erweiterungen usw. Moderne Systeme sollen ohne Register, ohne jede Einschränkung der künftigen Entwicklung, ohne Begrenzung der Stellenzahl arbeiten.

b) Wahl des Amtes mit den 3 ersten Buchstaben des Amtsnamens. Diese Bedingung erfordert Speicherung und Umrechnung aller Verbindungen, also Register, mit seinen Nachteilen. Diesen Nachteilen steht kein besonderer Gewinn gegenüber, denn eine Zahl, wenn sie zweckmäßig unter Umständen mit Buchstaben aufgebaut und unterteilt ist, merkt sich ebenso wie ein Name, der auch noch Schwierigkeiten macht, wenn Schreibweise und Aussprache nicht übereinstimmen. Außerdem ist das Wählen einer Zahl einfacher als das Wählen eines Buchstabens, dessen Auffinden auf dem Nummernschalter, wenn 3 Buchstaben zu einer Öffnung gehören, schwieriger ist. Beobachtungen haben ergeben, daß die Wahl einer Zahl 1,2 s, die Wahl eines Buchstabens 2,3 s beansprucht. Es ist außerordentlich wichtig, dem Teilnehmer die Handhabung der Apparate, das Aufsuchen und Merken der Nummern des gewünschten Teilnehmers zu erleichtern. Das scheint aber durch die Methode des Wählens der ersten 3 Buchstaben des Amtsnamens nicht erreicht zu werden, weil in den Anlagen, die diese Methode verwenden, Manipulationsfehler und Hilfsplätze, die ein Kriterium dafür sind, zahlreicher sind als in den Anlagen ohne Register. Diese Bedingung bringt daher nur Schwierigkeiten ohne Vorteile. Später werden diese Fragen noch eingehender untersucht.

c) Verwendung 200kontaktiger Wähler. Diese Wähler sollen durch Bildung von 200er-Bündeln eine bessere Ausnutzung der Verbindungsleitungen verursachen. Damit erreicht man aber nicht das Maximum an Ausnutzung. Es müssen größere, möglichst 100er-Bündel angestrebt werden. Die beste Ausnutzung in größeren Bündeln erreicht man durch unterteilte Wahl in zwei Stufen mit Hilfe von billigen Mischwählern. Während 200kontaktige Wähler das Anlagekapital vergrößern, ohne das Maximum an Ausnutzung zu erreichen, bilden kleine, billige Mischwähler in Verbindung mit nur 100kontaktigen Wählern das einfachste Mittel hierfür. Große Bündel erreicht man stets billiger durch unterteilte Wahl mit kleinen 10- bis 15kontaktigen Mischwählern, als durch einfache Wahl mit großen vielkontaktigen Wählern. Die 10- bis 15kontaktigen Mischwähler haben zur Zeitersparnis Voreinstellung.

d) Vorwahlstufe. Die dem Teilnehmer individuell zugeordneten Apparate sollen so einfach und billig wie möglich sein, weil sie einen beträchtlichen Teil des Anlagekapitals erfordern. Demnach würde der AS die zweckmäßigste Vorwahleinrichtung sein, weil diese Bedingung dabei am besten erfüllt wird. Der AS wird aber bei starkem Verkehr teurer als einfache kleine 10kontaktige VW. Man wird daher für große wichtige Anlagen kleine VW verwenden, die aber nur 10kontaktig, also so klein wie möglich gemacht werden. Die Leistungssteigerung der nachfolgenden Wähler wird auch hier wieder durch doppelte Wahl mit I. und II. VW erzielt. VW haben noch den Vorteil, daß sie sich leicht jeder Verkehrssteigerung anpassen lassen. Werden bei schwachem Verkehr AS verwendet, so sollen auch diese einfach sein. Die Einschaltung der AS durch Relaiskette ist z. B. einfacher als durch Verteilerwähler. Pro Teilnehmer genügen zwei kleine einfache Spezialrelais,

durch die auch die automatische Abschaltung fehlerhafter Rufe erfolgen kann.

e) Verwendung von Unterämtern. Unterämter müssen besonders einfach und betriebssicher sein, weil sie z. T. monatelang ohne Überwachung arbeiten sollen. Deshalb stellen gerade Unterämter ganz besondere Bedingungen und Anforderungen an die Technik. Sie sind in allen Anlagen an der Peripherie in den letzten Ausläufern des Netzes vorhanden und daher sehr verbreitet. Läßt ein System wegen seiner Komplikation derartige unüberwachte Unterämter nicht zu, so muß auf weitgehende Dezentralisation verzichtet werden, was eine erhebliche Verteuerung des Netzes bedeutet. Unterämter sollen im allgemeinen nur je 1 Leitungsbündel für abgehenden und ankommenden Verkehr zum nächsten Amt erhalten, das zum Teil doppeltgerichtet ausgenutzt werden muß. Für den Lokalverkehr muß die Verwendung von Umsteuerwählern, die die Verbindungsleitungen frei schalten, möglich sein. Diese Aufgaben werden, wie die Praxis hinreichend bewiesen hat, von den einfachen Schrittwählersystemen am besten gelöst.

f) Umleitung von Verbindungen. Wenn Leitungsbündel überlastet sind, so wird mitunter eine Umleitung über ein anderes Bündel und demnach über andere Ämter gefordert. Diese Umleitung hat nur Bedeutung bei kleinen Ämtern mit kleinen Bündeln an der Peripherie einer Anlage und setzt voraus, daß verschiedene Bündel von kleinen Ämtern abgehen. Verschiedene kleine Bündel bedeuten aber Zersplitterung des Verkehrs und Herabsetzung der Leitungsausnutzung. Wenn daher bei moderner Netzgestaltung nur ein Leitungsbündel mit guter Ausnutzung vorhanden ist, ist die Umleitung von Verbindungen nicht erforderlich. Die Umleitung von Verbindungen im einfachen Schrittwählersystem ohne Register ist schon vorher beschrieben worden, und wird in „Speicherung und Umrechnung“ noch eingehend behandelt.

g) Automatische Routineprüfeinrichtungen. Automatische Routineprüfeinrichtungen erhöhen das Anlagekapital, sollen aber im Betrieb Ersparnisse bringen. Routineprüfeinrichtungen sind sicher richtig, wenn das System kompliziert ist, sehr viel Prüfung und sehr viel Pflege erfordert; sie sind überflüssig, wenn das System einfach ist und mit wenig und leichter Prüfung und Pflege gut arbeitet. Ein gutes sicheres System bedarf daher keiner automatischen Routineprüfeinrichtungen, die ebenfalls gepflegt werden müssen und deren ausgedehnte Verwendung unter Umständen in richtige Dauerversuche der Einrichtungen ausarten. Es ist daher viel wichtiger, das System zu vereinfachen und die Sicherheit desselben zu vergrößern, als Routineprüfeinrichtungen vorzusehen. Eine Vergrößerung der Sicherheit des Systems läßt sich z. B. durch Verwendung von Doppelkontakten an allen Stellen in einfacher Weise erreichen, wodurch die Kontaktstörungen bis auf $\frac{1}{40}$ sinken. Einfache Wähler und Relais, besonders aber einfache Betriebsbedingungen vergrößern die Sicherheit des Systems.

h) Manuelle Hilfsplätze. Manuelle Hilfsplätze, die die Anlagen und Betriebskosten vergrößern, sollten beim automatischen Betrieb soweit wie

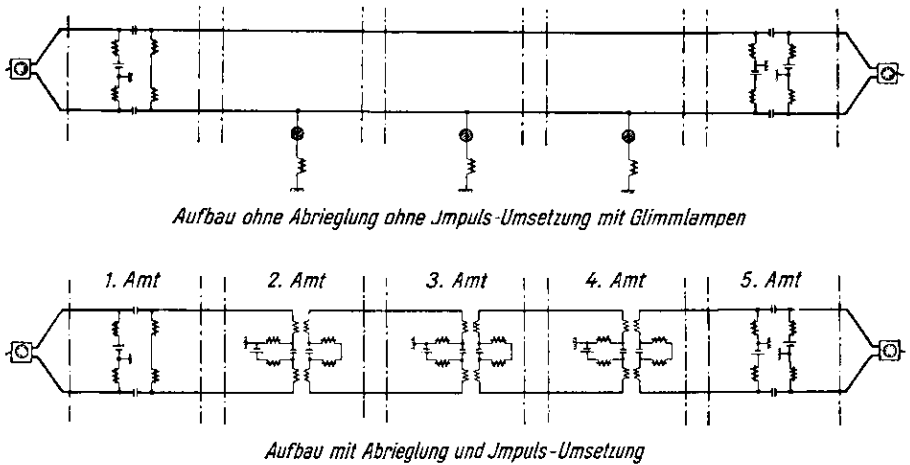


Abb. 107. Verbindungsaufbau zweiadriger Leitungen mit und ohne Abriegelung, Impuls-umsetzung und Glimmlampe.

möglich reduziert werden. Bei einfachen Systemen mit einfacher und klarer Numerierung, einfacher Bedienungsanweisung und mit leicht verständlichen Signalen sinkt der Bedarf an manuellen Hilfsplätzen auf ein Minimum. Es muß das Bestreben sein, die Bedienung der Einrichtungen durch die Teilnehmer soweit wie nur irgend möglich zu vereinfachen. Damit sinkt auch die Zahl der Manipulationsfehler, die direkt ein Maß für die Komplikation des Systems für die Teilnehmer ist. Alle Teilnehmerbedingungen werden von den einfachen Systemen am besten erfüllt.

i) Ausbau der Kraftanlage. Die Kraftanlage soll genügende, aber nicht übermäßige Sicherheiten enthalten, weil sie sonst das Anlagekapital, besonders bei kleinen Ämtern, erheblich beeinflußt. Eine Batterie mit Pufferbetrieb und einfacher automatischer Spannungsregulierung sollte für den Betrieb der kleineren Ämter in einer modernen Anlage ausreichen. Die Größe der Batterie ist praktisch nur so zu wählen, daß sie die Unterbrechungszeit der Kraftzufuhr mit genügender Sicherheit überbrückt. Alle übermäßigen Reserven vergrößern nicht nur das Anlagekapital, sondern auch die Betriebskosten, weil die Reserven ebenfalls gepflegt werden müssen. Bei großen Ämtern ist der Einfluß der Kraftanlage auf das Anlagekapital nicht so groß als bei kleineren Ämtern; es könnten dort die Sicherheiten etwas größer gewählt werden. Für mehrere Einheiten in einem Gebäude sollte aber eine gemeinsame Kraftanlage ausreichen.

k) Zweiadrige Verbindungsleitungen. Zweiadrige Verbindungsleitungen sollen ebenfalls einfach sein, keine Impulssetzung und keine zusätzliche Dämpfung enthalten. Durch die Verwendung von Glimmlampen sind diese Bedingungen einfach zu erfüllen. Die Glimmlampe gestattet durch ihre Ansprechspannung die freie Verwendung der beiden Sprechadern für Impuls- und Signalzwecke ohne jede Änderung oder Anpassung des

Systems. Ihre geringe Kapazität von etwa 20 cm bringt weder Unsymmetrie noch Dämpfung in die Verbindung. Die Glimmlampe hat nur den Zweck, am Schluß der Verbindung die Auslösung sicherzustellen. Ihr großer Vorteil tritt besonders bei der Hintereinanderschaltung mehrerer Verbindungsleitungen in die Erscheinung. Abb. 107 läßt den Verbindungsaufbau mit gewöhnlichen Übertragern und mit Glimmlampen erkennen, woraus der Vorteil deutlich zu ersehen ist.

1) Fernverkehr. Der Fernverkehr soll, um eine Zersplitterung zu vermeiden, keine besonderen Leitungen und Wähler erfordern. Die Fernbeamtin soll die Teilnehmer selbst über die Ortsleitungen und Ortswähler wählen. Jeder LW soll für Fernverkehr geeignet sein und, wenn man nicht die Fernverbindungen rein ortsmäßig herstellen will, Anbieten gestatten, ohne daß die Fernbeamtin für das Anbieten von Fernverbindungen mehrmals wählen muß. Die LW sollen Einfach- und Mehrfachanschlüsse und für moderne Entwicklung Durchwahl zulassen. Die evtl. Einschaltung eines Verstärkers soll ohne besonderen Einfluß automatisch geschehen. Erfolgt der Fernverkehr über kurze Entfernungen vollautomatisch durch den Teilnehmer selbst, so müssen Zeitzonenzähler vorgesehen werden, die die Gebühr nach der Entfernung und der Gesprächszeit bestimmen und diese durch Mehrfachzählung auf den Teilnehmer übertragen.

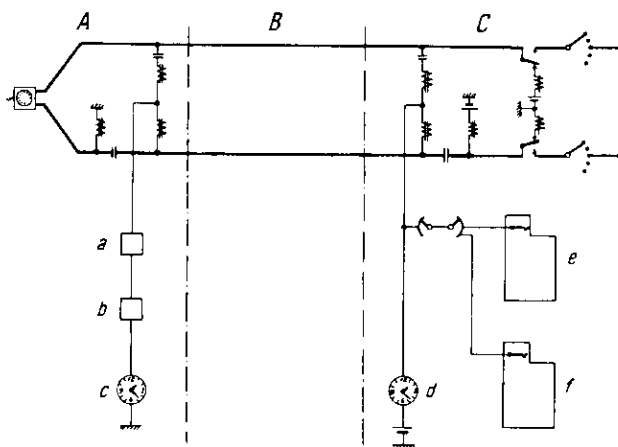


Abb. 108. Mehrfachausnutzung von Teilnehmerleitungen.

<i>A</i> = Teilnehmer	<i>a</i> = Feuerruf	<i>d</i> = Hauptuhr
<i>B</i> = Leitung	<i>b</i> = Polizeiruf	<i>e</i> = Feuerwache
<i>C</i> = Amt	<i>c</i> = Nebenuhr	<i>f</i> = Polizeiwache

Prüft man alle Bedingungen in dieser Weise auf ihre Zweckmäßigkeit und alle Systeme auf die erforderlichen Mittel zur Erfüllung der Bedingungen, so findet man, daß sich das einfache Schrittwählersystem ohne Register sowohl für ganz große Ämter als besonders auch für kleine nicht überwachte

Unterämter am besten eignet. Dieses System, das von allen Systemen am weitesten entwickelt ist, kennzeichnet sich durch größte Einfachheit und Betriebssicherheit, trotz Erfüllung aller modernen Bedingungen, zu denen zu rechnen sind: halb- und vollautomatische Fernwahl, Durchwahl zu Nebenstellen, Mehrfachausnutzung der Teilnehmerleitungen usw. Das System würde folgende charakteristische Eigenarten besitzen:

1. Direkt angetriebene Schrittwähler ohne Aufspeicherung und Umrechnung und ohne Wartezeiten.
2. 10teilige I. und 15teilige II. VW in Sparschaltung, wo dieselben I. GW einmal direkt und einmal über II. VW erreicht werden, für starken Verkehr und einfache AS mit Mischwählern für schwachen Verkehr.
3. 15teilige Mischwähler mit Voreinstellung in den entsprechenden Gruppenwählerstufen zur Bildung großer vollkommener Verbindungsleitungsbindel.
4. Zweiadrige Verbindungsleitungen ohne Abriegelung mit Glimmlampenüberwachung ohne zusätzliche Dämpfung.
5. Umsteuerwähler mit Mitlaufwerken in den Unter- und Hilfsknotenämtern zur Freischaltung von nicht erforderlichen Verbindungsleitungen.
6. Mehrfachzählung, abhängig von der Zone und der Zeit für vollautomatischen Fernverkehr.
7. LW für Orts- und Fernverkehr für Einzel- und Mehrfachanschlüsse mit Durchwahl für Wohnungstelephone, die noch behandelt werden, und mit evtl. Aufschaltung im Fernverkehr.
8. Mehrfachausnutzung der teuren Teilnehmerleitungen für Sonderzwecke, wie Feuer- und Polizeimeldung, Uhrenregulierung, Rundfunkübertragungen, Raumschutzeinrichtungen usw. (Abb. 108).

b) Speicherung und Umrechnung.

Fernsprechanlagen mit Wählerbetrieb sind seit mehr als 25 Jahren in der Praxis eingeführt und haben sich gut bewährt. Sie sind wirtschaftlicher und technisch besser als Handbetriebsanlagen, und da die Überlegenheit der Wählerämter heute nirgends mehr bezweifelt wird, so nimmt ihre Ausbreitung sehr schnell zu. Es gibt im großen und ganzen zwei Arten von Selbstanschlußsystemen: einmal Schrittwählersysteme, bei welchen die Wähler klein und leicht sind, im allgemeinen nur 100 Kontakte haben und individuell durch eigene Kraftmagnete angetrieben werden, zum anderen Maschinensysteme, bei welchen die Wähler groß und schwer sind, bis zu 500 Kontakte und mehr haben, und bei denen der Antrieb der Wähler über Transmissionen durch Motoren erfolgt, die gemeinschaftlich für eine Gruppe von Wählern vorgesehen sind. Unter leichten oder schweren Wählern versteht man im Sinne der Selbstanschlußtechnik Wähler, deren bewegtes oder Einstellglied leicht oder schwer, also mit wenig oder viel Masse behaftet ist.

Zum Herstellen der Verbindungen ist in allen Systemen beim Teilnehmer der gleiche Apparat, der bekannte Nummernschalter mit 10 Fingeröffnungen, angenommen worden, der überall etwa dieselbe Geschwindigkeit beim Rücklauf entwickelt und dabei 10 Stromstöße in der Sekunde abgibt. Während in den Schrittwählersystemen die leichten Wähler ohne alle anderweitigen Hilfsmittel unmittelbar durch die Stromstöße der Nummernschalter angetrieben werden können, ist das bei den großen und schweren Wählern der Maschinensysteme nicht möglich. Einmal ist die Trägheit des Einstellgliedes zu groß, als daß es dem Nummernschalter folgen könnte, zum anderen kann eine Übereinstimmung der Geschwindigkeit der Wählerantriebsmotoren mit den verschiedenen ablaufenden Nummernschaltern nicht erreicht werden. Hier muß ein Hilfsapparat, Register, Speicher oder Sender genannt, eingeschaltet werden, der die von den Teilnehmern dekadisch abgegebenen Stromstöße so verändert, daß sie der Eigenart des Wählersystems entsprechen. Ist das System undekadisch, entspricht also die Wählereinstellung nicht der Nummerngabe durch die Teilnehmer, so muß eine vollkommene Umwandlung der Stromstoßserien erfolgen. In anderen Fällen, wo z. B. die Einstellung der Wähler dekadisch ist, genügen unter Umständen kleine Änderungen; mitunter können die Stromstöße unverändert weitergegeben werden. Gegebenenfalls werden nur Geschwindigkeit oder Stromstoßverhältnis geändert.

Während bei den Maschinensystemen, wie schon erwähnt, die Anwendung eines derartigen Apparates wegen der Masse des Wählereinstellgliedes und des fehlenden Gleichlaufs unbedingt erforderlich ist, ist die Anwendung bei den Schrittwählersystemen zunächst nicht notwendig. Es können aber auch hier ohne weiteres Register verwendet werden, wenn wirtschaftliche oder technische Vorteile die Einführung begründen. Da die Meinungen hierüber geteilt sind, und da eine Zusammenstellung aller Vor- und Nachteile und eine Erörterung über die zweckmäßige Verwendung der Register bisher noch nicht bekannt geworden ist, so soll hier, um Klarheit darüber zu schaffen, eine genaue Untersuchung erfolgen, wann es vorteilhaft und wirtschaftlich begründet ist, Register in irgendeiner Form zu verwenden. Die Beantwortung dieser Frage soll jedoch ausschließlich vom wirtschaftlichen Standpunkt aus erfolgen, um unabhängig von technischen Notwendigkeiten ein klares Urteil zu erhalten.

Zunächst sei auf die Wirkungsweise der Register in ihrer umfassendsten Form kurz eingegangen. Ein Register, das vor dem I. Nummernstromstoßempfänger eingeschaltet wird, besteht grundsätzlich nach Abb. 109 aus drei Teilen:

1. Aus dem Empfänger, der die von dem Teilnehmer dekadisch abgegebenen Stromstöße aufnimmt und aufspeichert,
2. aus dem Sender, der diese Stromstöße in irgendeiner dem System entsprechenden Form zu den Amtswählern weiterleitet,
3. aus dem Umrechner, der die dekadisch abgegebenen Stromstoßserien umformt und dem Wählersystem anpaßt.

Grundsätzlich kann man sich die Wirkungsweise der drei Teile des Registers folgendermaßen vorstellen:

Der Empfänger, der die Teilnehmerstromstöße empfängt, besteht aus so viel kleinen rötelligen Schrittschaltwerken, wie Stromstoßserien vom Teilnehmer abgegeben werden, entspricht demnach der Größe des Systems. Das erste Schaltwerk wird durch die erste vom Teilnehmer abgegebene Serie eingestellt, dann das zweite durch die 2. Serie, das dritte durch die 3. Serie und so fort, bis das letzte Schaltwerk von den vorhandenen 5, 6 oder 7 eingestellt ist. Damit ist die gewählte Nummer aufgespeichert.

Der Sender, der die Stromstöße zu den Wählern sendet, besteht nun aus so viel Schaltwerken, wie Stromstoßserien an die Wähler abgegeben werden sollen. Bei dekadischem Systemaufbau ist die Zahl der Schaltwerke des Senders gleich der des Empfängers. Jedes dieser Senderschaltwerke hat so

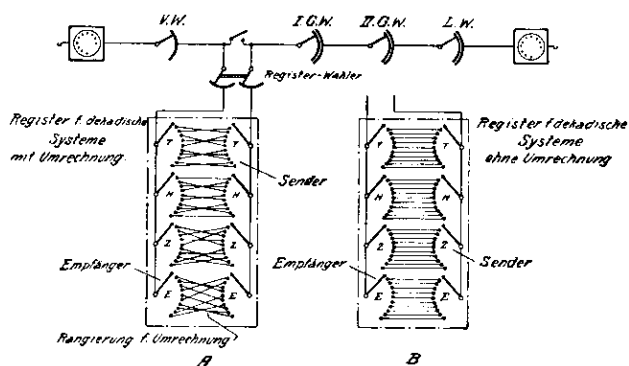


Abb. 109. System mit Register, bestehend aus Empfänger, Sender und Umrechner.

viele Kontakte, wie im Maximum Stromstöße an die Wähler abgegeben werden sollen. Im dekadischen System also 10. Zur Verbindungsherstellung läuft zunächst das erste Schaltwerk des Senders ab und gibt bei jedem Schritt einen Stromstoß zu den Amtswählern, bis der Kontaktarm des Schaltwerkes den Kontakt erreicht hat, der mit dem Kontakt des eingestellten ersten Schaltwerkes des Empfängers verbunden ist. Das Senderschaltwerk wird jetzt stillgesetzt, und die Stromstöße hören auf. Dann läuft das zweite Schaltwerk des Senders ab, gibt ebenfalls Stromstöße zu den Amtswählern der nächsten Stufe und bleibt stehen, wenn es den Kontakt erreicht hat, der durch das entsprechende Schaltwerk des Empfängers bezeichnet ist. In dieser Weise setzt sich die Stromstoßgabe fort, bis das letzte Schaltwerk des Senders abgelaufen ist. Alsdann schaltet sich das Register selbsttätig von der Leitung ab und kehrt in seine Ruhelage zurück.

Entspricht die Zahl der Schaltwerke des Senders denen des Empfängers, ist die Kontaktzahl der Senderschaltwerke ebenfalls 10 und ist der 1. Kontakt des Empfängerschaltwerkes mit dem 1. Kontakt des entsprechenden Sender-

schaltwerkes, der 2. mit dem 2. und der 9. mit dem 9. verbunden, so daß keine Veränderung der Stromstoßserien weder in der Zahl noch in der Art stattfindet, so hat man ein Register, bestehend nur aus Empfänger und Sender ohne Umrechner für dekadische Systeme (Abb. 109 B). Hat man dagegen bei roteiligen Senderschaltwerken eine Rangierung zwischen den Schaltwerkkontakten des Empfängers und des Senders derart, daß nicht übereinstimmende, sondern ganz verschiedene Kontakte verbunden sind, so hat man ein Register mit Umrechnung der Stromstöße für dekadische Systeme (Abb. 109 A). Haben die Senderschaltwerke mehr als 10 Kontakte, so daß Stromstoßserien von mehr als 10 Stromstößen gegeben werden können, so hat man Register mit Umrechner für undekadische Systeme. Abb. 110 zeigt

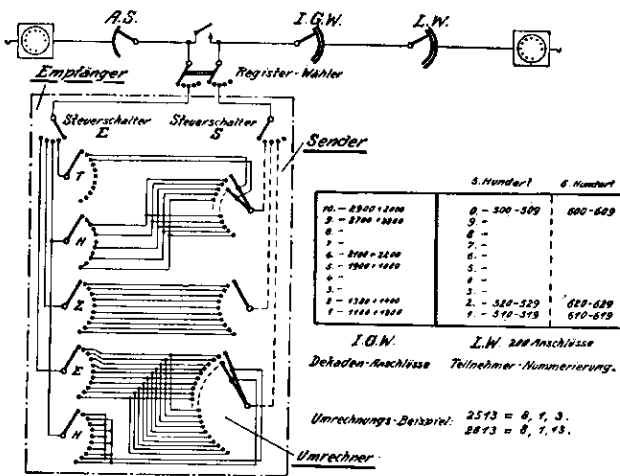


Abb. 110. Prinzipschema eines Registers mit Empfänger, Sender und Umrechner für ein undekadisches System mit 2000 Anschlüssen.

ein derartiges Register für 2000 Anschlüsse für ein System mit 20-teiligen Wählern. Aus der Abb. ist zu ersehen, daß die Umrechnung bei undekadischen Systemen komplizierter als bei dekadischen ist. Es muß eine Umrechnung der Stromstöße sowohl für den I. GW als auch für den Drehvorgang des LW erfolgen. Der I. GW macht für das erste Tausend, abhängig von den gewählten Hunderten, 1 bis 5 Schritte, für das zweite Tausend 6 bis 10 Schritte. Der LW macht für ungerade Hunderte 1 bis 10 Einerschritte, für gerade Hunderte 10 bis 20 Einerschritte. Aus der nebenstehenden Zahlentafel ist die Nummerierung der angeschlossenen Teilnehmer am I. GW und am LW ersichtlich. Ein Umrechnungsbeispiel zeigt die Veränderung der Nummer durch den Umrechner an.

Der Sender kann nun Stromstöße zu den Wählern auf ganz verschiedene Arten geben; entweder er gibt Stromstöße vorwärts, so daß die Amtswähler den Sendern folgen müssen, oder aber die Amtswähler geben rückwärts Kon-

trollstromstöße zu dem Sender, der dann den Amtswählern folgen muß. Man hat hier freie Hand und kann daher die Stromstoßgabe ganz beliebig so gestalten, wie sie für die Wählereinstellung am günstigsten ist.

Um nun ein Urteil über die zweckmäßigste Verwendung der Register in irgendeiner Form, gegebenenfalls auch von Teilregistern, deren Anwendung ebenfalls möglich ist, zu erlangen, sollen jetzt Vor- und Nachteile vom wirtschaftlichen Standpunkt eingehend besprochen werden. Der vorliegende Fragenaufbau ist aus dem Register-Stammbaum zu ersehen, woraus sich als Vorteile folgende Eigenschaften des Registers in seiner umfassenden Bedeutung ergeben:

Vorteile des Registers.

A. Als Empfänger.

1. Unabhängigkeit der Wählereinstellung von der Stromstoßgabe der Nummernschalter und den verschiedenen Einflüssen der Teilnehmerleitung.

B. Als Sender.

2. Weiterleitung der Stromstöße gegebenenfalls mit veränderter Geschwindigkeit oder verändertem Stromstoßverhältnis.
3. Steuerung der Stromstöße zu den Amtswählern vom Sender aus oder rückwärts von den Amtswählern zum Sender.
4. Rückkontrolle, ob ein Wähler der nächsten Stufe erreicht ist, bevor weitere Stromstöße erfolgen. Dadurch Möglichkeit für Verwendung großer Kontaktzahlen in jeder Richtung, also großer Leitungsbündel. Sucht der Wähler so lange, bis er eine freie Leitung gefunden hat, dann treten keine Verluste auf, sondern nur Wartezeiten, wodurch gute Ausnutzung der nachfolgenden Wähler und Leitungen erreicht wird.

C. Als Umrechner.

5. Verwendung von Wählern mit großer Richtungszahl bei undekadischem Systemaufbau zur Erzielung einer guten Netzanordnung. Verminderung oder Vermehrung der Wählerstufen.
6. Beliebige Amtsbezeichnung und Veränderung der Bezeichnung ohne Änderung des Teilnehmerverzeichnisses. Leichter Austausch von Nummernreserven der einzelnen Bezirke einer großen Anlage.
7. Leichte Umleitung von Verbindungswegen bei Leitungs- oder Kabelbruch, oder um anderweitige Leitungswege mitauszunutzen.
8. Ersparung von Wählerstufen bei besonderen Verbindungen, z. B. Lokalverbindungen.
9. Möglichkeit der Verwendung von Querverbindungen.
10. Tarifanpassung durch Mehrfachzählung und bei Münzautomaten; Umleitung unzulässiger Verbindungen.
11. Überwachung von unregelmäßigen Verbindungen.
12. Erleichterungen bei der Überleitung des Verkehrs auf neue selbsttätige Ämter.

Diesen vielen Vorteilen stehen aber folgende Nachteile gegenüber:

Nachteile des Registers.

1. Komplikation und Verteuerung der Anlagen sowie Personalschwierigkeiten infolge des komplizierten Systems.
2. Wartezeiten vor und nach dem Wählen.
3. Vergrößerung des Verkehrswertes und damit der Wählerzahl des Amtes durch die verlängerte Verbindungsdauer.
4. Schwierige Fehlereingrenzung und erhöhter Einfluß bei Registerstörungen, Verkehrsgpaß beim Register.
5. Schwierigkeiten in der Bildung von Unterzentralen, besonders bei hochspannungsbeeinflußten Leitungen.
6. Schwierigkeiten bei Vergrößerung der Anlagen.

Aus dieser Aufstellung ist zu ersehen, daß das Register eine ganze Reihe von erheblichen Vorteilen bietet, daß allerdings auch gewisse Nachteile vorhanden sind. Da jedoch aus dieser Zusammenstellung nicht sofort klar hervorgeht, wann ein Register mit Vorteil anzuwenden ist, so sollen nun die einzelnen Vor- und Nachteile nacheinander genau untersucht und festgestellt

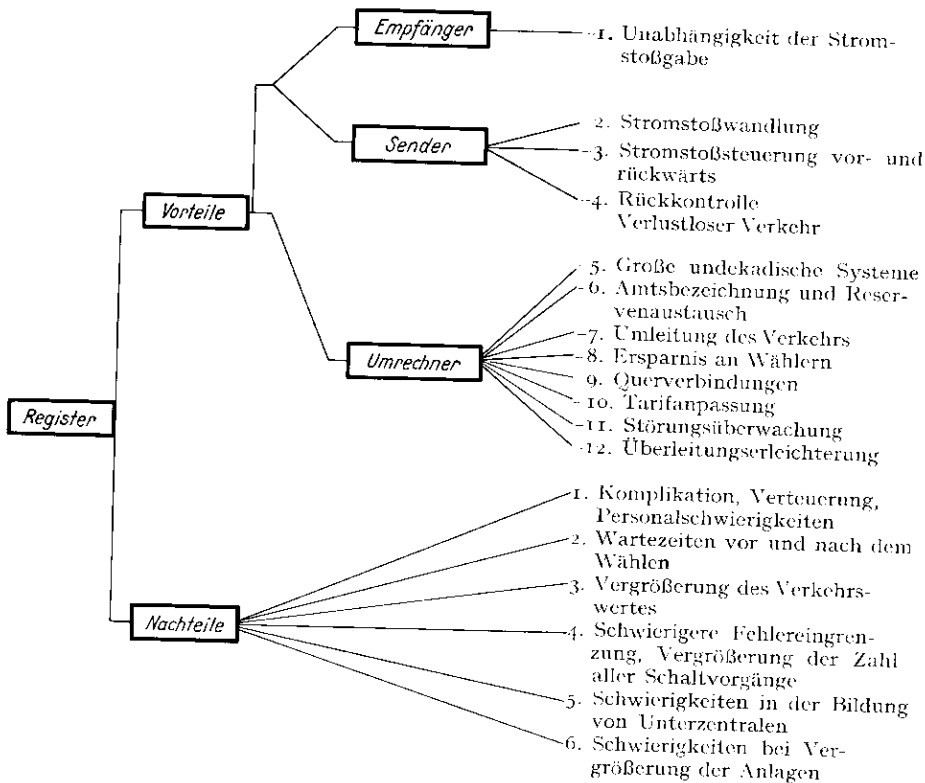


Tabelle 5. Register-Stammbaum.

werden, was für eine Bedeutung die Punkte haben, und was für Mittel zur Verfügung stehen, die Vorteile auch ohne allgemeine Anwendung von Registern zu erlangen.

Nach eingehenden Untersuchungen ist zu den einzelnen Punkten folgendes zu sagen:

Zu 1. Gewiß kann bei Verwendung von Speichern die Wählereinstellung in einem gewissen Grad unabhängig von der Stromstoßgabe und den Einflüssen der Teilnehmerleitung sein, doch ist es auch bei Speichern unbedingt notwendig, daß die Linienrelais richtig arbeiten, also mindestens diesen verschiedenen Einflüssen gewachsen sein müssen. Versagt das Linienrelais, so versagt auch die Speichereinstellung, womit die Unabhängigkeit ein Ende erreicht.

Für den Stromstoßempfang müssen im Empfänger Einrichtungen vorgesehen werden, die die vom Teilnehmer abgegebenen Stromstöße genau aufnehmen. Das kann einmal geschehen durch Schaltwerke, zum anderen durch Relais. Zunächst erscheint die Aufnahme der Stromstöße durch Relais zweckmäßiger, weil sie nach allgemeiner Auffassung kürzere Schaltzeiten haben und daher den Stromstößen der Linienrelais leichter folgen können, während Schaltwerke durch längere Schaltzeiten nicht so sicher erscheinen. Man würde im letzteren Falle nur die Amtswähler durch andere Wähler für die Aufspeicherung ersetzen.

Es hat sich nun in der Praxis gezeigt, und die vielen Untersuchungen im Laboratorium haben ebenfalls ergeben, daß zweckmäßig gebaute Schaltwerke, die genügend kurze Schaltzeiten besitzen, ebenso leicht den Stromstößen der Linienrelais folgen können wie Relais, so daß Relaisspeicher keinen Vorteil in dieser Richtung bringen. Man kann Schaltwerke mit solchen Schaltzeiten bauen, daß sie jederzeit den Linienrelais folgen. Andererseits hat sich aber auch gezeigt, daß Linienrelais wegen der verschiedenen veränderlichen Einflüsse nicht unter allen Umständen den Teilnehmerstromstößen folgen. Das ungünstigste Glied in dieser Kette ist nicht das Schaltwerk, sondern das Linienrelais, das mit den verschiedensten Toleranzen, sowohl der Leitungen mit ihren zulässigen Leitungsfehlern, als auch der Nummernschalter arbeiten soll. Von besonderem Einfluß sind neben der veränderlichen Geschwindigkeit und dem Stromstoßverhältnis der Nummernschalter, die Kapazität, der Widerstand, die Selbstinduktion und der Neben- und Erdschluß der Leitungen. Wenn daher die Stromstoßempfänger mit solchen Schaltzeiten gebaut werden, daß sie den Linienrelais unter allen Umständen folgen und nicht früher versagen als die Linienrelais, so sind sie geeignet zur Aufnahme der Stromimpulse im Empfänger. Wenn nun die eigentlichen Amtswähler dieselbe Bedingung erfüllen, also nicht eher als die Linienrelais versagen, so sind sie ebenfalls zur direkten Einstellung geeignet, die Mehrkosten für die Speicher also nicht gerechtfertigt. Der Speicher und die dadurch zum Teil erreichte Unabhängigkeit der Wählereinstellung von der Stromstoßgabe bietet daher nur bei großen Wählern mit trägem Einstellglied und fehlendem Gleichlauf einen technischen Vorteil, wo er sogar notwendig ist, wo die Frage

also nicht vom wirtschaftlichen Standpunkt entschieden werden kann. Wie sehr sich die Einstellglieder leichter und schwerer Wähler voneinander unterscheiden, zeigt ein Vergleich ihrer Gewichte, die bei leichten Wählern etwa 50 g, bei schweren etwa 500 g betragen.

Zu 2. Durch die Speicher lassen sich Geschwindigkeit und Stromstoßverhältnis ändern, wodurch scheinbar Vorteile, z. B. beim Wählen über mehrere hintereinandergeschaltete Übertrager, erreicht werden können. Von diesem Mittel, z. B. Wählen mit geringer Geschwindigkeit, kann aber nur sehr vorsichtig Gebrauch gemacht werden, denn die Geschwindigkeit läßt sich nicht beliebig verkleinern, ohne daß an anderen Stellen unerwünschte Rückwirkungen, z. B. vorzeitige Auslösung, entstehen. Besonders bei Schwankungen des Erdpotentials oder bei hochspannungsbeeinflussten Leitungen, über deren Abriegelungsübertrager nur ein Stromkreis für die verschiedenen Signale gebildet und praktisch mit nur wenigen Frequenzen beherrscht werden kann, treten dann zu den schon vorhandenen neue Schwierigkeiten hinzu. Die normale Geschwindigkeit von zehn Stromstößen in der Sekunde bietet die größte Sicherheit gegen Fehlverbindungen. Jede Änderung der Geschwindigkeit setzt die Sicherheit an irgendeiner Stelle herab. Hat man beim direkten Wählerantrieb Schwierigkeiten beim Wählen durch mehrere Übertrager, so läßt sich leicht mit einfachen Mitteln eine Stromstoßkorrektur, die die gegebenenfalls vorkommenden Stromstoßverzerrungen berichtigt, an jedem Übertrager anbringen. Die Veränderung des Stromstoßverhältnisses bringt keine besonderen Vorteile, kann außerdem auch bei direktem Wählerantrieb an jedem beliebigen Übertrager erfolgen.

In Schrittschaltsystemen, in denen die Wähler den gestellten Bedingungen entsprechen, ist ein Speicher für diese Zwecke nicht erforderlich. In Systemen mit Maschinenantrieb dagegen ist der Speicher notwendig, um die Masse des Einstellgliedes zu überwinden und um den fehlenden Gleichlauf zwischen Nummernschalter und Maschine auszugleichen.

Zu 3. Die Steuerung der Stromstöße des Senders rückwärts vom Wähler aus ist nur dann ein technischer Vorteil, wenn es sich um große Wähler handelt. Sind die Wähler klein und arbeiten sie schnell, dann ist es gleichgültig, ob die Steuerung der Sender vom Wähler aus, oder die Steuerung der Wähler vom Sender aus erfolgt. Bei kleinen, schnell arbeitenden Wählern, besonders bei Schrittschaltwerken mit leichtem Einstellglied, deren sauberes und genaues Arbeiten bisher von keinem anderen Schaltwerk erreicht ist, bringt daher diese Methode keinen Vorteil.

Zu 4. Die Rückkontrolle, ob der Wähler der nächsten Stufe erreicht ist, bevor die weitere Stromstoßgabe erfolgt, bringt Vorteile, wenn der Wähler aus einer großen Leitungszahl eine freie Leitung aussuchen muß und wenn er, falls alle erreichbaren Leitungen besetzt sind, so lange sucht, bis er eine frei gewordene Leitung gefunden hat. Es entstehen dann keine Verluste, sondern nur Wartezeiten.

Um die Leitungen gut auszunutzen, müssen bekanntlich 100er-Bündel gebildet werden, was zunächst dadurch geschehen kann, daß man 100 Kon-

takte tatsächlich für jede Dekade, also große Wähler, vorsieht. Man kann jedoch auch kleine Bündel durch Mischen und Staffeln zu großen, aber unvollkommenen Bündeln zusammenschalten, man kann weiter kleine zehnteilige Mischwähler hinter jeden Wählerkontakt einschalten, wodurch wieder große vollkommene Bündel erzielt werden. Es ist daher, um große Bündel zu erreichen, nicht notwendig, 100 Kontakte pro Richtung vorzusehen. Bisher sind in der Praxis mit großem Erfolg vielfach kleine Wähler mit Misch- und Staffelschaltung oder mit Mischwählern verwendet worden, wobei zweimal zehnteilige Wähler hintereinander 100er-Bündel ergeben. Ein kleiner Wähler mit 10 Dekaden zu je 10 Kontakten wird durch Einschaltung von zehnteiligen Mischwählern zu einem 1000kontaktigen Wähler, so daß durch diese Maßnahme jede Notwendigkeit entfällt, Wähler mit großer Kontaktzahl, die nicht nur teuer sind, sondern auch Schwierigkeiten bei der Dezentralisation machen, zu bauen. Um große Leitungsbündel zu bilden, ist daher ein Speicher nicht erforderlich. Bedingung ist dabei aber, daß sich die suchenden Wähler vor der nächsten vom Teilnehmer gegebenen Stromstoßserie eingestellt haben. Da aber im Maximum nur 20 Schritte zu machen sind, 10 vom ersten und 10 vom zweiten Wähler, und zweckmäßig gebaute Wähler 70 bis 100 Schritte in der Sekunde machen können, da weiter für das Aussuchen einer freien Leitung im Minimum etwa 0,4 s zur Verfügung stehen, so kann tatsächlich die Bedingung mit einer gewissen Sicherheit erfüllt werden. Es genügt sogar vollkommen, wenn die Geschwindigkeit der Wähler 50 Schritte in der Sekunde beträgt. Durch besondere Schaltungen, z. B. Voreinstellung der Mischwähler, kann die Zahl der beim Suchen erforderlichen Schritte sogar auf 10 herabgesetzt werden.

Der weitere Vorteil, Ersatz der Verluste durch Wartezeiten, kann als ein solcher angesehen werden. Es werden aber dadurch die Teilnehmer veranlaßt, stets so lange nach der Wahl zu warten, bis die Wähler eingestellt sind. Bei Fehlverbindungen z. B. werden sie lange vergeblich warten und dann nutzlos Amtseinrichtungen belegen. Diese Methode bedingt daher längere Belegungszeiten, besonders der teuren Register, und dadurch Vergrößerung des Verkehrswertes der Anlage, was wieder eine Zunahme an Wählerzahl und Registern bedeutet.

Zu 5. Durch die Verwendung von Umrechnern ist eine dekadische Konstruktion der Wähler, die der Nummerngabe durch den Teilnehmer entspricht, nicht erforderlich. Man kann daher die Stromstoßempfänger für mehr als 10 Dekaden bauen, was einen Einfluß auf die Netzgestaltung hat. Man kann in den Bezirken einer großen Anlage mehr als 10 Ämter mit je 10000 Anschlüssen, z. B. 20 derartige Ämter vorsehen, man kann aber auch die Leitungswähler für mehr als 100, z. B. 200, 500 und 1000 Teilnehmer bauen. Es hat sich nun gezeigt, daß eine Netzgestaltung von mehr als 10 Ämtern mit je 10000 Anschlüssen ungünstiger bezüglich des Verbindungsleitungsbedarfs ist als nur 10 Ämter je Bezirk, so daß dadurch keine Vorteile zu erzielen sind. Bezirke über 100000 Teilnehmer sind daher nicht wirtschaftlich.

Durch undekadische Wähler kann allerdings die Zahl der Wählerstufen mitunter etwas herabgesetzt werden; doch ist hier eine Wirtschaftlichkeitsberechnung anzustellen darüber, ob es wirtschaftlich besser ist, mehr kleine Wähler mit dekadischem Aufbau oder weniger große Wähler mit undekadischem Aufbau aber mit Register vorzusehen. Viel wird dadurch nicht erreicht. Bei den I.W sind bezüglich der Wählerzahl etwas größere Vorteile zu erzielen als bei den GW, weil der Gruppeneinfluß bei diesen kleinen Gruppen größer ist als dort. Je kleiner nämlich die Gruppe, um so kleiner die Wählerausnutzung, um so mehr Wähler müssen für denselben Verkehr vorgesehen werden. Aber auch hier muß die Wirtschaftlichkeitsberechnung ergeben, ob mehr kleine oder weniger große Wähler mit Registern wirtschaftlicher sind. Bisher sind größtenteils gerade aus wirtschaftlichen Gründen kleine Wähler vorgezogen worden, denn es gibt in der Welt viermal soviel Anschlüsse mit kleinen als mit großen Wählern. Eine Vermehrung der Wählerstufen läßt sich ohne Register durch entsprechenden Ausbau des Systems leicht erreichen.

Zu 6. Bei Verwendung von Umrechnern können die Amtsbezeichnungen unabhängig von der Numerierung ganz beliebig gewählt werden. Daher war es möglich, für die Wahl des Amtes die drei ersten Buchstaben des Amtsnamens zu verwenden, die dann im Teilnehmerverzeichnis größer als die anderen Buchstaben gedruckt werden; z. B. Amt CENtrum wird C, E, N gewählt. Diese Amtswahl wird in den größten Ämtern sowohl Amerikas als auch Englands angewendet. Es fragt sich nun, was hat diese Methode für Vor- und Nachteile. Zunächst erscheint das Merken einer Teilnehmernummer, bestehend aus Amtsnamen und vierstelliger Nummer, leichter, als wenn die Teilnehmernummer aus einer siebenstelligen Zahl besteht, z. B. CENtrum 4736 gegen 5814736, worin 581 die Nummer des Amtes bedeutet. Die Wahl des Amtes mit den drei ersten Buchstaben des Amtsnamens setzt jedoch erhebliche orthographische Kenntnisse voraus, ist schwierig, wenn Schreibweise und Aussprache nicht übereinstimmen. Weiter bereitet das Suchen nach den naturgemäß nur kleinen Buchstaben auf der Nummernscheibe rechte Schwierigkeiten, so daß wahrscheinlich eine ganze Anzahl von Irrtümern entstehen wird. Schwierigkeiten entstehen weiter, wenn Teilnehmernummern telephonisch mitgeteilt werden, wenn die drei Buchstaben keine volle Silbe bilden, wenn Firmenbogen und Zeitungsanzeigen die Amtsnamen mit großen und kleinen Buchstaben und die Nummern nicht richtig wiedergeben. Die Auswahl der Amtsnamen macht ebenfalls Schwierigkeiten, denn Namen wie Steinplatz, Stephan, Steglitz, Südring, Rudow usw. sind nicht möglich, weil sie dasselbe Amt bezeichnen. Abb. III zeigt eine mit den Buchstaben versehene, in Amerika eingeführte Nummernscheibe, wobei zu ersehen ist, daß leicht eine Verwechslung von I und r und von O und o vorkommen kann. Die englische Scheibe hat diesen letzten Nachteil vermieden, wie Abb. 112 erkennen läßt. Das Wählen einer Zahl ist einfacher als das Wählen eines Buchstabens, dessen Auffinden auf dem Nummernschalter, wenn drei Buchstaben zu einer Öffnung gehören, schwieriger ist. Beobachtungen

haben ergeben, daß die Wahl einer Zahl 1,2 s, die Wahl eines Buchstabens 2,3 s beansprucht. Es ist außerordentlich wichtig, dem Teilnehmer die Handhabung der Apparate, das Aufsuchen und Merken der Nummern des gewünschten Teilnehmers zu erleichtern. Das scheint aber durch die Methode des Wählens der ersten drei Buchstaben des Amtsnamens nicht erreicht zu werden, weil in den Anlagen, die diese Methode verwenden, Manipulationsfehler und



Abb. 111.
Amerikanische Nummernscheibe.



Abb. 112.
Englische Nummernscheibe.



Abb. 113.
Nummernscheibe von Siemens & Halske.

Hilfsplätze, die ein Kriterium dafür sind, zahlreicher sind als in den Anlagen ohne Register.

Diese Methode wird also angewendet, um eine charakteristische Unterscheidung der Amtsnummer von der Teilnehmernummer innerhalb des Amtes zu erzielen. Dies läßt sich aber auch in anderer Weise mit einer Scheibe nach Abb. 113 erreichen, indem man für jede Öffnung in der Nummernscheibe

nur einen leicht auffindbaren Buchstaben statt deren drei benutzt und die Amtsbezeichnung mit Buchstaben und Ziffern oder nur mit Buchstaben zusammensetzt, z. B. A 25 oder 2 AB oder 25 A oder AB 5 oder ABC usw. Ein Teilnehmer würde demnach etwa die Nummer A 524736 haben.

Die Möglichkeiten der Amtsbezeichnung sind bei dieser Methode, die in Deutschland zur Einführung gelangt, sehr groß, so daß zu diesem Zweck eine zwingende Einführung des Umrechners nicht erforderlich erscheint. Eine Änderung der Amtsbezeichnung, zu der keine Veranlassung vorliegt, wird man in allen Systemen zu vermeiden suchen, weil dies mit einer Änderung nicht nur sämtlicher Register, sondern auch der Verbindungsleitungen verbunden ist.

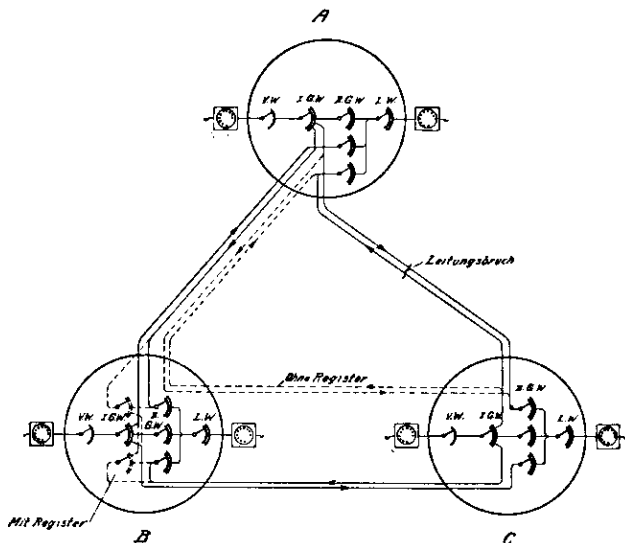


Abb. 114. Umleitung der Verbindungsleitungen.

Ein Austausch der Nummernreserven in den Bezirken großer Anlagen ist bei Verwendung der Register leicht möglich. Es ist aber ebenso leicht möglich, ein System ohne Register nach nur einer Richtung hin zu erweitern. Schwierigkeiten können daraus nicht entstehen. Es wird für diese Richtung zwar eine Wählerstufe mehr erforderlich, dafür bleibt das System aber klar und durchsichtig, während durch Umrechnung ganz allgemein eine Unklarheit in das System hineingetragen wird. Da es nach Punkt 5 unwirtschaftlich ist, mehr als 10 Ämter mit je 10000 Anschlüssen je Bezirk zu bilden, so ist in diesem Falle die Erweiterung des Systems vorzuziehen.

Zu 7. Mit Hilfe des Umrechners ist es möglich, in großen Netzen bei Ausfall eines ganzen Verbindungsleitungsstranges die Verbindungen auf Umwegen über andere Ämter herzustellen, ohne daß die Teilnehmernummern geändert werden müßten, durch Umschaltung der Register, die aber bei sämtlichen Registern zu erfolgen hat, deren Verbindungen auf Umwegen die anderen

Teilnehmer erreichen sollen. Das ist unter Umständen eine recht erhebliche Arbeit. In gleicher Weise ist es durch Umrangierung im Register möglich, Verbindungen auf Umwegen zu dem gewünschten Amt zu führen, wenn auf diesem Weg ein Überschuß an Leitungen vorhanden ist, der zum Verkehr herangezogen werden soll. Für diese Zwecke reicht aber die Umrangierung der Register allein nicht aus, sondern es müssen auf dem Durchgangsamt noch Wähler aufgestellt werden, deren Kontaktsätze den Sätzen der Wähler der vorhergehenden Wählerstufe parallel geschaltet werden müssen, wie Abb. 114 erkennen läßt. Es kommt also für den Verkehr dieser Richtung eine ganze Wählerstufe hinzu.

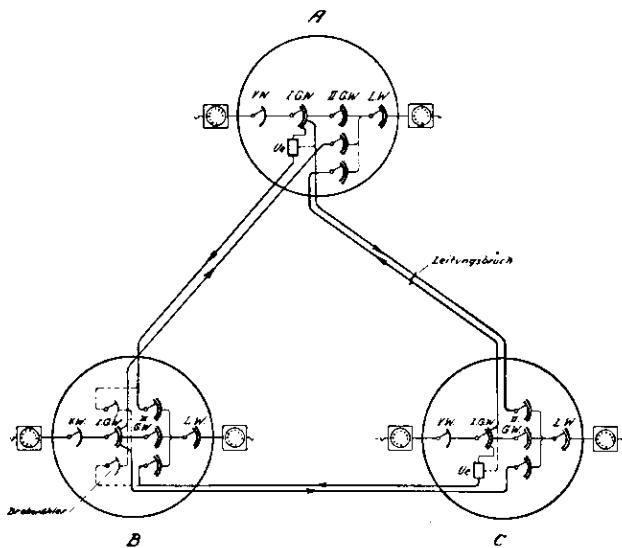


Abb. 115. Umleitung der Verbindungsleitungen bei Systemen ohne Register.

Will man ohne Umrechner denselben Zweck auf einfache Weise erzielen, so müssen die Verbindungsleitungen in Gruppen eingeteilt, umrangiert und auf dem Durchgangsamt direkt am Hauptverteiler durchgeschaltet werden. Durch die Teilung der Leitungen tritt natürlich eine Drosselung des Verkehrs ein, die aber auch im ersten Falle vorhanden ist, weil über den vorhandenen Verbindungsstrang ein größerer Verkehrswert hinübergeleitet werden muß. Der Einfluß ist im zweiten Falle durch die Gruppenteilung jedoch größer. Aber auch diese Gruppenteilung läßt sich nach Abb. 115 beseitigen, wenn kleine Mischwähler im Durchgangsamt aufgestellt und nur dann in Tätigkeit gesetzt werden, wenn es sich um eine Durchgangsverbindung handelt, die im Ausgangsamt die Leitung über einen besonderen Zugang belegt. In diesem Falle tritt der parallelliegende GW nicht in Tätigkeit.

Zu 8. Es können durch die Umrechner Wähler erspart werden, wenn Verbindungen z. B. innerhalb des eigenen Amtes oder des eigenen Bezirkes bleiben. In diesem Falle können einige Wählerstufen übersprungen werden. Die Wählerersparnis läßt sich aber durch einfache Umschaltung im Register allein nicht erreichen, sondern es müssen dafür wieder besondere Wähler vorgesehen werden, die über eine Dekade des I. GW zu erreichen sind. Haben die I. GW keine freien Dekaden für diesen Zweck, so ist diese Maßnahme nicht möglich. Die Ersparung von Wählern kann aber auch bei Systemen ohne allgemeine Umrechner dadurch erzielt werden, daß ein sog. Mitläufer, ein kleiner Drehwähler, die Verbindung kontrolliert und wenn die Verbindung ins eigene Amt geht, die für diesen Zweck nicht erforderlichen Wähler wieder freigibt und die Verbindung lokal schaltet. In Abb. 116 ist die Anschaltung eines Mitläufers grundsätzlich angegeben. Er wird durch die Teilnehmerstrom-

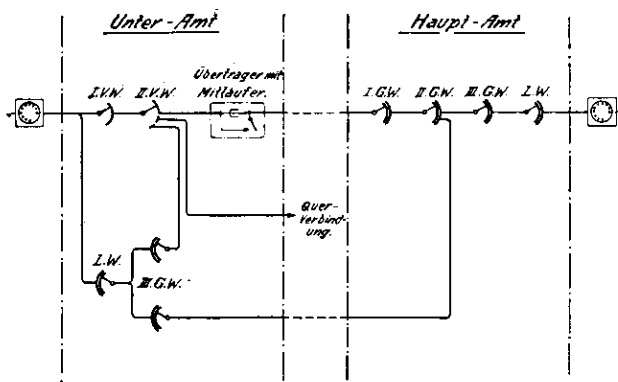


Abb. 116. Grundsätzliche Schaltung des Mitläufers.

stöße, die die Amtswähler einstellen, ebenfalls gesteuert, liegt also den Amtswählern gewissermaßen parallel. Wird nun z. B. das eigene Amt gewählt, so stellt sich der Mitläufer auf den entsprechenden Kontakt ein, durch den dann im vorhergehenden Wähler eine Umschaltung derart vorgenommen wird, daß dieser Wähler erneut dreht und einen freien Lokalwähler sucht. Die Verbindungsleitung mit dem eingestellten Wähler wird freigegeben.

Zu 9. Mit Hilfe der Umrechner können Querverbindungen, das sind im allgemeinen Netzplan nicht enthaltene besondere Verbindungen, zwischen den verschiedenen Ämtern hergestellt werden, wenn es die Verkehrsbeziehungen erfordern. Auch diese Forderung läßt sich in Systemen ohne Umrechner mit einfachen Mitteln mit Hilfe des erwähnten Mitläufers nach Abb. 116 erfüllen, indem eine besondere Umschaltung vorgenommen wird, durch die der vorhergehende Wähler eine freie Querverbindung aussucht. Hierbei soll aber gleich erwähnt werden, daß Querverbindungen im allgemeinen nicht wirtschaftlich sind. Es können aber unter Umständen Fälle eintreten, wo

Querverbindungen eine gewisse Berechtigung haben, z. B. wenn schon brauchbare Leitungen vorhanden sind, die für den Verkehr mitbenutzt werden können.

Der Mitläufer im Unteramt wird gleichzeitig mit den Gruppenwählern im Hauptamt bei der Impulsgebung eingestellt. Er kontrolliert die gewählte Nummer, und wenn diese Nummer dem Amt entspricht, zu dem die Querverbindungen führen, so erfolgt durch den Mitläufer eine Umsteuerung im II. VW, auch Misch- oder Umsteuerwähler genannt, worauf dieser Wähler die Verbindung zum Hauptamt freigibt und eine freie Querverbindung aus sucht. Der weitere Verbindungsaufbau über die Querverbindung zum ange rufenen Amt ist normal. Ist keine Querverbindung frei gewesen, so unter bleibt die Umsteuerung des II. VW durch den Mitläufer, und die Verbindung verläuft dann in gewöhnlicher Weise über das Hauptamt.

Durch diese Steuerung der Verbindungen, sowohl über die Querver bindungen als auch über das Hauptamt, wird zwanglos eine automatische Umleitung der Verbindungen und damit eine gute Ausnutzung der Quer verbindungen erzielt, die dann gewissermaßen mit zum Hauptbündel zu rechnen sind. Die Ausnutzung der Querverbindungen entspricht dann der jeni gen des Hauptbündels, sie wird daher im allgemeinen erheblich gesteigert sein. Die Umsteuerung der Verbindungen über Querverbindungen durch Mitläufer kann auch bei Führung des Verkehrs über Hilfsknotenämter er folgen, wie aus Abb. 106 zu ersehen ist. Nicht nur im Unteramt, sondern auch im Hilfsknotenamt ist die Einschaltung der Querverbindungen durch die Umsteuerwähler und Steuerung dieser durch Mitläufer gezeigt.

Die Mitläufer des Unteramtes und des Hilfsknotenamtes werden gleich zeitig mit dem Gruppenwähler des Hauptamtes eingestellt. Sie veranlassen eine Umsteuerung, wenn das eigene Amt gewählt wird, auf einen Lokal wähler, und wenn das Amt, zu dem die Querverbindungen führen, gewählt wird, auf die Querverbindungen. Alle diese Umsteuerungen unterbleiben aber, wie schon erwähnt, wenn Lokalwähler oder Querverbindungen nicht frei sind. Es können auch mehrere Gruppen von Querverbindungen an geschlossen werden, wobei dann eine mehrfache Umsteuerung durch Mit läufer vorgesehen wird. In den Abbildungen sind doppelte Umsteuerungen auf Lokal- und Querverbindungsverkehr sowohl im Unteramt als auch im Hilfsknotenamt gezeigt. Allgemein lassen sich aber Querverbindungen nur im Umgehungsverkehr — wie beschrieben — wirtschaftlich rechtfertigen. Es ist hierbei auf „Querverbindungen“ (Seite 78) und auf „Mitlaufwerke und ihre verschiedenartige Anwendung in der Praxis“ (Seite 173) hinzu weisen. Mit diesen einfachen Mitteln lassen sich demnach nicht nur Quer verbindungen einschalten, sondern auch durch Steuerung des Umgehungs verkehrs gut ausnutzen, wobei noch die Umsteuerung so entwickelt ist, daß Quer- und Lokalverbindungen hergestellt werden können, wenn die Leitungen zum Hauptamt unterbrochen sind.

Zu 10. Durch den Umrechner können leicht verschiedene Tarife berück sichtigt werden, derart, daß Mehrfachzählung erfolgt unter Einschätzung der Gesprächszone. Auch diese Forderung erfüllt der erwähnte Mitläufer,

der nur so lange mit den Wählern mitläuft, bis das gewünschte Amt erreicht ist. Dann wird er stillgesetzt. Er steht dann auf einem Kontakt, der dem gewählten Amt entspricht, wodurch er die Zone und die entsprechende Mehrfachzählung angibt. Auch die Vorteile, die die Umrechner bei Münzautomaten und bei Umleitung tariflich nicht zulässiger Verbindungen auf die Auskunft bieten, können zwanglos durch das Mitlaufwerk erreicht werden.

Zu 11. Der Umrechner gestattet eine Störungsüberwachung derart, daß Verbindungen mit unregelmäßigen Vorgängen auf einen besonderen Platz geschaltet werden. Um das zu erreichen, ist aber ein Umrechner nicht erforderlich, denn wenn gestörte Leitungen signalisiert und alle nicht angeschlossenen Dekaden oder Anschlußnummern in Gruppen zusammengefaßt und zu dem besonderen Platz geführt werden, wie es bisher schon eingeführt ist, so ist damit dieselbe Störungsüberwachung erreicht.

Zu 12. Der Umrechner soll die Überleitung erleichtern. Dabei ist aber gleich zu erwähnen, daß die Forderung, Wahl aller Teilnehmer, auch der noch nicht umgeschalteten, durch die Selbstanschlußteilnehmer, nicht das Register erfüllt, sondern der optische Nummernanzeiger, der die gewählte Nummer am Handamtsplatz anzeigt und ebenfalls in allen Systemen unabhängig vom Register angewendet werden kann. Bei der Überleitung kann der Verkehr zunächst über andere Wege geleitet und dann der endgültige Weg ausgebaut werden. Das erfordert aber in den provisorischen Wegen besondere Wähler. Alle derartigen Umleitungen erfordern nicht nur Umschaltung der Register allein, sondern auch von Wählern und Verbindungsleitungen. Es ist daher sehr fraglich, ob man von diesem Mittel Gebrauch machen soll. Auch in Systemen ohne Register sind derartige Umleitungen leicht möglich. Es gilt hier dasselbe, was unter Punkt 7 über Umleitung des Verkehrs gesagt wurde.

Vielfach wird als Vorzug der Maschinensysteme mit Kraftantrieb und Registern der hohe Kontaktdruck hervorgehoben. Der Kontaktdruck ist aber nicht eine Folge der Anwendung des Registers, sondern eine Eigenart der Systeme selbst. Er ist abhängig von der Wahl der Materialien und kann aus Gründen der Abnutzung nicht beliebig gesteigert werden. Aus diesem Grunde hat sich in allen Systemen nahezu der gleiche Kontaktdruck eingeführt.

Betrachtet man nun gleich im Anschluß an die Besprechung der Vorteile die Nachteile des Registers, so ist darüber folgendes zu sagen:

Zu 1. Durch die allgemeine Einführung des Registers wird das System komplizierter und teurer, sowohl in der Anschaffung als auch in der Unterhaltung. Die Komplikation zeigt schon die einfache Überlegung, daß alle Schaltvorgänge mindestens doppelt so häufig, wenn nicht häufiger erfolgen müssen als in gewöhnlichen Systemen mit direktem Antrieb der Wähler durch die Nummernscheibe. Untersuchungen haben gezeigt, daß, wenn für ein System mit direktem Antrieb etwa 400 Schaltvorgänge für jede Verbindung erforderlich werden, bei Einführung der Register die Schaltvorgänge auf etwa 1000 anwachsen. Damit wird natürlich das System komplizierter, nicht so

einfach und durchsichtig, und steigen die Fehlermöglichkeiten mehr, als wenn Register nicht vorhanden wären. Daß eine Verteuerung der Anlage damit verbunden ist, ist ohne weiteres einzusehen, weil komplizierte Register hinzukommen, dafür aber nichts erspart wird. Die durch das Register entstehenden Mehrkosten bewegen sich in einer Größenordnung von etwa 10% und mehr der Anlagekosten. Die Verständlichkeit eines Systems wird besonders durch Umrechner erheblich beeinträchtigt. Während in Systemen mit direktem Wählerantrieb die Wählereinstellung den abgegebenen Nummernstromstößen der Teilnehmer entspricht, ist dies bei Vorhandensein von Umrechnern nicht mehr der Fall. Die Umrechnung bringt in allen Fällen eine Unklarheit und Undurchsichtigkeit in das System hinein, was vermieden werden sollte. Personalschwierigkeiten treten auf, weil nur noch Personen mit großem technischen Verständnis für die Pflege der Anlage in Betracht kommen. Die für die Pflege solcher komplizierter Anlagen geeigneten Personen sind schwer zu erlangen und auch die Ausbildungszeit wird durch Einführung von Komplikationen stark verlängert. Es besteht die Gefahr, daß das Personal nicht mehr das ganze System versteht, sondern nur noch einen Teil, was ungünstig auf den Betrieb einwirkt. Ein System ist sicher um so leichter und billiger in Betrieb zu halten, je einfacher und verständlicher es ist, um so besser wird auch die Betriebsgüte des Amtes sein.

Zu 2. Wenn der Teilnehmer nach dem Wählen nicht sofort ein Signal erhält, so weiß er nicht, ob die Verbindung ordnungsgemäß zustande gekommen ist, oder ob ein Fehler vorliegt. Treten zu den normalen Zeiten für die Wählereinstellung noch Wartezeiten, z. B. beim Suchen, wenn alle Leitungen belegt sind, hinzu, so wird schließlich die Zeit so groß, daß der Teilnehmer einhängt und seine Verbindung noch einmal von vorn aufbaut. Der unmittelbare Ruf und das Freizeichen nach der letzten Scheibendrehung bei den direkt angetriebenen Systemen ist daher von außerordentlicher Bedeutung und steigert die Zufriedenheit der Teilnehmer.

Vor der Wahl sind ebenfalls größere Wartezeiten als bei Systemen ohne Register vorhanden. Welchen Einfluß diese Wartezeiten volkswirtschaftlich haben, ist durch Rechnungen für Deutschland ermittelt worden. Würden Register im Orts- und Fernverkehr verwendet, so würden jährlich 10 Millionen RM am Volksvermögen allein durch die Wartezeiten verlorengehen.

Zu 3. Durch die unter Punkt 2 erwähnten Wartezeiten wird der Verkehrswert der Ämter und damit die Wählerzahl infolge der verlängerten Verbindungsdauer größer. Wieviel das ausmacht, soll eine einfache Überlegung zeigen:

Wenn die mittlere Belegungsdauer etwa 90 s beträgt und die Verzögerung durch den Wahlvorgang nach dem letzten Ablauf der Scheibe und den fehlenden sofortigen Ruf mit nur etwa 5 s angenommen wird, so macht das 5,5% der Belegungsdauer aus. Um diesen Betrag wird der Verkehrswert des Amtes gesteigert und daher muß die Wählerzahl in allen Stufen vergrößert werden. Die Verzögerung in der Verbindungsherstellung wird aber in der Hauptverkehrsstunde beim Warten auf freiwerdende Leitungen

oder bei Fehlverbindungen noch erheblich größer, wodurch unter Umständen recht unangenehme Rückwirkungen, besonders auf die Register, entstehen.

Zu 4. Die Fehlereingrenzung und damit die Betriebshaltung des Amtes ist mit Register schwieriger als ohne Register, weil man beim Auftreten irgendeines Fehlers im allgemeinen nicht weiß, ob ein Wähler oder ein Register den Fehler verursacht hat, und wenn ein Register, dann welches von den vielen schuld ist. Da zunächst die Zahl der Schaltvorgänge mehr als den doppelten Betrag eines direkt angetriebenen Systems ausmacht, so muß die Zahl der Fehler bei gleicher Wartung des Amtes auch mehr als den doppelten Betrag ausmachen. Ein Teil davon wird auf die Wähler, ein anderer auf die Register entfallen. Gestörte Register beeinflussen aber, bevor der Fehler bemerkt wird, eine große Zahl von Verbindungen, so daß dieser Einfluß ein recht erheblicher sein kann. Da sich die Register nach jeder Verbindungsherstellung abschalten, so ist es schwierig, bei einer fehlerhaften Verbindung das diesen Fehler verursachende Register zu finden. Es ist daher notwendig, um diesen Nachteil zu mildern, erhebliche Mittel an Überwachungseinrichtungen für die Register aufzuwenden, die wiederum die Anlage verteuern und komplizierter gestalten. Die Register bilden außerdem einen gefährvollen Verkehrsengpaß. Wenn an dieser Stelle etwas passiert, so wird das ganze Amt in Mitleidenschaft gezogen, gegebenenfalls stillgesetzt. Derartige Engpässe, das hat die Praxis gezeigt, sollen möglichst vermieden werden. Im Registersystem können nur 1 bis 1,5% der Teilnehmer gleichzeitig wählen, während in den Systemen ohne Register 5 bis 10% gleichzeitig wählen können. Diese erhebliche Einschränkung ist schon bei großen öffentlichen Ereignissen recht unangenehm empfunden worden.

Zu 5. Für eine gute und wirtschaftliche Netzgestaltung ist eine weitgehende Dezentralisation der Anlage, also die Bildung von Unterämtern, von großer Bedeutung. Es können nicht nur Ämter mit 10000 Anschlüssen gebildet werden, sondern besonders an der Peripherie der Städte sind auch kleinere Ämter mit einer geringeren Anschlußzahl, unter Umständen bis zu 100 Anschlüssen und weniger, zu bilden. Diese Ämter müssen so einfach wie nur irgend möglich, ohne jede Komplikation sein. Dazu eignen sich aber nicht Systeme mit großen Wählern, die Register erfordern. Die Beweglichkeit und Anpassungsfähigkeit der Systeme mit kleinen Wählern ohne Register in der einfachsten Schaltung kommt hierbei ganz besonders zum Ausdruck. Die vielfach vorgeschlagene Lösung nach der Formel — große Ämter, große Wähler — kleine Ämter, kleine Wähler — führt zu verschiedenen Systemen in derselben Anlage, was unerwünscht ist. Zweckmäßig wird für dieselbe Anlage nur ein System genommen, das sowohl für große als auch für kleine Ämter geeignet und so einfach wie nur irgend möglich ist. Besonders für Unterzentralen sollte jede Komplikation vermieden werden. Sind nun die Leitungen noch beeinflußt durch Hochspannungsanlagen, so sind viele Registervorteile gar nicht mehr möglich, es müßten dann an den Leitungen neue Register vorgesehen werden, die nochmals eine Umformung der Strom-

stöße veranlassen, was weitere Komplikationen zur Folge hat. Eine Erweiterung des Systems erfordert eine Erweiterung aller Register.

Zu 6. Vergrößerungen der Anlagen machen Schwierigkeiten, weil diese nicht nur teilweise, sondern ganz generell vorgenommen werden müssen. In diesem Falle müssen alle Register erweitert, in der ganzen Anlage muß eine Wählerstufe hinzugeschaltet und alle Teilnehmernummern vergrößert, also geändert werden. Um diese Unbequemlichkeiten auf möglichst ferne Zeiten zu verschieben, werden die Anlagen mit Registern von vornherein mit möglichst vielen Nummern versehen ausgerüstet. Diese großen Reserven erfordern aber Kapital, zwingen die Teilnehmer unnötig viel Ziffern zu wählen, verzögern daher den Verbindungsaufbau und vergrößern den Verkehrswert und damit die Wählerzahl. Im Gegensatz dazu benötigen die Systeme ohne Register wenig Nummernreserven und daher eine kleinere Zahl zu wählender Ziffern, weil Erweiterungen sehr einfach nur teilweise in der erforderlichen Richtung ohne jede Änderung der Nummern der in Betrieb befindlichen Teilnehmer möglich sind. Wie groß der Unterschied ist, zeigt ein Vergleich der Nummernreserven etwa gleich großer Anlagen. Eine große Anlage mit einem Schrittwählersystem ohne Register, Berlin, hatte bei der Einschaltung etwa die dreifache Nummernreserve, eine gleich große Anlage mit Maschinensystem und Register, Paris, die vierzigfache Nummernreserve.

Überblickt man nun das gesamte Für und Wider an Hand des Stammbaumes, so ergibt sich, daß die Punkte 1, 2 und 3 keinen Vorteil bringen, wenn die Wähler zweckmäßig gebaut sind und richtig angeordnet werden. Punkt 4 hat einen gewissen Vorteil durch den Ersatz der Verluste durch Wartezeiten; die Punkte 5, 6 und 7 enthalten keinen besonderen Vorteil, weil mit viel einfacheren Mitteln dasselbe erreicht werden kann. Die Punkte 8, 9 und 10 enthalten wieder Vorteile, die aber durch die Einführung der Mitläufer schon erreicht sind. Punkt 11 ist ohne Register längst eingeführt. Punkt 12 enthält keinen Vorteil.

Es ergibt sich also, daß Register eigentlich nur als Speicher gewisse Vorteile bringen, indem die Verluste durch Wartezeiten ersetzt werden. Aber auch dieser Vorteil ist, wie erwähnt, nicht ohne unangenehme Begleitumstände, weil der Verkehrswert besonders in der Hauptverkehrsstunde vergrößert wird und dadurch recht unangenehme Rückwirkungen entstehen. Um dieses etwas zweifelhaften Vorteils willen wird sich die allgemeine Einführung von Speichern nicht begründen lassen, zumal die erwähnten Nachteile recht ernster Natur sind. Die Wählerersparnis durch Einführung des Umrechners infolge der Anwendung undekadischer Systeme wird durch die größeren und teureren Wähler mehr als ausgeglichen. Die direkte Ersparnis von Wählern bei Herstellung von Lokalverbindungen und die Möglichkeit, in besonderen Fällen Querverbindungen einzuschalten, sowie die Tarifanpassung, lassen sich auch in den direkt angetriebenen Systemen durch Einführung der erwähnten Mitläufer mit Leichtigkeit erreichen. Die eingeführten Mitlaufwerke können als Teilregister angesehen werden. Sie speichern aber weder die Stromstöße auf, noch rechnen sie dieselben um, sondern sie kon-

trollieren nur die Nummernwahl und veranlassen in dem gegebenen Moment die erforderliche Umschaltung. Wo also Register bisher gewisse Vorteile bringen konnten, sind sie in sehr vereinfachter Form, also unter Umgehung der Nachteile, auch schon in den direkt angetriebenen Systemen als Teilapparate zur Einführung gelangt. Es liegt also bei einem richtig entwickelten Schrittschaltssystem, bei dem die Wähler schnell arbeiten und nicht früher versagen als die Linienrelais, keine Veranlassung vor, Register oder Speicher zu verwenden. Die Nachteile, die die Einführung der Register mit sich bringt, besonders die unter Punkt 1, 2, 4, 5 und 6 angegebenen, sind recht schwer. Die Komplikation der Anlage mit den daraus entstehenden Personalschwierigkeiten, die erhebliche Verteuerung, die erschwerte Fehlereingrenzung, die Fehlerzunahme, die Frage der Unterämter, hochspannungsbeeinflusste Leitungen, sind Faktoren, die sehr zu denken Veranlassung geben. Besonders die Umrechnung hat Unübersichtlichkeit zur Folge. Mit Register ist ein richtiger Sofortverkehr ohne Wartezeit grundsätzlich gar nicht möglich. Die Einfachheit, Übersichtlichkeit, Verständlichkeit, Geschwindigkeit und damit die Wirtschaftlichkeit der direkt angetriebenen Schrittschaltssysteme sind bisher von keinem mit Register arbeitenden Maschinensystem erreicht worden. Das allereinfachste System ist für die Praxis am besten geeignet.

c) Mitlaufwerke und ihre verschiedenartige Anwendung in der Praxis.

Zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit selbsttätiger Fernsprechanlagen werden alle Mittel, die Wissenschaft und Technik bieten, herangezogen. Einige dieser Mittel, die infolge ihrer Wirksamkeit eine besondere Bedeutung erlangt haben und im Vordergrund des Interesses stehen, sind die Mischwähler und Mischschaltungen, die eine Steigerung der Leitungsausnutzung ermöglichen, und die sog. Mitlaufwerke, die Ersparnisse an Leitungen und Wählern bringen. Die Vorzüge der Mitlaufwerke und deren Verwendung für die verschiedensten Zwecke sollen behandelt werden.

Als Mitlaufwerke werden mitunter Hebdrehwähler verwendet, die wie GW direkt in dem Verbindungsweg liegen und wie diese eingestellt werden. Es werden aber auch vielfach irgendwelche anderen Schaltwerke benutzt, die nicht im Verbindungsweg liegen und die daher ganz anders als GW arbeiten. Auf die letzteren sollen sich wegen ihres von der Regel abweichenden Betriebes die nachfolgenden Untersuchungen erstrecken.

Derartige Mitlaufwerke sind Schaltwerke, die wohl durch die Stromstoßreihen der Teilnehmer mit den GW zusammen eingestellt werden, die aber, wie schon mitgeteilt, nicht im Zug einer aufzubauenden Verbindung, sondern in besonderen, lokal angeordneten Stromkreisen eingeschaltet sind. Man kann daher auch z. B. beim Aufbau einer Verbindung das Mitlaufwerk ausschalten, ohne daß dadurch die Herstellung der Sprechverbindung im geringsten beeinflußt wird.

Das Mitlaufwerk hat zunächst die Aufgabe, die Stromstoßreihen der Teilnehmer zu kontrollieren und in gegebenen, später noch näher zu erörternden Fällen gewisse Schaltvorgänge zu veranlassen. Es wird gewissermaßen parallel zu den Amtswählern durch die Stromstoßreihen der Teilnehmer eingestellt, läuft aber je nach der Aufgabe nur so lange mit dem GW mit, bis

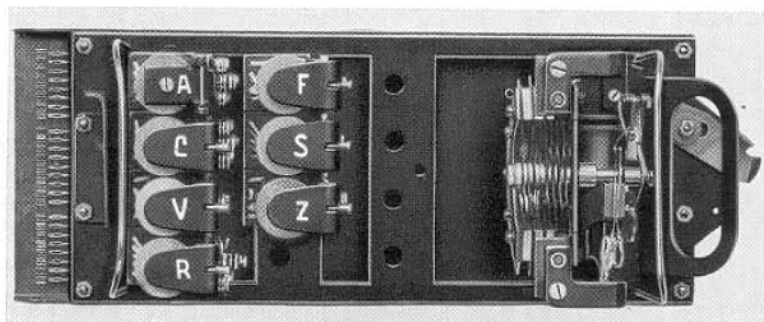


Abb. 117. Mitlaufwerk.

das gewünschte Amt erreicht ist. Es wird dann stillgesetzt, so daß die weiteren Stromstoßreihen wirkungslos für das Mitlaufwerk sind. Die Teilnehmernummer im Amt selbst wird daher durch das Mitlaufwerk nicht kontrolliert.

Durch die erwähnten Schaltvorgänge des Mitlaufwerkes können nun folgende Vorteile erreicht werden:

1. Ersparnis an Verbindungsleitungen,
2. Ersparnis an Wählern,
3. Einschaltung von besonderen Querverbindungen,
4. Feststellung der Zone für Zonenzählung,
5. Signalisierung oder Umschaltung von besonderen Verbindungen.

In welcher Weise die einzelnen Vorteile durch die Schaltvorgänge des Mitläufers erzielt werden können, soll jetzt näher untersucht werden.

Um die beste Ausnutzung der Amtsverbindungsleitungen in großen unterteilten Anlagen zu erreichen, müssen bekanntlich 100er-Bündel gebildet werden, was dadurch erreicht wird, daß die vielen kleinen, abgehenden Leitungsbündel, besonders bei den Peripherieämtern, zu einem großen Bündel zusammengefaßt und gemeinsam zu dem nächsten größeren Amt geführt werden. Zu dem Zwecke müssen die I. GW derjenigen Ämter, deren Bündel zusammengefaßt sind, in dasjenige Amt (Knotenamt genannt) gestellt werden, wo die Spaltung des Bündels in die verschiedenen Richtungen erfolgt. Wählt ein Teilnehmer eines derartigen Unteramtes jetzt eine Verbindung ins eigene Amt, so belegt er die Leitung zum Knotenamt und wieder zurück ins eigene Amt. Es werden also für den Lokalverkehr der Teilnehmer zwei Verbindungsleitungen benötigt. Ist der Lokalverkehr sehr schwach, so spielt die Mehrbelastung der Leitungen dadurch keine erhebliche Rolle; ist er aber stark, so wird unter Umständen eine ganze Anzahl von Leitungen allein für

diesen Verkehr benötigt. Hier setzt die Wirkung des Mitlaufwerkes ein, das zweckmäßig in dem Unteramt an dem Speisebrückenrelais-Übertrager angeordnet wird. Es kontrolliert die Wählereinstellung und veranlaßt, wenn das eigene Amt gewählt wird, eine Umschaltung, wodurch die Verbindungsleitungen und ihre Wähler sofort freigegeben werden und der rufende Teilnehmer mit einem freien Lokalwähler verbunden wird. Die weiteren Schaltvorgänge spielen sich darauf nur noch im eigenen Amt ab und sind normal.

Das Mitlaufwerk besteht für diesen Zweck aus einem kleinen Schrittschalter, dessen Kontaktzahl sich nach der Größe der Anlage richtet. Werden z. B. in einer unterteilten Anlage die einzelnen Ämter mit nur einer Stromstoßreihe erreicht, so genügen 10 Kontakte am Mitläufer; sind aber dafür drei Stromstoßreihen notwendig, so muß der Mitläufer $3 \cdot 10 = 30$ Kontakte erhalten. Abb. 117 zeigt die Ansicht eines Mitläufers, der auf dem Speisebrückenrelaissatz aufmontiert ist und der für eine Amtswahl von 1 bis 3 Stromstoßreihen ausreicht. Abb. 118 zeigt die Prinzipschaltung einer Anlage mit Mitlaufwerk, wo das gewünschte Amt durch zwei Stromstoßreihen gewählt wird. Es ist ein direkt angetriebenes Schrittwählersystem zugrunde gelegt, von dem I. und II. VW, Übertrager mit Mitlaufwerk im Unteramt, I. und II. GW im Hauptamt und III. GW im Unteramt dargestellt sind. Als Hebdrehwähler ist ein Wähler ohne Auslösemagnet vorgesehen, dessen Einstellglied gehoben und gedreht wird und zur Auslösung weiter über die Kontakte bis über das Ende der Kontaktbank gedreht wird, dann herunterfällt und in die Ruhelage zurückdreht. Der Betrieb in dieser Anlage wickelt sich bei der Herstellung einer Lokalverbindung, denn bei dieser kommt das Mitlaufwerk nur zur Wirkung, wie folgt ab:

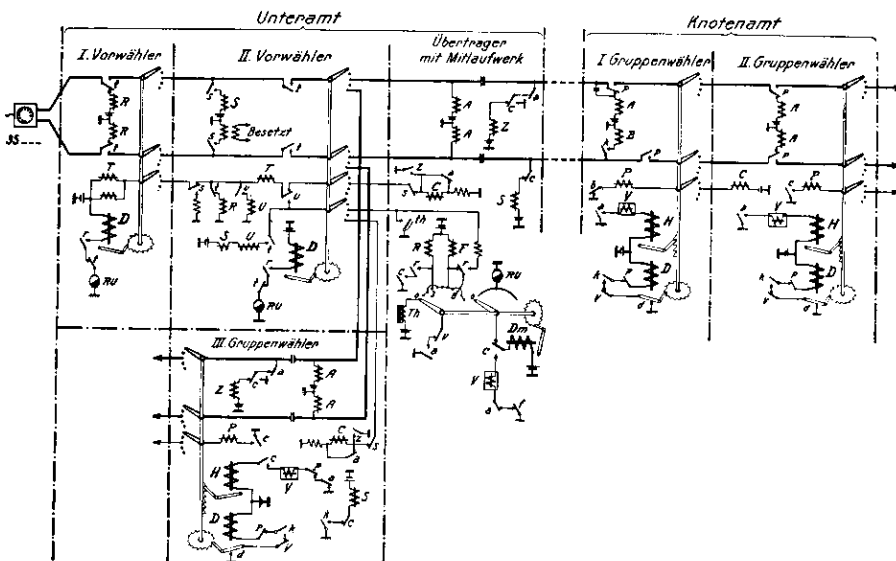


Abb. 118. Verbindungsaufbau mit Mitlaufwerk.

Nimmt ein Teilnehmer seinen Fernhörer vom Haken, so spricht sein *R*-Relais an und schaltet den Drehmagneten des I. VW ein; dieser dreht, bis das *T*-Relais über einen freien II. VW anspricht, *R*-Relais abschaltet, den I. VW selbst stillsetzt und die Leitung durchschaltet. Jetzt spricht das *R*-Relais des II. VW über die *c*-Leitung an und schaltet den Drehmagneten des II. VW ein. Dieser dreht, bis sein *T*-Relais über einen freien Speisebrückenübertrager anspricht, den Wähler stillsetzt und ebenfalls die Leitung durchschaltet. Der Teilnehmer ist jetzt über I. und II. VW, Speisebrückenübertrager, Verbindungsleitung mit einem I. GW des Knotenamtes verbunden.

Angenommen, der Teilnehmer verlangt eine Lokalverbindung, und es soll das eigene Amt mit der Zahl 35 gewählt werden, so stellt der Teilnehmer durch seine erste Stromstoßreihe, bei der das Linienrelais *A* dreimal abfällt und damit seinen Ruhekontakt *a* dreimal schließt, sowohl den I. GW im Knotenamt als auch den Mitläufer im eigenen Amt auf die Zahl 3 ein. Der I. GW sucht dann in der dritten Dekade in bekannter Weise einen freien II. GW aus, der Mitläufer wird durch das über den dritten Kontakt des Mitlaufwerkes ansprechende Kontrollrelais *R* für die weitere Stromstoßgabe in Empfangsbereitschaft gehalten. Wählt nun der Teilnehmer durch die zweite Stromstoßreihe die Zahl 5, so wird sowohl der II. GW eingestellt als auch der Mitläufer weitergeschaltet. Dieser steht jetzt auf dem Kontakt $3 + 5 \cdot 8$, über den nun ein Rückimpuls zum II. VW erfolgt, durch den das *U*-Relais anspricht, das die Prüflleitung des II. VW auf eine andere Kontaktbank umschaltet. Das Relais *S* im Stromkreise des *U*-Relais spricht nicht an, weil der Strom dafür zu schwach ist. Der II. VW dreht jetzt, weil sein *T*-Relais abgefallen ist, nochmals und sucht in einer besonderen Kontaktgruppe eine freie Leitung aus, die zu einem lokalen III. GW führt; über diesen wird dann die Verbindung in bekannter Weise vollendet. Hätte der Teilnehmer irgendeine andere Amtsnummer gewählt, z. B. 65, so wäre der Mitläufer sofort bei der ersten Stromstoßreihe durch Ansprechen des Abschalterrelais *F* stillgesetzt worden, und die Umschaltung des II. VW auf einen Lokalwähler wäre unterblieben. Selbst wenn er als erste Zahl 8 gewählt hätte, wäre wohl das Mitlaufwerk stillgesetzt, aber die Umschaltung unterblieben, weil das Kontrollrelais *R* in Stellung 3 vorher nicht erregt worden war. Wird das Mitlaufwerk, wie eingangs erwähnt, ausgeschaltet, so wird die Lokalverbindung in normaler Weise über das Knotenamt hergestellt.

Um nutzlose Belegungen von Verbindungsleitungen in besonderen Betriebsfällen zu vermeiden, sind einfache Mittel vorgesehen. Belegt ein Teilnehmer durch Abheben seines Fernhörers die Verbindungsleitung nutzlos, ohne zu wählen, so wird nach einer gewissen Zeit durch ein Thermorelais *Th* mittels eines starken Stromes ein Relais *S* mit dem *U*-Relais im II. VW erregt. Das Relais *S* schaltet die Verbindungsleitung frei und gibt dem Teilnehmer so lange das Besetztzeichen, bis er wieder seinen Hörer einhängt.

Das *U*-Relais hat für diesen Fall keine Bedeutung. Leitungsstörungen werden in gleicher Weise unwirksam gemacht.

Die Aufstellung der I. GW von Unterämtern und die Aufteilung des gemeinsamen Leitungsbündels braucht nicht am nächsten Amt zu erfolgen, sondern es kann, wenn die Aufteilung des Bündels in diesem Amt noch nicht gerechtfertigt ist, das Bündel über mehrere Ämter in Reihe geführt werden. In den Durchgangsämtern (Hilfsknotenämter genannt) werden dann zweckmäßig ebenfalls über Mischwähler erreichbare Mitlaufwerke vorgesehen, die dann eine Umschaltung des vorliegenden Mischwählers veranlassen, wenn eine Verbindung in einem der Hilfsknotenämter gewünscht wird.

Die Anwendung des Mitläufers in großen, weitverzweigten Netzen mit Unterämtern, Knoten- und Hilfsknotenämtern zeigt in grundsätzlicher Darstellung Abb. 106. Der Mitläufer wird sowohl im Unteramt als auch im Hilfsknotenamt eingeschaltet. Beide kontrollieren in der früher beschriebenen Weise die Einstellung und schalten um, wenn das eigene Amt gewünscht wird. Verlangt demnach ein Unteramtsteilnehmer einen Teilnehmer des Hilfsknotenamtes, so schaltet, wenn die Nummer des Hilfsknotenamtes gewählt ist, der Mitläufer des Hilfsknotenamtes den vorliegenden Mischwähler in ähnlicher Weise, wie vorher beschrieben, um. Der Mischwähler dreht einen lokalen GW im Hilfsknotenamt, wodurch die Verbindungsleitung zum Knotenamt freigegeben wird. Die weiteren Schaltvorgänge vollziehen sich wieder in bekannter Weise.

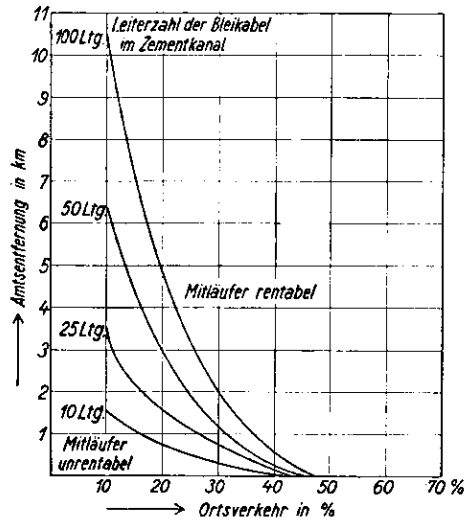


Abb. 119. Rentabilitätskurven für Mitläufer.

Durch den Mitläufer sind demnach für Lokalverbindungen in dem Beispiel sowohl die Verbindungsleitungen als auch die I. und II. GW erspart worden; denn während des Gespräches sind diese in der Lokalverbindung nicht enthalten. Dem Mehraufwand des Mitläufers gegenüber einem normalen System steht also die Ersparnis an Verbindungsleitungen und Wählern gegenüber.

Es fragt sich nun, unter welchen Umständen wird sich die Einführung des Mitlaufwerkes für diesen Zweck empfehlen. Bei kleinen Amtsentfernungen, bei geringem Prozentsatz des Lokalverkehrs und bei geringen Kosten der Leitungen wird die Einführung des Mitläufers nicht immer rentabel sein, in anderen Fällen dagegen wird sich die Einführung wohl lohnen. Es fragt sich, unter welchen Bedingungen wird die Einführung des Mitläufers sich empfehlen. Zur Beurteilung dieser Frage sind in Abb. 119 Rentabilitätskurven für die begründete Einführung des Mitläufers gezeigt, in Abhängigkeit von der Amts-

entfernung in km, vom Prozentsatz des Lokalverkehrs und von der Leitungszahl der Kabel. Aus diesen Kurven ergibt sich, daß bei 20% Lokalverkehr, bei 1,5 km Amtsentfernung und bei 25 Leitungen im Kabel die Rentabilität des Mitläufers erreicht ist. Je größer die Amtsentfernung und der Prozentsatz des Lokalverkehrs sind, um so rentabler ist der Mitläufer.

Auch Querverbindungen, das sind Verbindungen außerhalb des normalen Netzplanes für besondere Zwecke, lassen sich durch den Mitläufer ohne weiteres einschalten. Wenn bei der Stromstoßgabe die Nummer des Amtes, das über die Querverbindungen erreicht wird, gewählt ist, so wird durch den Mitläufer ein ähnlicher Schaltvorgang, wie schon beschrieben, eingeleitet, der eine besondere Umschaltung im II. VW derart veranlaßt, daß sich dieser auf eine besondere Kontaktgruppe, in der die Querverbindungen angeschlossen sind, einstellt.

Ähnlich wie für die Umschaltezwecke läßt sich der Mitläufer auch gleich für die Feststellung der Zone verwenden, wenn die Gesprächsgebühren einer Anlage nach den verschiedenen Entfernungen der Ämter als ein Mehrfaches der Ortsgespräche gestaffelt werden sollen. Die genaue Erfassung der Zone macht aber besonders bei größeren Anlagen gewisse Schwierigkeiten durch die hierfür erforderlichen Mittel, weil sehr viel verschiedene Amtsentfernungen bestehen. Bezeichnet n die Zahl der Ämter einer Anlage, so gibt es im ganzen $n \binom{n-1}{2}$ und pro Amt $(n-1)$ verschiedene Amtsentfernungen, die erfaßt werden sollen. Wenn auch für die Verrechnung der Gebühren nur etwa bis zu fünf verschiedene Zonen und damit Gebühren in Betracht kommen, so können doch die einzelnen Zonen bei den verschiedensten Nummernzusammenstellungen auftreten. Einfach ist die Sache, wenn in einer kleinen Anlage das Amt mit einer Stromstoßreihe gewählt wird, weil dann ein roteiliger Mitläufer auch für die Bestimmung der Zone genügt. Nach der Nummernwahl steht der Mitläufer auf dem Kontakt, der der Rufnummer des Amtes entspricht, und ist damit die Zone festgelegt. Schwieriger ist es, wenn in großen Anlagen die Ämter mit zwei Stromstoßreihen gewählt werden. Dann kann zunächst der Mitläufer aus einem kleinen Hebdrehwähler gebildet werden, der 100 Kontakte hat, weil 100 verschiedene Ämter in Betracht kommen können. Man kann aber für diese Zwecke auch mit einem Drehwähler auskommen, wenn man mehrere Relais verwendet, die die Kontakte des Mitlaufwerkes je nach der gewählten Nummer umwerten. Sind in einer Anlage nicht 100 verschiedene Ämter enthalten, sondern weniger, so wird sich der eben beschriebene Weg empfehlen, also die Verwendung eines kleinen Mitläufers mit einer geringen Zahl von Umwertungsrelais. Es kann weiter an Mitteln gespart werden, wenn die Amtsrufnummern zweckmäßig gewählt werden. Hat man z. B. 18 Ämter und bezeichnet man diese mit den Rufnummern 11 bis 18 und 90 bis 99, so kommt man sogar ohne Umwertung der Mitläuferkontakte, also mit einem Minimum an Mitteln aus, weil die Ämter 11 bis 18 die Kontakte des Mitläufers von 1 bis 9 und die Ämter 90 bis 99 die Kontakte von 10 bis 19

benutzen. Hat man weitere 10 Ämter und haben diese z. B. die Rufnummern 50 bis 59, so werden von diesen die Kontakte 5 bis 15 am Mitläufer beansprucht. Da diese schon für die vorhergehenden Ämter gebraucht werden, so müssen durch ein Relais, welches über den 5. Kontakt des Mitläufers erregt wird, diese Kontakte umgewertet werden. In gleicher Weise lassen sich weitere Ämter durch Umwertung der Mitläuferkontakte mittels Relais vorsehen.

Man kann also nach obigen Ausführungen für die Erfassung der genauen Zone bei einer großen Anzahl von Ämtern mit einem 20teiligen Mitläufer unter Zuhilfenahme einiger Umwertungsrelais mit verhältnismäßig geringen Mitteln auskommen. Um in diesen Fällen mit wenig Umwertungsrelais auszukommen, müssen die Amtsrufnummern, wie schon angegeben, zweckmäßig verteilt werden. Läßt man neben den zweiziffrigen Amtsrufnummern auch dreiziffrige zu, so kann der Mitläufer 30teilig gewählt werden, und man kommt bei derselben Zahl der Ämter mit einer geringeren Zahl von Umwertungsrelais aus. Die oben angegebenen Ämter mit den Rufnummern 50 bis 59 können dann die Amtsnummern 900 bis 909 erhalten, wodurch das in dem früheren Fall erforderliche Umwertungsrelais gespart wird. Die Nummer 90 im ersten Beispiel kann dann aber nicht als Amtsnummer verwendet werden. Verwendet man einen Hebdrehwähler mit 100 Einfachkontakten, so kann die Ausscheidung der Zone von 100 Ämtern, eingeteilt in 10 Bezirke je 10 Ämter, ohne Einschränkung in der Vergebung der Amtsrufnummern und ohne Umwertungsrelais, also ohne weitere Mittel, erfolgen.

Sind in ganz großen Anlagen die Amtsrufnummern allgemein dreiziffrig, so daß bis 1000 Ämter vorhanden sein können, so müßte der Mitläufer oder Zonenschalter zunächst auch 1000 Kontakte erhalten, also z. B. aus 10 Armen an 100teiligen Hebdrehwählern bestehen. Die Auswahl der Arme erfolgt durch einen besonderen Schaltvorgang. Durch die oben angegebenen Mittel der Verwendung von Umwertungsrelais könnten die Kontakt- und damit auch die Armzahl wieder eingeschränkt werden, z. B. 10 Umwertungsrelais ein 100teiliger Hebdrehwähler. Man kommt auch mit einem 30teiligen Mitläufer oder Zonenschalter aus, wenn wieder eine entsprechende Zahl von Umwertungsrelais vorgesehen wird. Als Zonenschalter lassen sich auch drei 10teilige Drehwähler in Hintereinanderschaltung verwenden, die die drei für die Auswahl erforderlichen Stromstoßreihen aufspeichern, und durch ein für das Amt gemeinsames Zonenregister kann dann aus der Stellung der drei Zonenwähler die Zone ermittelt werden. Es entsteht dadurch allerdings neben dem Mitlaufwerk ein besonderer Zonenschalter. Diese Mittel sind aber nicht vorteilhaft. Es empfiehlt sich für kleine Anlagen ein Mitläufer oder Zonenschalter mit möglichst wenig Kontakten, dabei Verwendung von Umwertungsrelais und zur Einschränkung der Zahl der Umwertungsrelais zweckmäßige Verteilung der Amtsrufnummern und gegebenenfalls Vergrößerung der Amtsrufnummern für einige Ämter um eine Stelle. Als Zonenschalter ist neuerdings der schon beschriebene Motorwähler vorgesehen, der für die größten Anlagen ausreicht und Umwertungsrelais und Rufnummerneinschränkung nicht erfordert.

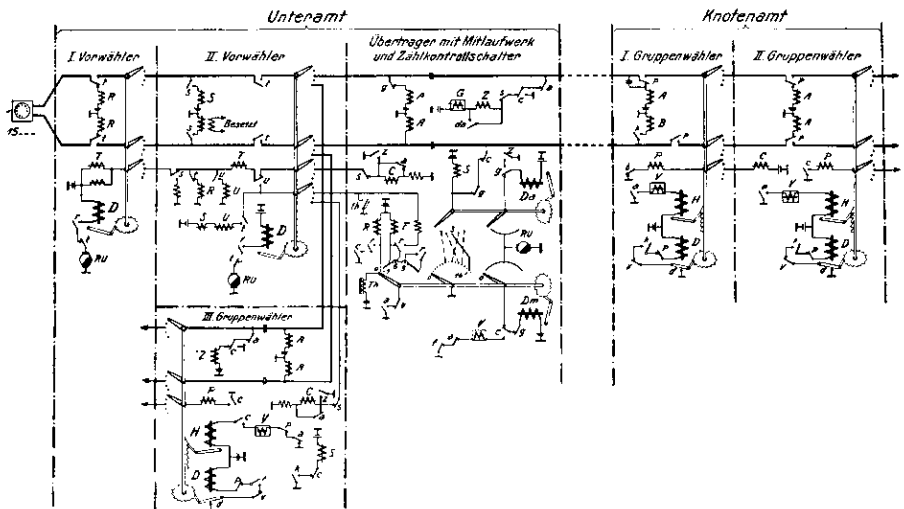


Abb. 120. Mitlaufwerk als Zonenschalter für Mehrfachzählung.

Man kann ganz allgemein sagen, daß die für die Mitläufer zu dem Zwecke der Zonenfeststellung vorzusehenden Mittel sich nach der Größe der Anlage und nach der Art der Verteilung der Amtsrufnummern richten.

Es soll nun gezeigt werden, wie die Mehrfachzählung auf Grund der Zonenbestimmung durch den Mitläufer in dem oben angegebenen Beispiel mit 18 Ämtern unter Verwendung eines 20teiligen Mitläufers, also ohne Umwertungsrelais, bei zweckmäßig verteilten Amtsrufnummern erfolgt. Die in Abb. 118 gezeigte Schaltung des Übertragers soll für diesen Zweck erweitert werden; die anderen Schaltungen des Systems werden dadurch nicht beeinflußt. Abb. 120 zeigt den Übertrager für Zonenzählung in dem System der Abb. 118. Der Übertrager ist durch einen kleinen 5teiligen Zählkontrollschalter erweitert, der die Zahl der Zählimpulse zu den Teilnehmern kontrolliert. Auch das Mitlaufwerk hat zu diesem Zweck eine Kontaktreihe mehr erhalten. Zwischen der neuen Kontaktbank des Mitlaufwerkes und der Kontaktbank des Zählkontrollschalters erfolgt eine Rangierung, durch die die Zählimpulszahl für die verschiedenen Zonen bestimmt wird.

Die Verbindung eines Unteramtsteilnehmers ins eigene Amt, das hier die Nummer 15 hat, vollzieht sich in derselben Weise, wie beschrieben. Wählt der Teilnehmer dagegen in ein anderes Amt, z. B. mit der Amtsrufnummer 95, so bleibt nach der ersten Stromstoßreihe in der Stellung 9 das Mitlaufwerk in weiterer Empfangsbereitschaft stehen; dann nach der zweiten Stromstoßreihe in Stellung $9 + 5 = 14$ spricht erst das Abschalterrelais *F* an, das das Mitlaufwerk stillsetzt. Für die weiteren Schaltvorgänge der Verbindungsherstellung scheidet das Mitlaufwerk aus. Hat der Teilnehmer das Gespräch beendet, so fällt zunächst das Linienrelais *A* ab und etwas verzögert das Relais *C*. Dadurch werden sowohl das *Z*-Relais als auch das *G*-Relais über die *a*-Leitung zum Leitungswähler eingeschaltet. Diese Relais sprechen dann an,

wenn sich der Angerufene gemeldet hatte, weil durch diesen Vorgang im Leitungswähler Erde an die *a*-Leitung angelegt wurde. Durch *Z* wird sowohl der Zähler des Teilnehmers über die *c*-Leitung durch einen verstärkten Strom als auch der Drehmagnet des Zählkontrollschalters eingeschaltet. Der Zählkontrollschalter macht einen Schritt und schließt durch seinen Kontakt das *Z*-Relais kurz. Dieses fällt nach kurzer Zeit ab und schaltet sowohl den Zähler als auch den Zählkontrollschalter aus. Beide fallen ab, worauf das *Z*-Relais wieder über die *a*-Leitung erregt wird. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis die für diese Verbindung erforderliche Zahl von Stromstößen zum Zähler gegeben worden ist. Dann steht jeder Kontaktarm des Zählkontrollschalters mit einem Arm des Mitlaufwerkes in Verbindung, über den das *S*-Relais anspricht und die weitere Zählung verhindert. In dem Beispiel beim dritten Schritt. Der Teilnehmerzähler hat gleich dem Zählkontrollschalter 3 Schritte gemacht, so daß für diese Verbindung die dreifache Gebühr in Anrechnung gekommen ist. Hat der Teilnehmer gleich nach dem Aufhängen seinen Fernhörer wieder abgenommen, so kann er an dem dreimaligen Ticken in seinem Fernhörer die Höhe der registrierten Gebühr kontrollieren. Das Relais *G* verhindert unerwünschte Schaltvorgänge während der Mehrfachzählung. Nach der Zählung kehren die Schalter in die Ruhelage zurück. Bei unvollständigen oder gebührenfreien Verbindungen sprechen *G* und *Z* nicht an, so daß keine Zählung erfolgt. In dieser einfachen Weise läßt sich die Zonenzählung mit Hilfe des Mitläufers ohne weiteres in jedem Schrittschaltssystem einführen.

Soll nun im System auch noch die Gesprächszeit berücksichtigt werden, so kommt noch ein kleiner Zeitschalter hinzu, der die Verbindung nach 3, 6, 9 oder 12 min Dauer durch Erregung des *S*-Relais im II. VW auslöst. Die Zählung erfolgt nach 3 min, wie beschrieben, oder nach 6, 9 oder 12 min in entsprechender Zählimpulszahl. Die maximale Zeitdauer eines Gespräches und die Art der Mehrfachzählung können der jeweiligen Gebührenordnung ohne weiteres angepaßt werden. Am einfachsten ist es, wenn nach 3 min getrennt wird, weil dann eine Umschaltung auf eine höhere Zählimpulszahl vermieden wird. Gegen die 3-min-Trennung werden aber vielfach Einwendungen erhoben, so daß sie im allgemeinen nicht befriedigt; sie bleibt aber beim automatischen Münzfernsprecher, bei dem die Sprechenden vor dem Gespräch die Gebühr für ein 3-min-Gespräch entrichten müssen, bestehen. Die Trennung eines Gespräches zu irgendeiner Zeit wird aber zweckmäßig beibehalten werden müssen und kann bei 6, 9 oder 12 min erfolgen. Die Mehrfachzählung selbst kann am Schluß des Gespräches vorgenommen werden oder aber während des Gespräches nach je 3 min. Die Gebühren lassen sich aber auch minutenweise erfassen, was in manchen Ländern schon eingeführt ist. Die Berechnung erfolgt für die erste Zeit nach 3 min und dann jede Minute einzeln. Alle diese Forderungen können, wie schon erwähnt, mit diesen Einrichtungen erfüllt werden.

Viel einfacher, als bisher beschrieben, werden bei großen Anlagen die erforderlichen Mittel für die Erfassung der Zone, wenn nicht die genaue

geradlinige Amtsentfernung der Gebührenberechnung zugrunde gelegt wird, sondern wenn immer eine Gruppe von Ämtern zu einer gemeinsamen Zone zusammengefaßt wird. Bildet man in einer großen Anlage bis zu 10 derartige Zonengruppen, so kommt man auch für die größten Anlagen mit einem kleinen 7teiligen Mitläufer ohne jede Umwertungsrelais aus, weil die Ausscheidung der Zone schon bei der Wahl der ersten Zahl erfolgen kann. Es können natürlich auch mehr als 10 Zonen gebildet werden, wobei dann ein mehrteiliges Mitlaufwerk erforderlich wird. Abb. 121 zeigt eine große Anlage mit 52 Ämtern, wo 7 Zonengruppen gebildet worden sind. Zur Gebührenberechnung von Amt zu Amt wird die mittlere Entfernung der Zonengruppen voneinander zugrunde gelegt.

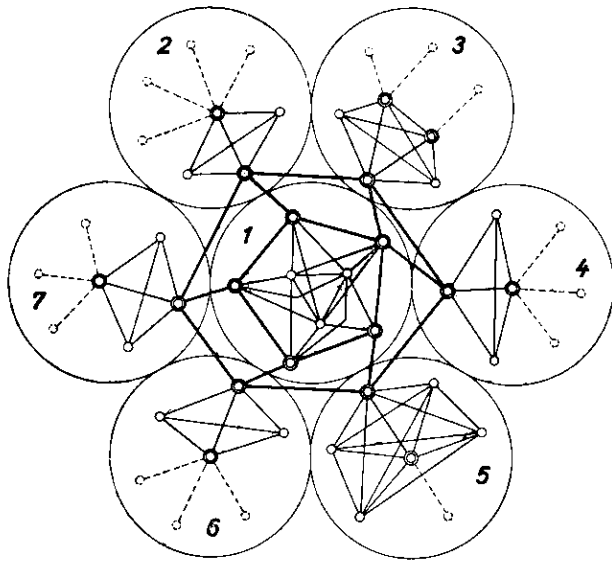


Abb. 121. Zonengruppen.

Man könnte annehmen: Für Gespräche innerhalb der eigenen Zonengruppe die einfache Gesprächsgebühr, zwischen zwei angrenzenden Zonengruppen die doppelte Gebühr, zwischen entfernt liegenden die drei- bis fünffache Gebühr usw. Es wird sich empfehlen, überall zu prüfen, ob nicht diese sehr einfache Anordnung für die Praxis ausreicht.

Das Mitlaufwerk kann noch für weitere, sehr verschiedene Zwecke benutzt werden. Z. B. können bei Verbindungen zu bestimmten Ämtern Überwachungssignale oder besondere Stromkreise eingeschaltet werden, die für Kontrollzwecke irgendwelcher Art oder zu Verkehrsmessungen wünschenswert sind. Weiter können Umschaltungen durch das Mitlaufwerk erfolgen, wenn nichtberechtigte Teilnehmer versuchen, unerlaubte Verbindungen herzustellen. Solche Teilnehmer können in diesen Fällen entweder vom Amt

vollkommen abgeschaltet oder auf einen Überwachungsplatz umgeleitet werden. Der Überwachungsplatz tritt dann an die Stelle der Querverbindung der Abb. 106.

Hiermit sind die vielfachen Anwendungsmöglichkeiten der Mitlaufwerke angegeben, wie sie in den einfachen Schrittschaltssystemen für die verschiedensten Aufgaben schon vorteilhaft Verwendung gefunden haben. In den komplizierten Maschinensystemen, wo die vorhandenen Register alle möglichen Aufgaben lösen sollen, müssen z. B. für die genaue Erfassung der Zone besondere Mittel in den Registern vorgesehen werden, die die schon vorhandene Komplikation noch weiterhin steigern.

d) Die zweckmäßigste Wählerkontaktzahl.

Die Frage nach der zweckmäßigsten Wählerkontaktzahl hat in der Technik des selbsttätigen Fernsprechwesens eine besonders große Bedeutung, denn von ihr hängt die Wirtschaftlichkeit des Systems ab. Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Systems dürfen aber nicht nur die Betriebskosten der Amtseinrichtungen an sich in Rechnung gezogen werden, sondern es müssen bei großen Anlagen mit mehreren Ämtern auch die Betriebskosten der erforderlichen Amtsverbindungsleitungen berücksichtigt werden. Wähler mit vielen Kontakten pro Richtung nutzen die Verbindungsleitungen besser aus als Wähler mit wenigen Kontakten. Kleine Wähler sind aber wieder einfacher und billiger als große. Welches nun die wirtschaftlichste Kontaktzahl ist, darüber gehen die Meinungen sehr auseinander. Es gibt Wähler mit 10, 20, ja sogar 100 Kontakten pro Richtung. Hier soll nun untersucht werden, welche Kontaktzahl in wirtschaftlicher Hinsicht die größten Vorteile bietet.

Die Wähler an sich sind billig, wenn sie möglichst wenig Kontakte haben. Dann ist aber, wie schon angegeben, die Ausnutzung der Wähler und auch der dazugehörigen Amtsverbindungsleitungen verhältnismäßig klein. Je größer nun die Kontaktzahl genommen wird, um so größer wird die Ausnutzung, um so teurer werden aber auch die Wähler. Die Feststellung der günstigsten Kontaktzahl macht einige Schwierigkeiten, weil sich die Forderungen widersprechen. Bevor nun teure Wähler mit großer Kontaktzahl hergestellt werden, wird man versuchen, die Ausnutzung der Wähler und Leitungen bei kleiner Wählerkontaktzahl zu steigern; erreicht man dabei eine genügend große Ausnutzung, so würde dadurch der Bau von großen Wählern mit den ihnen anhaftenden Mängeln überflüssig. Die Bestrebungen, die Ausnutzung bei kleinen Wählern mit einfachen Mitteln zu steigern, haben zu Erfolgen geführt, die bei der Feststellung der zweckmäßigsten Wählerkontaktzahl berücksichtigt werden müssen. Staffeln, Mischen und Mischwähler sind die Mittel, um die Ausnutzung mit einfachen Mitteln zu steigern. Diese Mittel müssen daher bei der Untersuchung berücksichtigt werden.

Um die zweckmäßigste Wählerkontaktzahl zu ermitteln, ist es erforderlich, die für einen bestimmten Verkehr aufzuwendenden Mittel für eine Rich-

tung festzustellen, denn was für die eine Richtung gilt, gilt auch für die anderen. Angenommen, es sei ein Verkehr in der Hauptverkehrsstunde in einer Richtung von 50 Belegungsstunden zu bewältigen, so fragt es sich, wie groß für die einzelnen Fälle der Aufwand an Wählern und Kontakten ist, wobei angenommen wird, daß die nachfolgenden Wähler dieselbe Größe haben wie die vorhergehenden.

1. Reine 10er-Bündel. Da die mittlere Leistung jedes Wählers 15 min beträgt, so sind

$$\frac{50 \cdot 60}{15} = 200 \text{ Wähler}$$

erforderlich, die pro Richtung

10 Kontakte, also 2000 Kontakte

aufweisen.

2. Unvollkommene Bündel, gebildet durch 10er-Bündel mit Mischung und Staffelung. Da hierbei die Wähler 30 min leisten, sind

$$\frac{50 \cdot 60}{30} = 100 \text{ Wähler}$$

mit pro Richtung

10 Kontakten, also 1000 Kontakte

aufzuwenden.

3. Vollkommene Bündel, gebildet durch 10er-Bündel mit Mischwähler. Für diesen Verkehr beträgt die Leistung 42 min, die erforderliche Wählerzahl demnach

$$\frac{50 \cdot 60}{42} = 71 \text{ Wähler}$$

mit 10 Kontakten, also 710 Kontakten, dazu treten aber 71 Mischwähler, ebenfalls mit 10 Kontakten, so daß

in Summa 1420 Kontakte

erforderlich sind.

4. Reine 20er-Bündel. Die mittlere Leistung beträgt hierbei 27 min, also die erforderliche Wählerzahl

$$\frac{50 \cdot 60}{27} = 111 \text{ Wähler}$$

mit pro Richtung 20 Kontakten, also im ganzen

2220 Kontakte.

5. Vollkommene 100er-Bündel, gebildet durch große Wähler. Für diesen Verkehr sind, wie in 3.,

71 Wähler

erforderlich, die in Summa

7100 Kontakte

aufweisen.

Betrachtet man die Ergebnisse, so erkennt man sofort, daß für einen reinen Amtsbetrieb, wo keine Amtsverbindungsleitungen in Betracht kommen, der Fall 2 bei weitem der günstigste ist. Hierbei sind für diesen Verkehr nur 100 kleine Wähler mit in Summa 1000 Kontakten erforderlich. Alle anderen Fälle sind unwirtschaftlich. Reine 20er-Bündel z. B. erfordern 111 Wähler mit 2220 Kontakten, also mehr Wähler und über die doppelte Kontaktzahl als bei Mischung und Staffelung der 10er-Bündel. Wähler mit 100 Kontakten erfordern allerdings nur 71 Wähler gegenüber 100, aber dafür die 7fache Kontaktzahl.

Handelt es sich aber um Amtsverbindungsleitungen, wobei mit der geringsten Leitungszahl gerechnet werden soll, so empfehlen sich nicht Wähler mit 100 Kontakten pro Richtung wegen des sehr großen Kontaktaufwandes, sondern es empfehlen sich in diesem Falle Wähler mit etwa 10 Kontakten pro Richtung, die durch Mischwähler zu vollkommenen Bündeln geschaltet sind. In diesem Falle sind auch nur 71 Leitungen erforderlich, dagegen beträgt die aufzuwendende Kontaktzahl nur $\frac{1}{5}$ derjenigen bei Wählern mit 100 Kontakten pro Richtung.

Mischwähler sind in der Praxis als II. VW weit verbreitet und haben sich sehr bewährt. Sie wurden eingeführt, um I. GW zu ersparen. Wenn nun die Mischwähler allein zur Ersparnis von I. GW in der Praxis allgemeine Anwendung gefunden haben, so werden sie sich, wenn es sich darum handelt, Wähler und Verbindungsleitungen zu ersparen, erst recht zur Anwendung empfehlen, zumal die Anschaffungskosten allein schon durch die ersparten Hauptwähler vollkommen gedeckt sind.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß die günstigste Wählerkontaktzahl etwa 10 pro Richtung beträgt, denn die Wähler sind billig, und man erhält sowohl innerhalb des Amtes bei Anwendung der Misch- und Staffelschaltung den geringsten Kontaktaufwand, als auch bei Amtsverbindungsleitungen durch Einführung der Mischwähler die geringste Leitungszahl. Kleine Wähler haben außerdem noch den Vorzug, daß sie sich schnell einstellen, leicht übersehen und sich jeder Änderung des Verkehrs leicht anpassen lassen. Die Dezentralisation ist im weitestgehenden Maße möglich.

Zur Frage nach der zweckmäßigsten Wählerkontaktzahl sind zunächst die Aufwendungen an Kontakten bei den verschiedenen Methoden ermittelt worden. Um diese Frage erschöpfender zu klären, soll eine eingehende Untersuchung aller Faktoren, die auf die spezielle Frage einen Einfluß haben, erfolgen. Dabei soll nicht nur die Zahl der erforderlichen Kontakte, sondern auch die der notwendigen Wähler, Relais, Zusatzapparate, Gestellanteile und Leitungen berücksichtigt werden.

Es sind natürlich Wähler mit 20 Kontakten pro Dekade, die im ganzen also bei 10 Dekaden $10 \cdot 20 = 200$ Kontakte besitzen, teurer als solche mit nur 10 Kontakten pro Dekade oder $10 \cdot 10 = 100$ Kontakte im ganzen. Da aber bei den Wählern mit 200 Kontakten gewisse Ersparnisse in der Zahl der Wähler eintreten, so fragt es sich, ob die bei Verwendung von 200kon-

taktigen Wählern erzielten Ersparnisse die Mehrkosten dieser Wähler aufwiegen.

Zunächst ist, um die Ersparnisse durch die größeren Felder zu ermitteln, die Leistung jeder Leitung in einem reinen 20er-Feld und in 20er-Feldern mit Mischen und Staffeln festzulegen. In Abb. 122 sind Kurven eingetragen, die die durchschnittliche Leistung jeder Leitung in den verschiedenen Fällen bei einem Verlust von 1 auf 1000 erkennen lassen. Kurve *b* gilt für gemischte und gestaffelte 20er-Bündel, bei denen ein gewisser, aber kein vollkommener Ausgleich erzielt wird. Die anderen Kurven entsprechen den Kurven in Abb. 5.

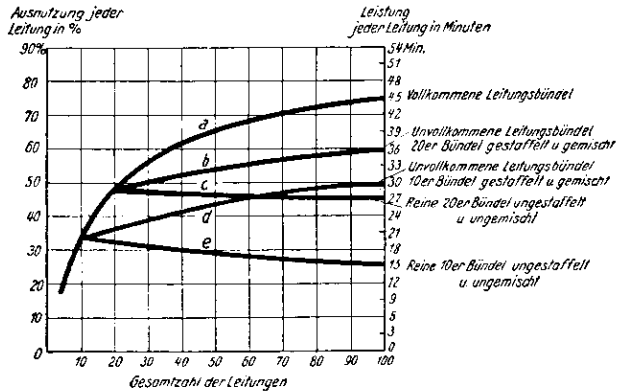


Abb. 122. Wählerleistungen in Abhängigkeit von der Bündelgröße.

Dabei ist festzustellen, daß die Steigerung der Ausnutzung durch Mischen, Staffeln und Mischwähler beim 20er-Feld nicht so wirksam wie beim 10er-Feld ist. Während man beim 10er-Feld durch Mischen und Staffeln eine Leistungssteigerung in großen Bündeln um 100% und durch Mischwähler um 200% erreicht, erhält man beim 20er-Feld durch Mischen und Staffeln nur 33% und durch Mischwähler nur 66% Leistungssteigerung, d. h. die leistungssteigernden Maßnahmen sind um so wirkungsvoller, je kleiner die Kontaktzahl der Wähler pro Dekade ist. Die aus den Kurven sich ergebenden Leistungen sollen den erforderlichen Rechnungen zugrunde gelegt werden.

Um die gestellte Aufgabe zu lösen, sind zwei Gruppen von Untersuchungen anzustellen, nämlich die Untersuchung über die Wirtschaftlichkeit der 20-teiligen Felder gegenüber den 10-teiligen Feldern bei den GW, und zweitens die Wirtschaftlichkeit derselben Felder bei den LW. Beide Fälle müssen getrennt behandelt werden, weil voneinander verschiedene Aufwendungen und Ersparnisse auftreten.

Bei den GW sind zwei besondere Möglichkeiten zu unterscheiden, einmal unter Verwendung von Misch- und Staffelschaltungen, zum anderen, unter Verwendung von Mischwählern, wobei der Einfluß verschieden starken Verkehrs zu berücksichtigen ist. Bei den LW sind neben verschieden starkem

Verkehr auch verschiedenartige Systeme, die im Preise unterschiedliche LW benutzen, in Rechnung zu setzen.

Als Rechnungsbeispiel für die Wirtschaftlichkeit bei GW sollen die Kosten für eine Verkehrsrichtung, also einer Wählerstufe, ermittelt werden, wenn über diese Richtung, wie in dem früheren Beispiel, ein Verkehr von 50 TC-Stunden zu bewältigen ist, und sollen in allen Fällen die erforderlichen Aufwendungen in einer gewissen Einheit, die sowohl Wähler als auch Relais und Gestellanteil umfaßt, ausgedrückt werden.

Für 100teilige Wähler, also 10 Kontakte pro Dekade werden, da diese bei guter Mischung und Staffelung in großen Bündeln eine Ausnutzung nach Abb. 122 Kurve *d* von 30 min haben, $\frac{50 \cdot 60}{30} = 100$ Wähler benötigt. Da der Wert eines derartigen Wählers einschließlich Relais, Verkabelung und Gestellanteil 28,5 Einheiten entspricht, so betragen die gesamten Kosten $100 \cdot 28,5 = 2850$ Einheiten.

Verwendet man 200teilige Wähler, also mit 20 Kontakten pro Dekade oder Richtung, so leisten diese bei Mischung und Staffelung in großen Bündeln nach Abb. 122 Kurve *b* 36 min. Die erforderliche Wählerzahl in unserem Beispiel beträgt bei dieser Leistung $\frac{50 \cdot 60}{36} = 84$ Wähler. Da der Wert dieser teuren Wähler durch die vergrößerte Kontaktbank dem doppelten Satz Schleifarme und ein weiteres Prüfrelais auf sonst aber gleicher Basis wie früher 38,7 Einheiten entspricht, so würde der Gesamtaufwand $84 \cdot 38,7 = 3250$ Einheiten betragen. 200teilige Wähler in derartigen GW-Stufen sind demnach bei Verwendung von Misch- und Staffelschaltungen unter den zugrunde gelegten Voraussetzungen 14% teurer als 100teilige Wähler, bezogen nur auf diese Wähler. Dabei sind die Mehrkosten für die Verkabelung des Amtes, die unter Umständen 20teilige Felder verursachen, noch nicht in Rechnung gezogen worden.

Diese Rechnung würde nur einen ganz bestimmten Fall erfassen. Um einen allgemeinen Überblick über den Einfluß 200kontaktiger Wähler bei verschiedenen großen Systemen von 1000 bis 1000000 Anschlüssen mit dem verschiedensten Verkehr von 2 bis 6 TC-Stunden pro 100 Teilnehmer zu erhalten, sind Rechnungen für alle diese Fälle durchgeführt und die Ergebnisse in Kurven auf Abb. 123 zusammengefaßt worden. Auf der Abszisse sind die verschiedenen großen Systeme, auf der Ordinate die Mehrkosten in einem bestimmten Maßstabe gleich 0,21 der früheren Einheit aufgetragen. Die Kurven sind gezeichnet für 2, 3, 4, 5 und 6 TC-Stunden pro 100 Teilnehmer und geben die Mehrkosten 200kontaktiger gegenüber 100kontaktigen Wählern an, die in allen GW-Stufen zusammen umgerechnet pro Teilnehmer entstehen. Die Kurven sagen, daß z. B. bei 6 TC pro 100er-Gruppe 8,5 Einheiten Mehrkosten pro Teilnehmer im 1000000-System durch Verwendung 200kontaktiger GW entstehen. Daraus geht klar hervor, daß durch 200kontaktige Wähler in den GW-Stufen mit Misch- und Staffelschaltungen gegenüber 100kontaktigen Wählern ebenfalls mit Misch- und Staffelschaltungen keine

Ersparnisse, sondern erhebliche Mehrkosten für alle Verkehrsstärken entstehen. Es fragt sich, wie liegen die Verhältnisse, wenn in allen Stufen Mischwähler verwendet werden.

Verwendet man 15teilige Mischwähler mit Voreinstellung, mit nur einem Relais, die immer auf freien Leitungen stehen, um die Drehzeit zu ersparen, so stellt sich die Rechnung in dem Beispiel mit 50 TC pro Richtung wie folgt: Die Wählerleistung für ein vollkommenes Bündel beträgt in dieser Größenordnung nach Abb. 122, Kurve *a*, 43 min. Es werden demnach $\frac{50 \cdot 60}{43} = 70$ nachfolgende Hebdrehwähler erforderlich. Da für diese bei 100 Kontakten ein Wert von 28,5 Einheiten eingesetzt worden ist, so beträgt der Aufwand $70 \cdot 28,5 = 1995$ Einheiten. Hierzu kommen noch die Aufwendungen für

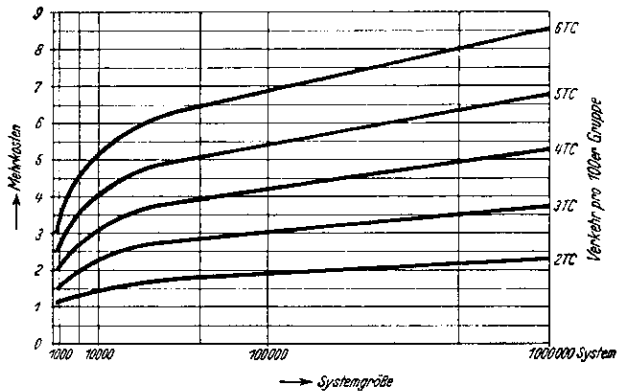


Abb. 123.

Mehrkosten 200kontaktiger Gruppenwähler gegenüber 100kontaktigen mit Misch- und Staffelschaltung.

die Mischwähler. An Mischwählern sind bei Verwendung der Sparschaltung, bei der nur die letzten Ausgleichleitungen über Mischwähler geführt werden, wobei aber zu beachten ist, daß jede ankommende Verbindung auch jeden nachfolgenden Hebdrehwähler erreichen kann, die Hälfte der bei Misch- und Staffelschaltung errechneten Hebdrehwähler, also nach der früheren Rechnung $\frac{100}{2} = 50$ notwendig. Da für jeden dieser Mischwähler etwa ein Wert von 10 Einheiten einschließlich Gestellanteil usw. eingesetzt werden kann, so kommt ein Betrag von $50 \cdot 10 = 500$ Einheiten hinzu, so daß der Gesamtaufwand $1995 + 500 = 2495$ Einheiten beträgt.

Bei 200teiligen Wählern sind ebenfalls bei vollkommenen Bündeln 70 Wähler erforderlich. Da jeder Wähler nach der früheren Mitteilung 38,7 Einheiten entspricht, so ist ein Aufwand von $70 \cdot 38,7 = 2709$ Einheiten vorhanden. Dazu kommen noch die Mischwähler in Sparschaltung, und zwar die Hälfte der Wähler bei Misch- und Staffelschaltung, demnach $\frac{84}{2} = 42$ Mischwähler. Dieser Betrag macht $42 \cdot 10 = 420$ Einheiten aus, so

daß der Gesamtaufwand $2709 + 420 = 3129$ Einheiten beträgt, gegenüber 2495 Einheiten bei 100kontaktigen Wählern. Das sind sogar 25% mehr Aufwand.

Um diese Werte genauer und vollständiger zu erfassen, sind die Rechnungen wieder für 2 bis 6 TC-Stunden pro 100 Teilnehmer für verschieden große Systeme durchgeführt und die Ergebnisse in Kurven auf Abb. 124 eingezeichnet worden. Zunächst soll der Aufwand bei 200kontaktigen Gruppenwählern und vollkommenen Bündeln mit 100kontaktigen und unvollkommenen Bündeln verglichen werden, später werden in beiden Fällen vollkommene Bündel zugrunde gelegt. Für 6 TC pro 100er-Gruppe entstehen im 1000000-System 4,5 Einheiten Mehrkosten bei 200kontaktigen Wählern mit Mischwählern gegenüber 100kontaktigen Wählern mit Misch- und Staffel-

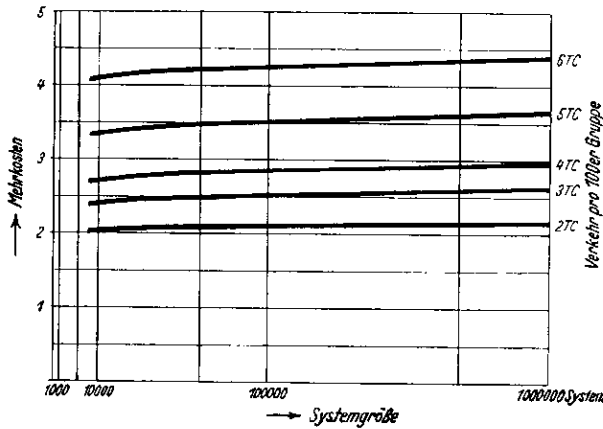


Abb. 124. Mehrkosten 200 kontaktiger Gruppenwähler mit 15kontaktigen Mischwählern gegenüber 100kontaktigen Gruppenwählern mit Misch- und Staffelschaltung.

schaltung. Es ergibt sich weiter, daß bei Mischwählern für alle Verkehrsstärken Mehrkosten entstehen, die aber zum Teil bei starkem Verkehr und 1000000-System beim Vergleich mit Abb. 123 kleiner sind, als wenn nur Misch- und Staffelschaltungen verwendet werden.

Die Ergebnisse der Rechnung mit vollkommenen Bündeln in beiden Fällen sind in Abb. 125 gezeichnet worden. Es ergeben sich durch die Mischwähler gegenüber Misch- und Staffelschaltungen nicht unwesentliche Ersparnisse, besonders bei großen Systemen, bei 6 TC pro 100er-Gruppe 7,5 Einheiten im 1000000-System, so daß deren Verwendung in den GW-Stufen geboten erscheint.

Also auch bei Verwendung von Mischwählern sind die Kosten der 200kontaktigen Wähler größer, als wenn nur 100kontaktige Wähler verwendet werden. In den GW-Stufen sind demnach 100kontaktige Wähler

sowohl bei Misch- und Staffelschaltungen als auch bei Mischwählern viel wirtschaftlicher als 200kontaktige.

Bei LW, die im allgemeinen teurer als GW sind, werden sich andere Resultate ergeben, die sowohl abhängig vom Verkehr als auch abhängig vom verwendeten System, d. h. von den Kosten der LW sind. Die Rechnungen müssen demnach für verschieden starken Verkehr und für verschiedene Arten von LW durchgeführt werden, und zwar genügt es, wenn der Aufwand für eine 100er-Gruppe ermittelt wird. Zunächst soll das Beispiel für ein einfaches System durchgerechnet werden, bei dem der LW mit 100 Kontakten einschließlich der Steuer- und Speiserelais, des Gestellanteils usw. 40 Einheiten erfordert, während der Leitungswähler mit 200 Kontakten durch vergrößerte Kontaktbank, vermehrte Schleifarme, ein weiteres Belegungs- und

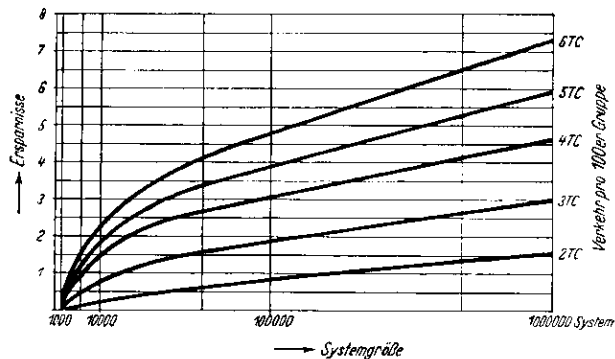


Abb. 125. Ersparnisse bei 100kontaktigen gegenüber 200kontaktigen Gruppenwählern, wenn 15kontaktige Mischwähler an Stelle von Misch- und Staffelschaltungen verwendet werden.

Prüfrelais 54 Einheiten entspricht. Es sei schwacher Verkehr angenommen, z. B. 2 TC pro 100er-Gruppe, so würden hierfür nach Abb. 20 für 100er-Bündel 7,5 LW erforderlich werden. Da der Aufwand pro Wähler 40 Einheiten beträgt, so würde der Gesamtaufwand $7,5 \cdot 40 = 300$ Einheiten pro 100er-Gruppe betragen.

Bei 200kontaktigen LW werden, da diese Wähler für 200 Teilnehmer vorhanden sind, $2 \cdot 2 = 4$ TC-Stunden zu bewältigen sein. Hier ist aber ein Gruppenabzug nach Abb. 11 zu machen, weil die Hauptverkehrsstunde der beiden 100er-Gruppen nicht in dieselbe Zeit fällt. Nach Abb. 20 werden hierfür 10,5 LW benötigt. Da jeder Wähler 54 Einheiten entspricht, so ist ein Aufwand von $10,5 \cdot 54 = 567$ Einheiten für die 200er-Gruppe erforderlich.

Pro 100er-Gruppe würde man demnach einen Aufwand von $\frac{567}{2} = 283,5$ Einheiten haben gegenüber 300 Einheiten bei 100kontaktigen Wählern, so daß ein kleiner Vorteil hierfür besteht. 200kontaktige Wähler würden also für

diesen Fall einen Vorteil von 5% bringen. Dabei ist vorausgesetzt, daß auch die GW 200kontaktig sind.

Rechnet man das Beispiel für stärkeren Verkehr durch, z. B. 5 TC pro 100er-Gruppe, so werden bei 100teiligen Wählern, nach Abb. 20, 14 LW benötigt, die einem Aufwand von $14 \cdot 40 = 560$ Einheiten entsprechen. Es ist bei der Bestimmung der Wählerzahl zu berücksichtigen, daß bei 10 Kontakten pro Dekade vom 10. Kontakt an Misch- und Staffelschaltung verwendet wird, während bei 20 Kontakten pro Dekade derartige Schaltungen erst vom 20. Kontakt an erforderlich sind. Bei 200teiligen Wählern werden für diesen Verkehr, 10 TC minus Gruppenabzug von 2,5%, 20 Wähler erforderlich, die je 54 Einheiten, also im ganzen einem Aufwand von $20 \cdot 54 = 1080$ Einheiten für 200 Teilnehmer entsprechen.

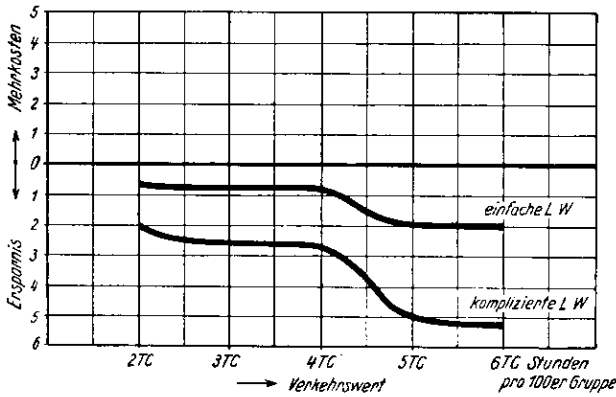


Abb. 126. Ersparnisse in der LW-Stufe bei 200kontaktigen gegenüber 100kontaktigen LW, wenn 200kontaktige GW verwendet werden.

Pro 100 Teilnehmer also $\frac{1080}{2} = 540$ Einheiten. Also auch hier ein geringer Vorteil von 4% zugunsten der 200kontaktigen Wähler.

Legt man der weiteren Untersuchung ein komplizierteres System als das bisherige zugrunde, dessen 100kontaktiger LW einen Aufwand von 60 Einheiten und dessen 200kontaktiger LW einen Aufwand von 74 Einheiten erfordern soll, so ergeben sich folgende Verhältnisse.

Bei 2 TC werden pro 100er-Gruppe bei 100kontaktigen Wählern nach der früheren Überlegung 7,5 Wähler erforderlich. Da jeder Wähler 60 Einheiten entspricht, so besteht ein Gesamtaufwand von $7,5 \cdot 60 = 450$ Einheiten. Bei 200kontaktigen Wählern werden für diesen Verkehr nach der früheren Rechnung 10,5 Wähler erforderlich, die $10,5 \cdot 74 = 777$ Einheiten für die 200er-Gruppe oder $\frac{777}{2} = 388,5$ Einheiten für die 100er-Gruppe erfordern. Der

Aufwand bei 200kontaktigen Wählern ist für dieses System und für diesen Verkehr daher um 15% geringer.

Bei 5 TC pro 100er-Gruppe werden bekanntlich 14 100kontaktige Wähler notwendig, die $14 \cdot 60 = 840$ Einheiten erfordern, während bei 200kontaktigen Wählern für die 200er-Gruppe 20 Wähler benötigt werden, die $20 \cdot 74 = 1480$ Einheiten erfordern. Pro 100er-Gruppe sind demnach $\frac{1480}{2} = 740$ Einheiten notwendig, eine Ersparnis bei 200kontaktigen Wählern von 12%.

Um die bei verschiedenem Verkehr mit 200kontaktigen LW erzielten Ersparnisse deutlicher zu zeigen, sind in Abb. 126 die Ersparnisse in dem früheren Maßstab in Abhängigkeit von dem Verkehr von 2 bis 6 TC-Stunden eingetragen. Für einfache und komplizierte LW ist je eine Kurve gezeichnet,

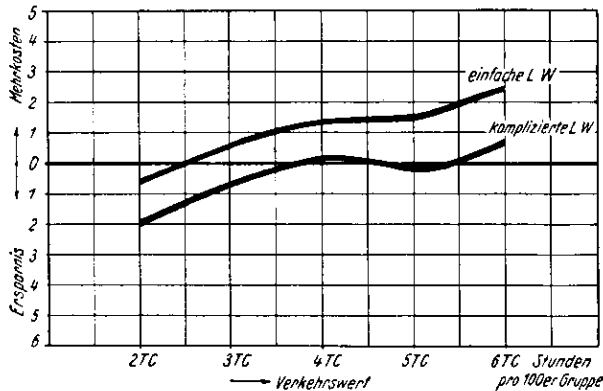


Abb. 127. Mehrkosten und Ersparnisse in der LW-Stufe bei 200kontaktigen gegenüber 100kontaktigen LW, wenn 100kontaktige GW verwendet werden.

die die Ersparnisse erkennen läßt. Es müssen gegenübergestellt werden die Mehrkosten der GW auf Abb. 123 mit den Ersparnissen an den LW auf Abb. 126. Man wird finden, daß die Mehrkosten bei 200kontaktigen GW die Ersparnisse an den LW mehr als ausgleichen, so daß kein Vorteil durch die Einführung 200kontaktiger gegenüber 100kontaktiger GW und LW zu erreichen ist, weder bei einfachen noch bei komplizierten LW.

Die Ersparnisse an den LW lassen aber die Frage entstehen, ob durch Einführung von 200kontaktigen LW und Beibehaltung der 100kontaktigen GW wirtschaftliche Vorteile erzielt werden können. Auch diese Rechnungen sind durchgeführt worden und sind die Ergebnisse wiederum in Kurven, die die Mehrkosten und Ersparnisse angeben, für einfache und komplizierte LW in Abb. 127 eingetragen. Bei der Rechnung findet man, daß für mehr als 2 TC pro 100er-Gruppe mehr 200kontaktige LW gegenüber früher vorgesehen werden müssen, weil von 10 LW an Misch- und Staffelschaltungen infolge der 100kontaktigen GW zu verwenden sind und demnach die untere

Kurve für 10er-Bündel (Abb. 20) für die Bestimmung der Wählerzahl verwendet werden muß. Die zu verwendende Wählerbestimmungskurve richtet sich stets nach der Kontaktzahl und der Vielfachschtung der vorhergehenden Wählerstufe. Die Kurven auf Abb. 127 ergeben, daß nur für ganz schwachen Verkehr und komplizierte LW ein kleiner Vorteil besteht. Für normalen und starken Verkehr sowie für einfache LW treten Mehrkosten auf, so daß auch diese Lösung nicht brauchbar ist.

Man könnte noch die weitere Frage aufwerfen, ob es Vorteile bringt, auch die letzten GW und die LW 200kontaktig zu machen, um die Vergrößerung in der LW-Zahl zu umgehen. Die Rechnungen haben zu den Kurven auf Abb. 128 geführt. Auch diese Kurven ergeben für einfache LW gar keine und für komplizierte LW so verschwindende Vorteile, daß damit eine Ein-

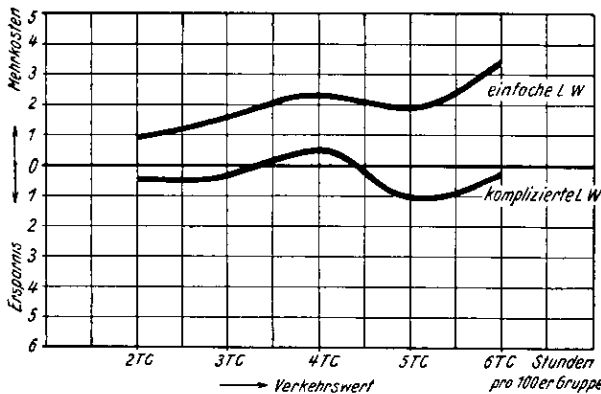


Abb. 128. Mehrkosten und Ersparnisse in der letzten GW- und LW-Stufe bei 200kontaktigen gegenüber 100 kontaktigen Wählern, wenn die anderen GW 100 Kontakte besitzen.

führung für komplizierte Systeme nicht zu begründen ist. Da auch die Entwicklung zu immer einfacheren LW führt, so besteht auch für die Zukunft keine Aussicht, daß 200kontaktige Wähler wirtschaftlich werden könnten.

Die Unregelmäßigkeiten der Kurven in den Abb. 126 bis 128 haben u. a. ihre Ursache in den Gruppenzuschlägen und in der Verschiedenheit der Leistung von 10er- und 20er-Bündeln, wenn mehr als 10 Leitungen pro Gruppe benötigt werden.

Aus allen diesen Rechnungen ergibt sich zwingend, daß der 100kontaktige Wähler sowohl als GW in Verbindung mit Misch- und Staffelschaltungen, besonders aber auch mit Mischwählern, als auch als LW die größten Vorteile bietet. Selbst Lösungen, die eine Mischung von 100- und 200kontaktigen Wählern vorsehen, ergeben praktisch keine Wirtschaftlichkeit.

Werden bei 100kontaktigen Wählern Mischwähler in den Gruppenwahlstufen an Stelle von Misch- und Staffelschaltungen verwendet, so wird nicht allein das System wirtschaftlicher, sondern auch die Ausnutzung der Ver-

bindungsleitungen wird auf den bestmöglichen Betrag durch die Einführung vollkommener Bündel gesteigert, so daß der Verkehr mit der geringsten Zahl von Leitungen bewältigt werden kann. Durch Mischwähler werden 100kontaktige Hebdrehwähler gewissermaßen zu 1000kontaktigen Wählern, die bei 100 Verbindungsmöglichkeiten pro Dekade die beste Ausnutzung der nachfolgenden Wähler und Leitungen ermöglichen.

e) Überleitung selbsttätiger Fernsprechanlagen.

Die Überleitung alter Handanlagen in Selbstanschlußanlagen ist nicht einfach, und es wachsen die bestehenden Schwierigkeiten mit der Größe der Anlage. Während die Überleitungen von Anlagen, die nur aus einem Amt bestehen und bis etwa 10000 Teilnehmer enthalten können, noch verhältnismäßig einfach sind und in kürzester Zeit, beispielsweise in etwa einer Stunde, erfolgen können, sind die Überleitungen großer weitverzweigter Anlagen mit vielen Ämtern und 100000 und noch mehr Teilnehmern recht kompliziert und dauern mitunter jahrzehntelang. Bei diesen besonders über lange Zeiträume sich erstreckenden Überleitungen stellen sich eine ganze Reihe von neuen Aufgaben ein, die gelöst werden müssen. Es sind z. B. Hilfseinrichtungen erforderlich, die den Verkehr der automatisierten Teilnehmer mit den Teilnehmern, die noch an die alten Handämter angeschlossen sind, ermöglichen müssen, und Hilfseinrichtungen für den Verkehr in umgekehrter Richtung. Es ist das Teilnehmerverzeichnis mit den evtl. neuen Nummern herauszugeben und müssen, je nach der Überleitungsmethode, unter Umständen auch die Teilnehmer gekennzeichnet werden, die schon umgeschaltet sind. Es ist vor oder während der Überleitung evtl. das Leitungsnetz umzugestalten, und es sind die Teilnehmer und das Personal mit den neuen Einrichtungen vertraut zu machen. Die Frage ist nun, welche Vorbereitungen sind zu treffen, um reibungslos die neue Betriebsart einführen zu können, welches sind die technisch besten Überleitungsmethoden und welche Arten des Verbindungsverkehrs sind zu empfehlen.

Diese ganz allgemeinen Fragen können nicht kurz beantwortet werden, sondern es sind zu ihrer Beantwortung umfangreiche Untersuchungen vorzunehmen. Zu diesem Zweck sollen die Überleitungen sowohl von einfachen als auch von größeren Anlagen besprochen und dabei die zweckmäßigsten Methoden angegeben werden.

Zunächst können die überzuleitenden Anlagen eingeteilt werden in:

1. Einzelne Ämter, bis 10000 Teilnehmer,
2. unterteilte Anlagen mit mehreren Ämtern, bis 100000 Teilnehmer,
3. große unterteilte Anlagen mit vielen Ämtern, bis 1 Million und mehr Teilnehmer.

Man wird weiter bei allen Überleitungen unterscheiden müssen in Vorbereitungen:

- a) im Amt, b) im Netz, c) bei den Teilnehmern, d) allgemeiner Art.

Die Anlagen unter 1, die nur aus einem Amt bestehen und bis 1000 Teilnehmer enthalten können, machen bei der Überleitung keine besonderen Schwierigkeiten, sie werden zweckmäßig mit einmahl in der kürzesten Zeit umgeschaltet, um den sonst erforderlichen Verbindungsleitungsverkehr zwischen den umgeschalteten und den noch nicht umgeschalteten Teilnehmern zu ersparen.

Die Vorbereitungen und Überleitungen einzelner Ämter sind schon ausführlich besprochen worden von O. Kuhn, „Vorbereitungen zur Einführung des Zentralbatterie-Handamtsbetriebes und des Selbstanschlußbetriebes sowie zur Neueinrichtung von Zentralbatterie-Fernämtern. Betriebsüberleitung“. Telegraphen- und Fernsprechtechnik, Jahrg. 25, Heft 1, 2 und 3, und von Schmidt, „Praktische Winke zur Einrichtung von Fernsprech-Selbstanschlußämtern“, Verlag Westphal/Lübeck. Hier sollen deshalb nur die Hauptpunkte, auf die besonders zu achten ist und bei deren Befolgung die geringsten Fehler zu erwarten sind, kurz angegeben werden. Die Arten des Verbindungsverkehrs werden ausführlich behandelt.

Da in den meisten Fällen mit dem neuen Amt auch ein neuer Hauptverteiler errichtet wird, werden vor der Überleitung die ankommenden Teilnehmerkabel nacheinander Kabel für Kabel zum neuen Hauptverteiler verlegt, dort richtig abgeformt und an der Sicherungsleiste verlötet. Ein Hilfskabel, das an denselben Lötstellen am Hauptverteiler angelötet ist, wird zum alten Hauptverteiler zurückgeführt und dort an die Sicherungsleiste angelötet, wo vorher die alten Teilnehmerkabel angeschlossen waren. Die Arbeiten werden nachts vorgenommen, damit der Betrieb so wenig wie möglich dadurch beeinflußt wird. Sind sämtliche Kabel über den neuen Hauptverteiler geführt, so werden an diesem schon die richtigen Rangierungen für das neue Amt vorgenommen, aber noch nicht die Sicherungen eingesetzt. Es ist nun möglich, sämtliche Teilnehmer nacheinander im neuen Amt durchzuprüfen, indem man die Sicherungen am alten Hauptverteiler entfernt und die Sicherungen am neuen Hauptverteiler einsetzt. Ist alles in dieser Weise vorbereitet, so kann, wenn alle Fehler beseitigt sind und alles in Ordnung befunden ist, später die Überleitung einfach dadurch geschehen, daß die Sicherungen wie bei der Prüfung am alten Hauptverteiler entfernt und am neuen Hauptverteiler eingesetzt werden. Eine derartige Umschaltung kann in weniger als einer Stunde vor sich gehen, ohne daß irgendwelche neuen Fehler, Vertauschungen usw. auftreten können, vorausgesetzt, daß die Prüfungen vorher sorgfältig erfolgt sind. Abb.129 läßt diese Methode deutlich

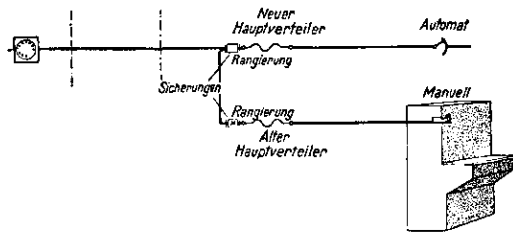


Abb. 129. Umschaltungs-Vorbereitung.

erkennen. Man kann ganz allgemein den Grundsatz aufstellen: Keine Lötarbeiten in der Umschaltnacht.

Es gibt auch viele andere Methoden für die Vorbereitung der Überleitung, z. B. können erst in der Umschaltnacht die Rangierungen zum alten Amt abgelötet und die zum neuen Amt, die vorbereitet sind, angelötet werden. Hierbei sind jedoch Fehler in erheblichem Maße möglich, weil die Prüfarbeiten nicht gut und bequem erfolgen können. Außerdem wird das Personal leicht überlastet, besonders wenn noch unvorhergesehene Schwierigkeiten hinzutreten. Selbst wenn alles so vorbereitet ist, daß nur für jeden Teilnehmer zwei Lötstellen zu machen sind, so sind das bei einem Amt mit 10000 Teilnehmern 20000 Lötstellen, wozu 50 bis 100 Leute erforderlich sind, die sich am Hauptverteiler kaum unterbringen lassen. Das Personal arbeitet unter ungünstigen Bedingungen, wird überanstrengt und die geleistete Arbeit ist schlecht.

Weitere Vorbereitungen bestehen darin, nicht angeschlossene Amts- und Teilnehmernummern auf einen sog. Hinweisplatz zu führen, so daß, wenn ein Teilnehmer später irgendeine Zahl wählt, die nicht im Amt angeschlossen ist, er zu diesem Platz kommt und durch die Beamtin aufgeklärt und auf seinen Fehler hingewiesen wird. Das Zusammenfassen nicht angeschlossener Teilnehmernummern erfolgt durch Vielfachschaltung der freien Nummern an der Lötleiste des Hauptverteilers. Ist das Amt mit großen Reserven ausgerüstet, so ist eine ganze Anzahl von derartigen freien Nummern zusammenzuschalten und zum Hinweisplatz zu führen, was sehr sorgfältig vorgenommen werden muß, damit dadurch nicht etwa Schlüsse mit fremden Leitungen entstehen. Die Leitungen einzeln zum Hinweisplatz zu führen, würde zu kostspielig sein, deshalb faßt man Gruppen von Leitungen zusammen. Die Anrufrelais derartiger Leitungen müssen im Amt abgesteckt werden, um unnötigen Anruf zu verhindern. Man kann auch den Teilnehmern beim Anrufen nicht angeschlossener Nummern das Besetztsymbol geben, doch werden sie dann nicht auf ihren Fehler hingewiesen, so daß sie denselben Fehler immer wieder und wieder begehen. Es empfiehlt sich, besonders in der ersten Zeit nach der Überleitung, den Teilnehmern bei irgendwelchen fehlerhaften Manipulationen stets Aufklärung durch eine Beamtin zuteil werden zu lassen.

Ist das alte Amt ein Zentralbatteriesystem, so werden die Teilnehmerleitungen größtenteils in Ordnung sein; ist es aber ein OB-System, an dessen Netz im allgemeinen geringere Anforderungen gestellt werden, so muß vor der Umleitung jede einzelne Leitung gemessen und evtl. verbessert werden, denn das selbsttätige System, das ja auch ein Zentralbatteriesystem ist, stellt an das Leitungsnetz, also an die Güte der Isolation, ebensolche Anforderungen wie ein Zentralbatteriesystem. Wird das Leitungsnetz vorher nicht sorgfältig in Ordnung gebracht, so treten später bei der Überleitung die größten Schwierigkeiten auf. Es muß unter allen Umständen vermieden werden, das Leitungsnetz erst nach der Überleitung verbessern zu wollen.

Wird die Anlage durch Bildung neuer Ämter erweitert, so müssen auch für diesen Fall die Teilnehmerleitungen schon vor der Umschaltung über den Hauptverteiler des neuen Amtes geführt sein und Hilfskabel die Verbindungen mit dem alten Amt vermitteln. Es sind nach Möglichkeit sämtliche Kabelarbeiten vor der Überleitung zu beenden, so daß auch hierfür keinerlei Lötarbeiten in der Umschaltensnacht erforderlich sind. Werden erst bei der Überleitung die Kabel geschnitten und verteilt, so muß mit einer großen Anzahl von Fehlern gerechnet werden. Die neuen Amtsverbindungsleitungen sind möglichst ebenso vorzubereiten, so daß die Überleitung auch in diesem Falle nur durch Auswechseln der Sicherungen ohne jede Lötung erfolgt.

Die Vorbereitungen bei den Teilnehmern erstrecken sich darauf, zunächst die evtl. schlechte Hausinstallation zu verbessern und einen neuen Fernsprechapparat mit Nummernschalter für selbsttätigen Betrieb zu installieren. Einfach ist es wieder, wenn vorher schon Zentralbatteriebetrieb vorhanden war. Dann kann ohne weiteres der alte Apparat durch den neuen ersetzt werden, weil die Schlußzeichenregelung beim selbsttätigen System dieselbe ist wie beim Zentralbatteriesystem. Der Teilnehmer benutzt schon im Verkehr mit dem alten Amt den neuen Apparat, es ist aber nötig, den Nummernschalter zu plombieren, so daß eine mißbräuchliche Benutzung vermieden wird. Der Teilnehmer muß bei der Aufstellung des neuen Apparates durch den Beamten gleich mit der zukünftigen Handhabung des Nummernschalters richtig vertraut gemacht werden.

Ist das bestehende Amt aber ein OB-Amt, so kann der alte Apparat bei der Aufstellung des neuen nicht entfernt werden, sondern beide Apparate müssen parallel angeschlossen bleiben, und der Teilnehmer muß bis zur Umschaltung seinen alten Apparat benutzen. Die Parallelschaltung der Apparate erfolgt durch besondere Leitungen, die der Teilnehmer am Überleitungstage an einer mit einer Marke bezeichneten Stelle durchzuschneiden hat. Der Teilnehmer ist hierüber besonders sorgfältig anzuweisen, denn es ist vielfach vorgekommen, daß falsche Schnüre durchgeschnitten wurden, wodurch der ganze Verkehr des Teilnehmers lahmgelegt worden ist. Der Überleitungstag wird in den Tageszeitungen bekanntgemacht und die Teilnehmer werden aufgefordert, zu einer bestimmten Zeit die Plombe des neuen Apparates zu lösen oder die Schnur zum alten Apparat durchzuschneiden.

Bei Nebenstellenanlagen und großen Mehrfachanschlüssen, bei denen der Teilnehmer einen Umschalterschrank und eine eigene Zentrale mit vielen Sprechstellen und zum Teil mehreren Leitungen zum Amt hat, sind die Vorbereitungen wesentlich komplizierter. Auch hier müssen, wenn alle Sprechstellen selber wählen sollen, sämtliche Apparate ausgetauscht oder parallelgeschaltet werden, in derselben Weise wie beschrieben, und es muß außerdem der Umschalterschrank oder der Zentralumschalter ebenfalls dem neuen System angepaßt oder ausgewechselt werden. Diese Anpassungsarbeit ist von Fall zu Fall je nach der verwendeten Zentrale verschieden.

Sollte eine Umnummerierung der Teilnehmer für das neue Amt notwendig werden, so müssen die neuen Nummern vorher im Teilnehmerver-

zeichnis abgedruckt sein. Solche Umnumerierungen müssen monatelang vorher bekannt sein, damit die Teilnehmer Bescheid wissen und Geschäfte auf ihren Geschäftspapieren die neuen Nummern rechtzeitig aufdrucken lassen können.

Das Personal des Amtes wird zweckmäßig schon eine Zeitlang beim Aufbau der neuen Zentrale beschäftigt, so daß es die Einrichtungen schon im Entstehen kennen und alle Einzelheiten verstehen lernt. Außerdem sind besondere Ausbildungskurse für das Personal sehr zweckmäßig. Auch die Teilnehmer sollten durch Vorträge und Zeitungsartikel mit der Handhabung der neuen Einrichtungen und den Summersignalen des Amtes vertraut gemacht werden.

Ist in dieser Weise alles sorgfältig vorbereitet, so kann die Überleitung, die hinreichend bekanntgemacht wird, erfolgen. Diese selbst wird zweckmäßig in einer Nacht von Sonnabend zum Sonntag, wie vorher beschrieben, durch Umwechseln der Sicherungen vorgenommen. Während des Sonntags bei schwachem Verkehr können dann Fehler, wenn solche tatsächlich noch eingetreten sein sollten, beseitigt werden. Außerdem kann so über Sonntag sich ein Teil der Teilnehmer, größtenteils solche mit Wohnungsanschlüssen, an den neuen Betrieb gewöhnen, so daß am Montag, wenn der starke Geschäftsverkehr einsetzt, schon wenigstens diese Teilnehmer sich mit den neuen Einrichtungen vertraut gemacht haben.

In den ersten Betriebstagen muß die Teilnehmerüberwachung eine recht ausreichende und sorgfältige sein, weil sehr viele Teilnehmer mit ihrem Apparat noch nicht vertraut sind und viele Handhabungsfehler begehen. Zu diesem Zweck beobachtet das Amtspersonal die I. GW, wo die Teilnehmerfehler in Erscheinung treten und an deren Signalen vieles ersehen werden kann. Wenn ein Teilnehmer mit der Wahl zögert oder nicht richtig wählt, so kann das Personal in die Leitung eintreten und den Teilnehmer richtig anweisen. Dasselbe geschieht, wenn die Summersignale vom Teilnehmer nicht richtig beachtet werden. Die Störungsmeldestelle ist besonders in den ersten Tagen ausreichend zu besetzen, denn auch an dieser Stelle muß viel Erziehungsarbeit geleistet werden, weil viele einlaufende Störungsmeldungen keine eigentlichen Störungen sind, sondern nur auf Grund mangelhafter Kenntnis des Betriebes erfolgen. Werden die Teilnehmer von allen Amtsstellen gut überwacht und angewiesen, so sind sie bald mit dem neuen Betrieb vertraut. Die Teilnehmer dürfen nicht den Eindruck empfinden, daß sie im neuen Amt ohne jede Hilfe allein auf sich selbst angewiesen sind. Werden sie in Zweifelsfällen vom Amtspersonal wirksam unterstützt, so werden sie bald mit der neuen Betriebsweise sehr zufrieden sein.

Ist die Überleitung beendet und hat sich der neue Betrieb eingeführt, so können die Hilfskabel zum alten Hauptverteiler mit allen nicht mehr erforderlichen Amtsteilen entfernt werden.

Die Überleitungen der Gruppe 2, bis 100000 Teilnehmer, sind viel komplizierter und dauern erheblich länger als die bisher besprochenen. Bei diesen unterteilten Anlagen ist im allgemeinen eine ganze Reihe von Ämtern vor-

handen, die zu verschiedenen Zeiten errichtet worden sind und deshalb auch zu verschiedenen Zeiten ersetzt werden müssen. Eine derartige Überleitung geht infolgedessen gewöhnlich so vonstatten, daß zuerst dasjenige Amt ersetzt wird, welches am Ende seiner Betriebsfähigkeit angelangt ist. Weiter werden neue Ämter dann errichtet, wenn die Anlage erweitert werden soll. Die neuen Ämter werden natürlich sofort selbsttätigen Betrieb erhalten. Wird in einer großen dezentralisierten Anlage zunächst nur ein verbrauchtes Handbetriebsamt durch ein neues selbsttätiges Amt ersetzt, so läßt es sich nicht umgehen, einen Verbindungsverkehr mit den anderen noch betriebsfähigen Handämtern herzustellen. Sollten alle Ämter zu gleicher Zeit am Ende ihres natürlichen Lebens angelangt sein und ersetzt werden müssen, so wird sich auch hierbei wieder die Überleitung der ganzen Anlage in einer Nacht empfehlen, um die Komplikation und die Kosten des Verbindungsverkehrs zu ersparen. Das wird aber wohl nur in sehr wenigen Fällen zutreffen, so daß in der weitaus größten Zahl der Fälle Verbindungsverkehr erforderlich sein wird. Dieser läßt sich folgendermaßen gestalten:

In der einfachsten Form wählen die schon umgeschalteten Teilnehmer die alten Handämter durch bestimmte Kennziffern, die zweckmäßig den zukünftigen Amtsbezeichnungen entsprechen, z. B. 2 oder 3. Ihre Verbindungen laufen dann auf Anrufzeichen eines Verbindungsplatzes in dem betreffenden Amt auf, werden dort abgefragt und mit dem gewünschten Handamtsteilnehmer verbunden. Die Anrufzeichen können auf die vorhandenen Plätze verteilt werden, besser ist es aber, sie auf besonders für diesen Verkehr hergerichtete Plätze, deren Zahl sich nach dem Verkehr richtet, anzuordnen. Sollten die alten Ämter aus A- und B-Plätzen bestehen, so können die Teilnehmer zunächst auf B-Plätze auflaufen, dort abgefragt und verbunden werden. In den Fällen, wo die B-Plätze im Dienstleistungsbetrieb von den A-Plätzen erreicht werden, würde ein Doppelbetrieb an den B-Plätzen entstehen. Um das zu vermeiden, sind die B-Plätze in solche für Dienstleistungsbetrieb und solche für Abfragebetrieb zu teilen. Im Abfragebetrieb leisten die Beamtinnen aber weniger als im Dienstleistungsbetrieb, so daß unter Umständen mit einer Erweiterung der B-Plätze gerechnet werden muß. Das kann man umgehen, wenn die Teilnehmer auf die vorhandenen oder auf besondere A-Plätze auflaufen, dort abgefragt und dann mittels Dienstleitung zu den B-Plätzen weiterverbunden werden.

Bei dieser Methode ist es notwendig, in jeder Phase der Umschaltung den Teilnehmern durch die Tageszeitungen bekanntzugeben, welche von ihnen umgeschaltet sind, also Selbstanschlußbetrieb haben, und welche noch nicht. Werden jedoch von den Teilnehmern die Zeitungsmittelungen über den Fortschritt der Überleitung übersehen, so können dann Fehlverbindungen vermieden werden, wenn, wie schon erwähnt, die gewählte Hauptamtsnummer der zukünftigen Nummer des Selbstanschlußamtes entspricht, weil der Teilnehmer, auch wenn er irrtümlicherweise die volle Teilnehmernummer wählt, stets zu dem richtigen Amt kommt.

Eine andere Methode des Verbindungsverkehrs ist der Verkehr über sog. optische B-Plätze. Sie besteht darin, daß die umgeschalteten Teilnehmer sämtliche Teilnehmer in der ganzen Anlage, ganz gleich, ob diese schon automatisch oder noch manuell sind, vom ersten Tag an mit ihrer vollen Nummer wählen. Die automatisierten Teilnehmer erreichen sie direkt über die Wähler, die noch auf den alten Ämtern befindlichen Teilnehmer über B-Plätze, die aber nicht abfragen, sondern die gewählte Nummer durch Lampensignale auf ihrer Tischplatte erfahren. Zu diesem Zwecke werden die Nummernstromstöße der Teilnehmer erst an den B-Plätzen durch Speicher aufgenommen, die, wenn das Lampenfeld am Platz, auf dem die Signale erscheinen, frei ist, bestimmte Lampen einschalten, die die gewünschte Nummer angeben. Grundsätzlich kann man sich die Speicher aus vier kleinen rotteiligen Wählern bestehend vorstellen, die nacheinander durch die Stromstoßserien der Teilnehmer eingestellt werden und deren Kontakte die Lampen am Platz ein-

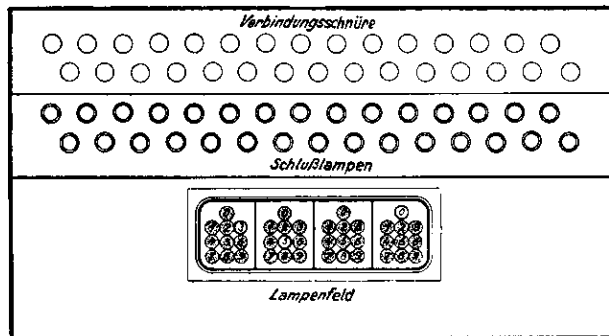


Abb. 130. Tischplatte eines optischen B-Platzes.

schalten. Abb. 130 zeigt die Tischplatte eines B-Platzes mit dem Lampenfeld. Die Beamtin stellt dann die Verbindung mit dem gewünschten Anschluß über dessen Teilnehmerklinke her. Vorzüge dieses Verkehrs sind der einfache Betrieb für den Teilnehmer, der ohne Überlegung, ob der gewünschte Teilnehmer schon automatisch oder noch manuell erreicht wird, nur die Nummern im Fernsprechverzeichnis zu wählen hat und die mit diesem Verkehr erzielte hohe Leistung der Beamtinnen des Verbindungsverkehrs. Als Nachteil sind die hohen Anlagekosten für die erforderlichen Hilfseinrichtungen anzusehen, die nach der Überleitung nicht mehr benötigt werden. In Abb. 131 werden diese Methoden grundsätzlich dargestellt. Es fragt sich, welche Methode ist zu empfehlen, welche erfordert die geringsten Betriebskosten?

Zunächst erfordert die Methode, bei welcher die Selbstanschlußteilnehmer das gewünschte Handamt direkt wählen und dort abgefragt und weiter verbunden werden, weniger Mittel als die Methode des optischen B-Verkehrs. Andererseits werden aber beim einfachen Abfragebetrieb mehr Beamtinnen benötigt als beim optischen B-Verkehr, weil hierbei die Beamtinnen mehr

leisten können. Nehmen wir beispielsweise an, daß in einer Anlage ein 1000er Handbetriebsamt mit einem gleich großen Selbstanschlußamt zusammenarbeiten soll. Es sei ein Verkehr von 12 Rufen pro Tag und Teilnehmer vorhanden unter Annahme gleicher gegenseitiger Interessen für beide Ämter. Es fließen dann in der Hauptstunde vom Selbstanschlußamt zum Handamt und umgekehrt bei einer Konzentration von 12% je 7200 Ver-

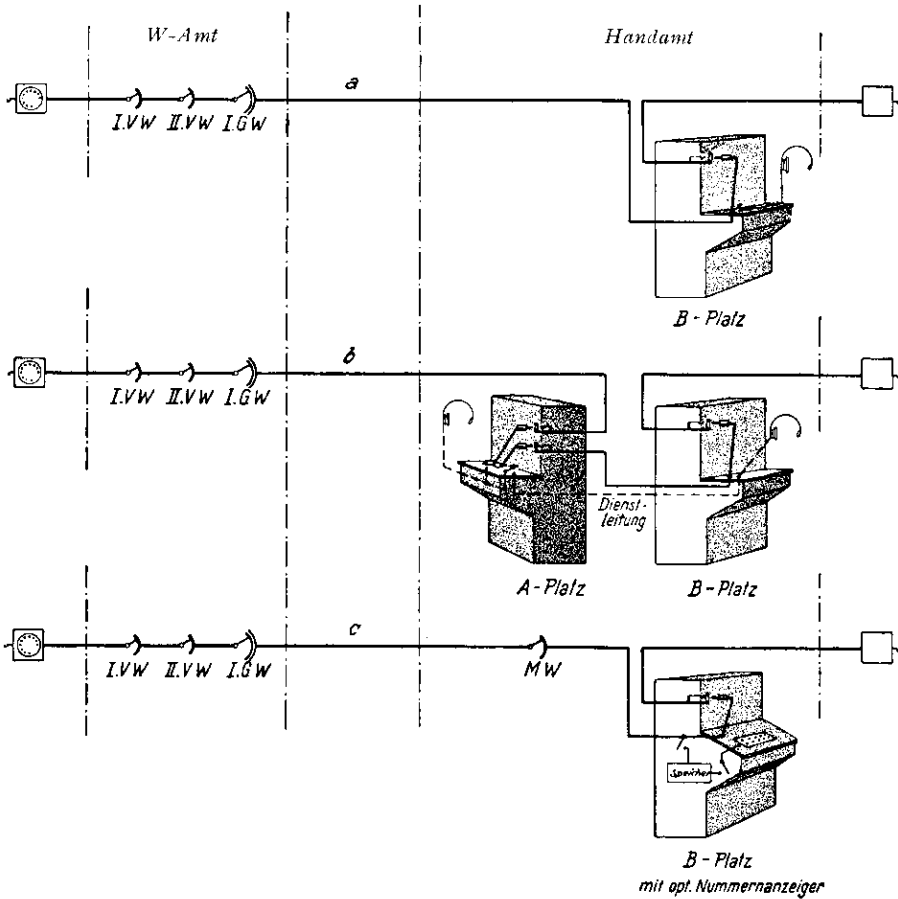


Abb. 131. Verschiedene Arten des Verbindungsverkehrs W-Amt—Handamt.

bindungen. Laufen diese Verbindungen im Handamt auf besondere B-Plätze, wo die rufenden Teilnehmer im reinen Abfragebetrieb abgefragt und verbunden werden, so sind, da jede Beamtin 240 Verbindungen erledigen kann, 30 Plätze erforderlich. Können die 30 für diesen Verkehr erforderlichen B-Plätze nicht frei gemacht werden, so sind A-Plätze vorzuschalten, die abfragen und dann die Verbindungen über Dienstleitungen an die B-Beamtinnen weitergeben. Für diesen Fall sind, da die B-Beamtinnen dann 350 Verbin-

dungen erledigen können, nur noch 21 B-Beamtinnen erforderlich. Hinzu kommen aber die A-Beamtinnen, die abfragen und die Verbindungen weitergeben. Da diese durch Abfragen und Weitergeben aller Verbindungen über Dienstleitung nur 180 Verbindungen leisten können, so sind dafür 40 A-Beamtinnen erforderlich. Das direkte Abfragen an den B-Plätzen erfordert demnach eine erheblich geringere Zahl von Beamtinnen als der Verkehr über A- und B-Plätze, nur 30 gegenüber 61 Beamtinnen.

Gelangen die Verbindungen aber auf optische B-Plätze, wo ein Abfragen nicht erforderlich ist, sondern die gewünschte Nummer auf einem Lampenfeld angezeigt wird, so sind, da die Beamtinnen bei einem Ausnutzungsfaktor von 50% bei Verwendung von Stöpseln und Schnüren, die mit selbsttätigem Ruf und selbsttätiger Prüfung ausgerüstet sind, 450 Verbindungen erledigen können, nur 16 Beamtinnen erforderlich. Hinzu kommt die Bequemlichkeit für den Teilnehmer, der nicht zwischen Selbstanschluß- und Handamtsteilnehmer unterscheiden muß, sondern ohne jede geistige Beanspruchung für alle Verbindungen die volle Nummer nach dem Fernsprechverzeichnis wählt.

Bei der Einführung des optischen B-Verkehrs müssen aber gewisse Bedingungen erfüllt werden. Zunächst ist, da man Einschnurbetrieb nehmen wird, die Ausnutzung der Stöpsel festzulegen. Diese richtet sich bekanntlich danach, wie sie von den Wählern erreicht werden. Hat man z. B. pro Dekade rökontaktige Wähler und gute Misch- und Staffelschaltung, so würde normalerweise eine Ausnutzung von etwa 30 min vorhanden sein. Da aber der Zugang zu den freien Stöpseln nicht zu jeder Zeit möglich ist, sondern diese Zugänge dann gesperrt werden müssen, wenn der Platz nicht besetzt ist oder alle Speicher besetzt sind, so wird die Ausnutzung dadurch um etwa 25% herabgesetzt, so daß man im allgemeinen nur mit einer Ausnutzung von 23 min rechnen kann. Um diese Ausnutzung zu verbessern und um besonders die Zugänglichkeit der Stöpsel zu vergrößern, schaltet man zweckmäßig zwischen den ankommenden Leitungen und den Stöpseln noch Mischwähler ein, die die Ausnutzung normalerweise auf 45 min steigern würden. Durch die rückwärtige Sperrung wird aber auch in diesem Falle die Ausnutzung wieder um 25% herabgesetzt, so daß nur mit etwa 34 min zu rechnen ist. Die Mischwähler müssen aber besondere Bedingungen erfüllen. Sie müssen sich sehr schnell einstellen, weil die Teilnehmer schnell hintereinander ihre Zahlen wählen. Da also die Zeit für die Einstellung der Mischwähler praktisch fehlt, so müssen Mischwähler mit Voreinstellung, die stets vorbereitend auf einem freien Stöpsel stehen, verwendet werden.

Die Zahl der Stöpsel pro Platz errechnet sich bei einer Ausnutzung von 34 min und bei 450 Rufen von einer mittleren Dauer von 2 min pro Platz zu

$$\frac{450 \cdot 2}{34} = 27 \text{ Stöpsel und Schnüre, ohne Reserven.}$$

Die Zahl der Speicher errechnet sich pro Platz aus ihrem Belegungswert. Bei einer mittleren Belegungsdauer der Speicher pro Verbindung von 8 s beträgt der Belegungswert $= \frac{450 \cdot 8}{60 \cdot 60} = 1 \text{ h}$, wofür 5 Speicher erforderlich

sind. Bei einer mittleren Belegungsdauer von 12 s sind 6 Speicher notwendig. Die Anschaltung der Speicher an die Schnüre erfolgt zweckmäßig auch durch Wähler. Da jedoch auch für die Einstellung dieser Wähler keine Zeit vorhanden ist, wird vorteilhaft ein Relaiswähler verwendet, der sich in der aller kürzesten Zeit einstellt.

Diesen Rechnungen ist ein Wirkungsgrad der Anlage zugrunde gelegt, bei dem nur 1⁰/₁₀₀ Verluste auftreten.

Um nun die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Betriebsarten beurteilen zu können, müssen die jährlich entstehenden Kosten ermittelt werden. Die hauptsächlichsten Betriebskosten für diesen Verkehr setzen sich bekanntlich zusammen aus Tilgung und Verzinsung des für diese Einrichtungen aufzuwendenden Kapitals und den entstehenden Personalkosten. Da diese Einrichtungen nur für den Übergangsverkehr benötigt werden, also später überflüssig sind, wird der Betrag für Tilgung und Verzinsung um so größer sein, je kürzer die Überleitungszeit ist. Man kann ganz allgemein sagen: Dauert die Überleitungszeit der ganzen Anlage beispielsweise nur 1 Jahr, so werden sich die Aufwendungen für die optischen B-Plätze kaum lohnen, weil das ganze Kapital in einem Jahr abgeschrieben werden muß. Dauert die Überleitung dagegen 10 Jahre, so wird man rechnen müssen, und wahrscheinlich wird sich für derartige Fälle die Einführung der optischen B-Plätze wirtschaftlich empfehlen, weil sich die Abschreibung auf 10 Jahre verteilt. Um einen allgemeinen Überblick zu haben, wie sich die Wirtschaftlichkeit des Betriebes für diesen Verbindungsverkehr in dem Beispiel gestaltet, sind in Abb. 132 Kurven gezeichnet, die die jährlichen Betriebskosten für die drei Betriebsfälle angeben, wobei der Verkehr über A-Plätze unterteilt ist in Verkehr über vorhandene und über neue Plätze. Es ist angenommen eine 3proz. Verzinsung, eine Besetzung pro Arbeitsplatz mit 1,6 Beamtinnen und daß 21 B-Plätze vorhanden seien, die ja schon vorher, als noch beide Ämter Handbetrieb hatten, den Verkehr bewältigen mußten. Aus den Kurven geht hervor, daß sich bei einer Betriebsdauer des Verbindungsverkehrs bis 1,5 Jahren der Verkehr über vorhandene A-Plätze zu den B-Plätzen, bei einer Betriebsdauer bis 3,5 Jahren das Abfragen an den B-Plätzen und bei noch längerer Betriebsdauer der Verkehr über optische B-Plätze empfiehlt. Groß ist allerdings die Differenz der Betriebskosten zwischen Verkehr über optische

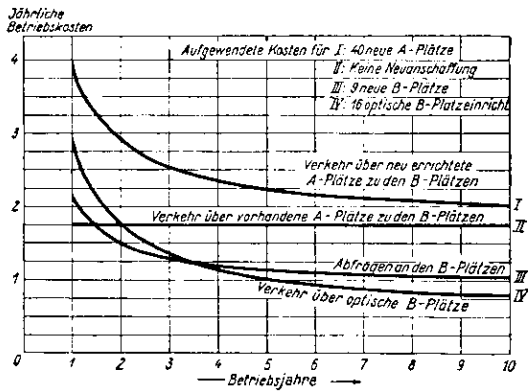


Abb. 132. Vergleich der Betriebskosten verschiedener Arten des Verbindungsverkehrs W-Amt—Handamt mit 7200 Verbindungen.

wirtschaftlich empfehlen, weil sich die Abschreibung auf 10 Jahre verteilt. Um einen allgemeinen Überblick zu haben, wie sich die Wirtschaftlichkeit des Betriebes für diesen Verbindungsverkehr in dem Beispiel gestaltet, sind in Abb. 132 Kurven gezeichnet, die die jährlichen Betriebskosten für die drei Betriebsfälle angeben, wobei der Verkehr über A-Plätze unterteilt ist in Verkehr über vorhandene und über neue Plätze. Es ist angenommen eine 3proz. Verzinsung, eine Besetzung pro Arbeitsplatz mit 1,6 Beamtinnen und daß 21 B-Plätze vorhanden seien, die ja schon vorher, als noch beide Ämter Handbetrieb hatten, den Verkehr bewältigen mußten. Aus den Kurven geht hervor, daß sich bei einer Betriebsdauer des Verbindungsverkehrs bis 1,5 Jahren der Verkehr über vorhandene A-Plätze zu den B-Plätzen, bei einer Betriebsdauer bis 3,5 Jahren das Abfragen an den B-Plätzen und bei noch längerer Betriebsdauer der Verkehr über optische B-Plätze empfiehlt. Groß ist allerdings die Differenz der Betriebskosten zwischen Verkehr über optische

B-Plätze und Abfragen am B-Platz nicht. Der Verkehr über neue A-Plätze sieht zunächst sehr ungünstig aus. Das hat seine Ursache darin, daß die A-Plätze in der Betriebszeit abgeschrieben worden sind. Sie können aber bei der nächsten Überleitung sofort wieder verwendet werden, und würde dann die Kurve für vorhandene A-Plätze gelten, weil die Plätze schon vollkommen abgeschrieben sind. Die Kurven gelten für einen Verkehr von 7200 Verbindungen, für andere Fälle müssen sie besonders ermittelt werden.

Es gibt auch noch andere Methoden des Verbindungsverkehrs zwischen Selbstanschluß- und Handamtsteilnehmer, z. B. über Wähler bis zum gewünschten Teilnehmer im Handamt, dem sogenannten Parallelamt. Die beschriebenen Methoden sind aber die gebräuchlichsten.

Für den Verkehr der Handamtsteilnehmer zu den schon umgeschalteten automatischen Teilnehmern kann zunächst jeder Abfrageplatz im alten manuellen Amt mit einem Nummernschalter ausgerüstet werden, mit dessen Hilfe die Beamtin über eine Verbindungsleitung zum Automatenamt den gewünschten automatischen Teilnehmer wählt. Diese Methode ist verhältnismäßig einfach und billig und belastet die A-Beamtin bei einer Wahl von 4 Ziffern nicht mehr als die Weitergabe der Verbindungen über Dienstleitung an die B-Beamtinnen. Es darf aber eine freie Verbindungsleitung nicht durch sog. Ausknacken gesucht werden, sondern ist optisch anzuzeigen,

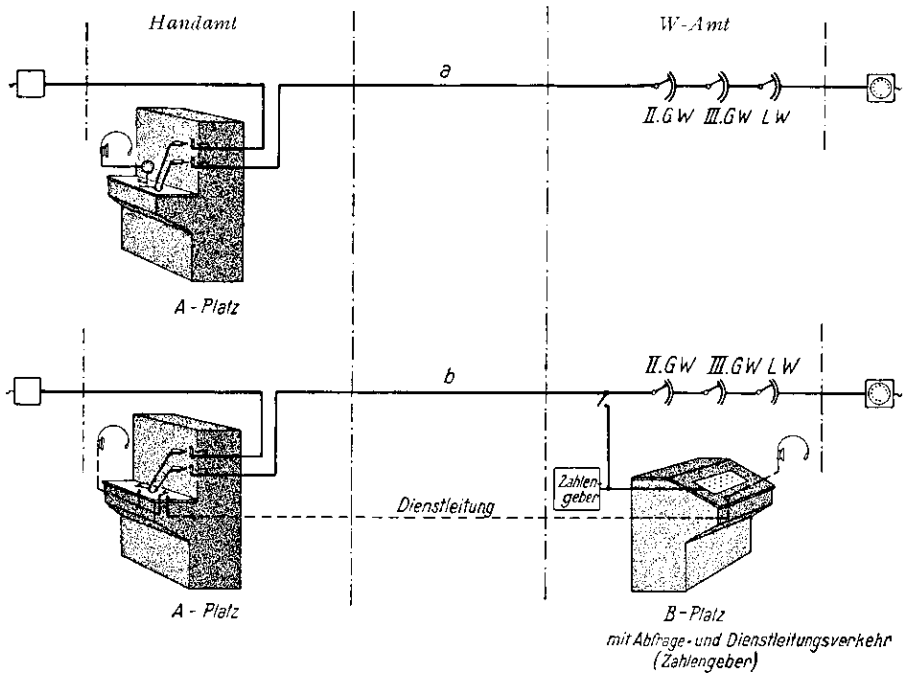


Abb. 133. Verschiedene Arten des Verbindungsverkehrs Handamt—W-Amt.

z. B. durch Freimeldewähler. Die Beamtin drückt eine Taste, worauf der Freimeldewähler eine freie Leitung aussucht und diese durch Aufleuchten einer Lampe kennzeichnet.

Eine andere Methode besteht darin, besondere B-Plätze mit Zahlengeber zu schaffen, die größtenteils ohne Verbindungsschnüre betrieben werden, und die die gewünschten Nummern entweder im Dienstleitungsverkehr durch die A-Beamtinnen erhalten, oder aber die die Teilnehmer noch einmal abfragen. Die Verbindungen werden dann durch die Zahlengeberbeamtin hergestellt. Der Nummernschalter ist hierbei durch mehrere Reihen von Tastenstreifen ersetzt, auf denen die Nummern der gewünschten Verbindung eingestellt werden, worauf ein Zahlengeber, der entweder maschinell angetrieben wird oder auch nur aus Relais bestehen kann, anläuft und die Verbindung den gedrückten Tasten entsprechend herstellt.

Bei der ersten Methode ist eine Änderung aller A-Plätze erforderlich, die bei der zweiten Methode nicht notwendig ist; dafür werden aber bei dieser mehr Beamtinnen erforderlich. Abb. 133 zeigt diese beiden Methoden. Welche für den jeweiligen Fall die bessere ist, muß durch Rechnung ermittelt werden, wobei die Leistung der Zahlengeberbeamtin mit etwa 400 bis 500 Verbindungen angesetzt werden kann.

Für das früher zugrunde gelegte Beispiel von zwei miteinander im Verbindungsverkehr arbeitenden 10000er-Ämtern ist die Betriebskostenberechnung durchgeführt. Die 72 A-Beamtinnen im Handamt erhalten im ersten Falle Nummernschalter und Freimeldewähler, die freie Verbindungsleitungen anzeigen. Im zweiten Falle sind 16 Zahlengeber-B-Beamtinnen vorhanden. In Abb. 134 zeigen die Kurven die jährlichen Betriebskosten in Abhängigkeit von den Betriebsjahren an. Unter den zugrunde gelegten Voraussetzungen ist der Betrieb von den A-Plätzen mittels Nummernschalter am wirtschaftlichsten. Selbst wenn mit einer Mehrbelastung der A-Plätze durch den Betrieb mit Nummernschalter von etwa 5% gerechnet wird, wodurch 4 A-Plätze im Handamt mehr erforderlich werden, ist der Betrieb mit Nummernschalter an den A-Plätzen immer noch am wirtschaftlichsten. Anders wird das Bild, wenn es sich um eine größere Anlage handelt. Legt man der Betriebskostenberechnung z. B. 90000 manuelle und 10000 automatische Teilnehmer unter

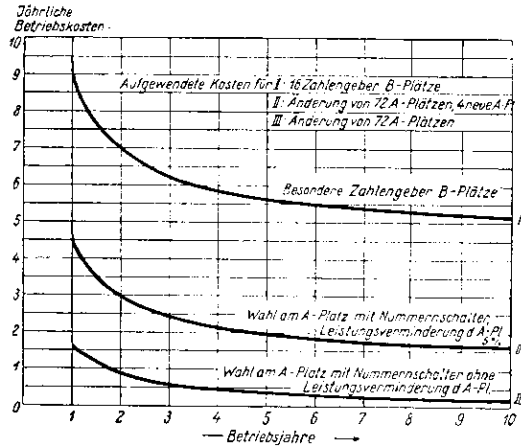


Abb. 134. Vergleich der Betriebskosten verschiedener Arten des Verbindungsverkehrs Handamt 10000 Teilnehmer — W-Amt 10000 Teilnehmer mit 7200 Verbindungen.

der Annahme gleichen Verkehrs über die B-Plätze wie bisher zugrunde, so gelten die Kurven in Abb. 135. Während die Lage der Kurven für die Betriebskosten der Zahlengeber-B-Beamtin praktisch gleich bleibt, steigt die Kurve für die Betriebskosten bei Einbau von Nummernschaltern an den A-Plätzen mit der Größe der Anlage. Verhängnisvoll wird es, wenn, wie aus den Kurven zu ersehen ist, auch die kleinste Mehrbelastung der A-Beamtinnen durch diesen Betrieb eintritt. Es kann daher festgestellt werden, daß sich für kleine Anlagen der Einbau von Nummernschaltern an den A-Plätzen, für große Anlagen besondere Zahlengeber-B-Plätze empfehlen. Für den jeweiligen Fall muß durch Rechnung der günstigste Betrieb ermittelt werden.

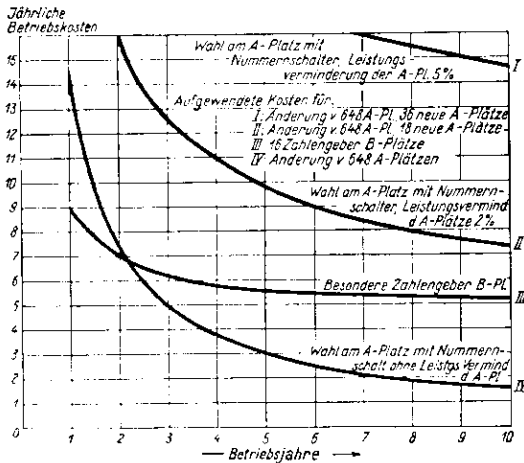


Abb. 135. Vergleich der Betriebskosten verschiedener Arten des Verbindungsverkehrs
Handamt 90000 Teilnehmer — W-Amt 10000 Teilnehmer mit 7200 Verbindungen.

leitungen sind möglichst ebenso vorzunehmen wie die bei den Teilnehmerleitungen. Es soll nochmals betont werden, daß in der Umschaltensnacht möglichst jede Lötarbeit vermieden wird, und daß die Überleitung auch der Verbindungsleitungen allein durch Auswechseln von Sicherungen vorgenommen wird.

Wie schon besprochen, erfolgt im allgemeinen die Überleitung unterteilter Anlagen stückweise je nach dem Ableben der alten Handämter, oder es werden neue selbsttätige Ämter an den Punkten errichtet, wo die Dezentralisation der Anlage notwendig wird. Bei der Überleitung jedes weiteren Amtes zum selbsttätigen Betrieb müssen stets dieselben Vorbereitungen getroffen werden und muß auch der Verbindungsverkehr zwischen automatisch und manuell jedesmal ergänzt, also auf das notwendige Maß erweitert werden, bis er nach der Überleitung des letzten Amtes überflüssig ist und abgebaut werden kann.

Bei der Überleitung ganz großer unterteilter Anlagen der Gruppe 3, mit 1 Million und noch mehr Teilnehmern, kommt zu den bisherigen Aufgaben

Wenn in einer aus mehreren Ämtern bestehenden Anlage nur ein Amt zum selbsttätigen Betrieb übergeleitet wird, so muß vorher natürlich der Verbindungsverkehr dieses Amtes mit sämtlichen anderen Ämtern mit den erforderlichen Verbindungsleitungen vorbereitet werden. Es tritt daher bei der Überleitung unterteilter Anlagen noch die neue Aufgabe zu den bisher besprochenen hinzu, neben den Teilnehmerleitungen auch noch die Amtsverbindungsleitungen in Ordnung zu bringen und für die Umschaltung vorzubereiten. Die Vorbereitungen für die Überleitung der Verbindungs-

noch die Umgestaltung des Verbindungsleitungsnetzes hinzu. Während für Handanlagen eine direkte Verbindung aller Ämter untereinander notwendig ist, wird beim selbsttätigen Betrieb grundsätzlich von dieser Regel abgewichen, um das Netz mit dem geringsten Aufwand an Leitungen gestalten zu können. Nach früheren Untersuchungen bildet man bekanntlich Fernsprechbezirke und bestimmt in diesen Hauptknotenämter, über die die Verbindungsleitungen von den anderen Bezirken geführt werden. Bei der Umgestaltung des Netzes wird man natürlich das bestehende Netz berücksichtigen und den neuen Netzplan nach Möglichkeit dem bestehenden anpassen müssen. Man wird bei der Planung erst einen Idealplan unabhängig von dem bestehenden Netzplan entwerfen und dann diesen dem bestehenden Netz anpassen. Dabei wird man zuerst die Fernsprechbezirke bestimmen mit Rücksicht auf die Teilnehmerdichte und die Lage der vorhandenen Ämter. Dann wird man die Bezirksknotenämter bestimmen, wieder unter Berücksichtigung der bestehenden Anlage. Es ist natürlich nicht möglich, das ganze Netz mit einemmal umzugestalten, sondern es kann nur Schritt für Schritt mit zunehmender Automatisierung der Ämter vorgegangen werden. Nach Möglichkeit empfiehlt sich zuerst der Bau der Bezirksknotenämter, um den Verkehr schon in die zukünftigen Bahnen zu lenken. Man muß von Anfang an gleich die Bedingung stellen: keine Erweiterung der bestehenden Kabelanlage mehr in der alten Art, sondern Erweiterungen nur noch in Richtung der zukünftigen Kabelzüge. Dadurch wird das Netz allmählich in den endgültigen Zustand übergeführt.

Wird das erste Amt zum selbsttätigen Betrieb übergeleitet, so muß, wie schon früher angegeben, natürlich der Verbindungsverkehr für sämtliche Ämter vorher vorbereitet sein. Alle A- und die entsprechenden B-Plätze in allen Ämtern müssen mit den erforderlichen Einrichtungen für den neuen Verbindungsverkehr versehen sein. Wird z. B. optischer B-Verkehr verwendet, so sind die in Betracht kommenden B-Plätze damit auszurüsten. Bei der Überleitung des ersten Amtes einer großen Anlage müssen daher erhebliche Mittel für den Verbindungsverkehr dieses Amtes mit allen vorhandenen anderen Ämtern bereitgestellt werden, weil der Verkehr dieses Amtes mit allen anderen möglich sein muß. In ähnlicher Weise muß natürlich auch der Fernverkehr mit dem neuen Amte vorbereitet sein.

Erfolgt der Verbindungsverkehr zwischen Sa-Amt und Handamt in ganz großen Anlagen durch Abfragen der Selbstanschlußteilnehmer an irgendwelchen Plätzen, so ist es zweckmäßig, den Teilnehmer stets das gewünschte Handamt direkt wählen zu lassen und ihn dann dort entweder an den A- oder B-Plätzen oder an besonderen Hilfsplätzen abzufragen und weiter zu verbinden. Jedes Amt wird, wie schon besprochen, stets mit der zukünftigen Amtsnummer gewählt, die jeder Teilnehmernummer innerhalb dieses Amtes vorausgeht, z. B. 25 7643, worin 25 die Amtsnummer und 7643 die Teilnehmernummer im Amt bedeutet. Durch diese Maßnahme werden auch hier Fehler ausgeschaltet, die auf Unkenntnis beruhen, welche Teilnehmer umgeschaltet sind und welche noch nicht. Die Teilnehmer, die fehlerhafter-

weise bei Verbindungen zu einem Handamt die volle Nummer wählen, kommen trotzdem immer zu der richtigen Stelle des gewählten Amtes, wo sie abgefragt und weiterverbunden werden. Nötig ist dazu die Errichtung der Hauptknotenämter, damit auch das Netz gleich richtig gestaltet wird, und Angabe der neuen Nummer für alle Teilnehmer im Verzeichnis. Reichen die vorhandenen B-Plätze für den Abfragebetrieb nicht aus, so müssen diese erweitert oder einfache A-Plätze vorgeschaltet werden. Eine Rechnung, wie sie früher an dem Beispiel durchgeführt worden ist, muß für den jeweiligen Fall die wirtschaftlichste Methode ergeben.

Wird für den Verbindungsverkehr optischer B-Verkehr vorgesehen, so wird sich nicht in allen Fällen die Ausrüstung der B-Plätze damit empfehlen. Da die Überleitung der Ämter nacheinander erfolgt, je nach ihrem Ableben, so wird mindestens bei denjenigen Ämtern, die in den nächsten Jahren übergeleitet werden, die Wirtschaftlichkeit des Einbaues der optischen B-Plätze fraglich sein. In solchen Fällen kann man sich dadurch helfen, daß man für mehrere alte Ämter gemeinsam optische Plätze errichtet, die die Verbindungen an die eigentlichen B-Plätze der Ämter über Dienstleitung weitergeben. Diese optischen B-Plätze sind in der Anschaffung verhältnismäßig billig, weil sie kein Teilnehmer-Vielfachfeld erhalten. Außerdem sind sie nicht überflüssig, wenn wieder ein Amt umgeschaltet wird, wie die B-Plätze im umgeschalteten Amt, sondern sie werden dann weiter für den Verkehr der noch nicht übergeleiteten Ämter benötigt, deren B-Verkehr über die optischen B-Plätze sich mit zunehmender Automatisierung der anderen Ämter ändert. Man kommt hierbei mit weniger Material aus, braucht aber während der Überleitung für diesen Verkehr etwa doppeltes Personal. Diese Methode, die sich auch eignet für Fälle, wo aus irgendwelchen Gründen ein Einbau der optischen Einrichtungen an den B-Plätzen nicht möglich ist, soll kurz durchgerechnet werden.

Eine Anlage mit 5 Ämtern zu je 10000 Teilnehmern mit einem Verkehr von 12 Rufen sei zugrunde gelegt. Ein Amt soll zum Selbstanschlußbetrieb übergeleitet werden; die B-Plätze der anderen 4 Ämter sollen einmal mit optischem Nummernanzeiger ausgerüstet sein, zum anderen über gemeinsame optische Plätze erreicht werden. Wieviel B-Plätze sind für die gesamte Überleitung erforderlich?

Erstes Stadium: Ein Amt ist automatisiert. Es verlaufen von diesem zu jedem anderen Amt 3000 Verbindungen, wofür in jedem Handamt 7 Plätze erforderlich sind, im ganzen also 28 Plätze. Bei gemeinsamen optischen Plätzen würden 27 genügen.

Zweites Stadium: Sind zwei Ämter automatisiert, so verlaufen zu jedem Handamt 6000 Verbindungen, wofür in jedem Handamt 14 B-Plätze benötigt werden, im ganzen 42 Plätze. Bei gemeinsamen Plätzen würden 40 reichen.

Drittes Stadium: Sind drei Ämter automatisiert, so kommen 9000 Verbindungen an, wofür 20 B-Plätze, im ganzen 40 Plätze benötigt werden. Bei gemeinsamen Plätzen ebenfalls 40 Plätze.

Viertes Stadium: Vier Ämter sind automatisiert. Es kommen im letzten Handamt 12000 Verbindungen an, wofür 27 Plätze erforderlich sind, ebensoviel bei Anordnung gemeinsamer Plätze.

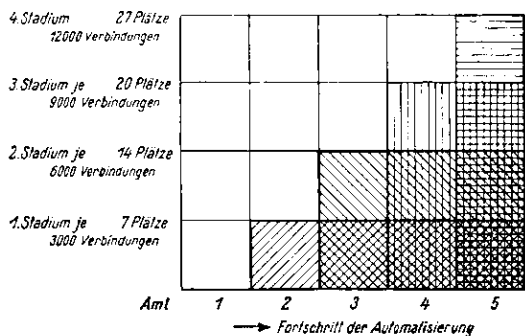


Abb. 136. Veränderung der Zahl der optischen B-Plätze in den Handämtern bei nacheinander erfolgender Überleitung von 5 Ämtern.

Abb. 136 zeigt die Veränderung in der Zahl der optischen B-Plätze in den Handämtern mit zunehmender Automatisierung.

Aus dieser Rechnung geht hervor, daß für beide Fälle zunächst etwa dieselbe Zahl von B-Plätzen für die Überleitung erforderlich ist. Da aber die durch die Überleitung der Ämter frei werdenden optischen Einrichtungen

nicht sogleich wieder verwendbar sind, sondern erst bei einer späteren Überleitung, nachdem sie abgerissen und neu installiert sind, so sind bei der Verwendung der optischen B-Plätze in jedem Amt tatsächlich etwa 26 Platzeinrichtungen für diesen Verkehr mehr erforderlich. Die gemeinsamen optischen Plätze vermeiden die bei jeder Überleitung erforderlich werdenden Änderungen in den Handämtern und haben noch den weiteren Vorzug, daß sie später an anderen Stellen ohne große Kosten wieder verwendet werden können. Der Betrieb erfordert aber mehr Personal. In Abb. 137 sind die jährlichen Betriebskosten unter den früher angegebenen Bedingungen für die Zeit des maximalen Verbindungsverkehrs aufgezeichnet. Bei den optischen B-Plätzen in den Handämtern sind nur die optischen Platzeinrichtungen und die erforderlichen Beamtinnen, bei den gemeinsamen optischen Plätzen diese und die Beamtinnen sowohl für die gemeinsamen Plätze als auch für die gewöhnlichen B-Plätze in den Handämtern in Rechnung gestellt. Aus den Kurven ergibt sich, daß gemeinsame optische Plätze bis etwa 5 Jahre nur dann rentabel sind, wenn die Abschreibung

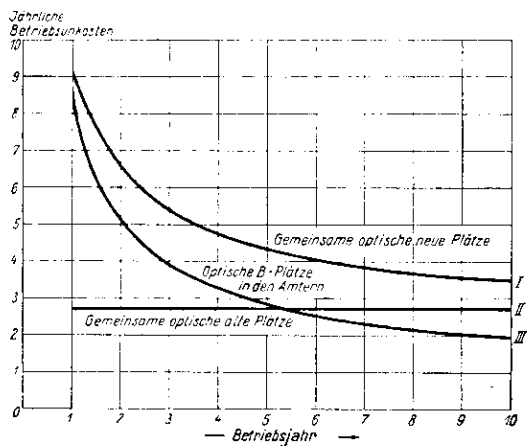


Abb. 137. Betriebskosten des optischen B-Verkehrs zwischen 5 Ämtern, wenn 2 oder 3 Ämter automatisch sind.

Kurven I und II gelten für gemeinsame optische Plätze, Kurve III für optische B-Plätze in den Handämtern.

der Einrichtungen bei einer früheren Überleitung schon erfolgt ist. Man kann allgemein sagen: Für kurze Überleitungszeiten können sich unter gewissen Bedingungen gemeinsame optische Plätze eignen, für lange Zeiten optische B-Plätze in den einzelnen Ämtern.

In der Praxis ist es schon vorgekommen, daß man den gesamten Verkehr sowohl der Selbstanschluß- als auch der Handamtsteilnehmer über die optischen B-Plätze der Handämter leitet. Zu diesem Zwecke müssen erstens sämtliche B-Plätze mit optischen Einrichtungen ausgerüstet werden und zweitens die Verbindungen zwischen Handamt und Handamt durch zwischengeschaltete Zahlengeberbeamtinnen in Nummernstromstöße umgeformt werden. Durch diese Methode erreicht man eine Ersparung an B-Beamtinnen und daß selbst reine Handamtsverbindungen über Knotenämter geführt werden können, wodurch schon im Anfangsstadium der Automatisierung die zukünftige Netzgestaltung erhalten wird. Der Betrieb erfordert aber einen größeren Materialaufwand und Zahlengeberbeamtinnen.

Optische B-Plätze sind auch in anderer Form schon vorgesehen worden, derart, daß die Speicher, die die Nummernstromstöße aufnehmen, nicht auf dem Amte, wo die optischen B-Plätze stehen, angeordnet sind, sondern entweder im Ursprungsamt, von wo der Ruf ausgeht, oder in einem Knotenamt, wo er durchgeht. Die Einschaltung des Lampenfeldes kann dann wegen der dazu erforderlichen vielen Leitungen nicht direkt durch den Speicher erfolgen, sondern durch einen Hilfsapparat am optischen B-Platz. Die Übertragung der Nummern auf diesen Hilfsapparat vom Speicher aus erfolgt nicht durch die bekannten Stromstöße, sondern durch Ströme verschiedener Richtung und Stärke über die Verbindungsleitung. Die Übertragung in dieser Form ist erforderlich, um keine Zeit zu verlieren. Als Vorteil dieses sog. kodierten optischen Nummernanzeigers wird angegeben, daß Mischwähler ohne Voreinstellung in beliebiger Zahl zwischen Ursprungsamt und optischen B-Platz eingeschaltet werden können.

Um den Verkehr von den Handamts- zu den Selbstanschlußteilnehmern in ganz großen, weit unterteilten Anlagen zweckmäßig zu gestalten, werden die Zahlengeber-B-Plätze für jeden Bezirk gemeinsam auf den Bezirksknotenämtern aufgestellt, wodurch der Netzplan schon in Richtung seiner endgültigen Form entwickelt werden muß. Die A-Beamtinnen wählen den Bezirk entweder im Klinkenfeld oder mit ihren Diensttasten aus und verbinden den Teilnehmer mit der betreffenden B-Beamtin, die entweder nochmals abfragt oder über Dienstleitung die Nummer der herzustellenden Verbindung erhält. Mit Hilfe ihres Zahlengebers wird dann die Verbindung über Wähler zu dem gewünschten Amt innerhalb des Bezirkes und in diesem zu dem Teilnehmer vervollständigt.

Die Ausrüstung der A-Plätze mit Nummernschalter eignet sich für diese großen Anlagen nach den früheren Untersuchungen nicht, weil die Änderung aller A-Plätze kostspielig ist, besonders aber, weil die A-Beamtin durch die Wahl von 5 bis 6 Zahlen zu sehr belastet, ihre Leistung daher sinken würde.

Welche Methode des Verbindungsverkehrs für den jeweiligen Fall die zweckmäßigste ist, kann nicht generell angegeben werden, sondern ist von Fall zu Fall durch Rechnung zu ermitteln, in der alle Eigenschaften der gesamten Anlage, das Alter der bestehenden Einrichtungen, der Zeitpunkt der Erweiterung, die zukünftige Entwicklung usw. berücksichtigt werden müssen. Die mitgeteilten Kurven bilden eine Grundlage für die Beurteilung.

f) Entwicklungsstudien.

Um eine Fernsprechanlage in der wirtschaftlichsten Weise aufbauen zu können, so daß sie auch über Jahre hinaus bei allen möglichen Erweiterungen und Veränderungen wirtschaftlich bleibt, müssen bei der Planung Studien über die zukünftige Entwicklung des mit Fernsprechan schlüssen zu versorgenden Gebietes angestellt werden, aus denen sich die beste Lösung aller hierfür in Betracht kommenden Aufgaben, die noch näher angegeben werden, ersehen läßt. Bekanntlich sind Fernsprechanlagen Betriebe, die in hohem Maße der Entwicklung unterworfen sind, sich ständig verändern und vergrößern. Sie sind abhängig von der Art und Weise der Bebauung, des Grund und Bodens, denn große, dicht zusammenstehende Geschäftshäuser enthalten mehr Fernsprechan schlüsse als kleine Wohnhäuser in offener Bauweise. Wird die Bauweise geändert, wird ein Wohnviertel in ein Geschäftsviertel umgewandelt, werden Bahnhöfe verlegt, bilden sich neue Verkehrszentren oder werden neue Gebiete für Wohnungen oder Fabriken erschlossen, so verändert sich immer die Verteilung der Fernsprechan schlüsse und damit die sog. Teilnehmerdichte, das ist die Zahl der Telephone auf eine bestimmte Bodenfläche. Allen solchen Veränderungen müssen sich die Fernsprechanlagen leicht und wirtschaftlich anpassen lassen. Es müssen Fernsprechan schlüsse verlegt und neu geschaffen werden, was Veränderung und Erweiterung des Netzes und der Ämter bedeutet. Um alle derartigen Einflüsse richtig bei der Planung erfassen zu können, dazu dienen die Entwicklungsstudien, die den Aufbau des Netzes und der Ämter in der wirtschaftlichsten Weise auch über größere Zeiträume hinweg ergeben.

Solche Entwicklungsstudien sind nicht neu; sie sind schon angeregt und beschrieben worden; aber die bisher empfohlenen Studienmethoden sind besonders für große Anlagen sehr zeitraubend und umständlich, so daß vereinfachte Methoden dringend erwünscht sind. Eine derartige vereinfachte Methode, die sich in der Praxis schon bewährt hat, soll hier näher behandelt werden.

Es sind erhebliche Kapitalien, die in einer Fernsprechanlage festgelegt werden müssen, denn je Anschluß werden 500 bis 1000 RM. und mehr Anlagekapital, je nach der Größe und Art der Anlage, erforderlich. Den größten Posten erfordert das Leitungsnetz. Dieses muß daher besonders so angelegt werden, daß auch die notwendigen späteren Veränderungen in der einfachsten und wirtschaftlichsten Weise ermöglicht werden. Das Netz, vielfach als notwendiges Übel angesehen, findet meistens nicht die ihm zustehende Beachtung,

worauf hier ausdrücklich hingewiesen werden soll. Weil für das Netz sehr viel Kapital benötigt wird, lassen sich bei sorgfältiger Projektierung größere Ersparnisse erzielen als an anderen Stellen. Das Netz muß aber auch deshalb ganz besonders eingehend studiert werden, weil durch notwendige, unvorhergesehene Änderungen später außergewöhnlich hohe Kosten entstehen können. Da bei größeren und wichtigen Anlagen das Netz größtenteils unterirdisch verlegt wird und diese Verlegung besonders mit Rücksicht auf die Erweiterung in Röhren vorgenommen wird, so muß die erforderliche Kanalisation so angelegt werden, daß sie in der einfachsten Weise der zukünftigen Entwicklung Rechnung trägt. Nach früheren Untersuchungen lassen sich im Netz durch weitgehende Dezentralisation, zweckmäßige Gruppierung der Ämter und beste Ausnutzung der Verbindungsleitungen ganz erhebliche Kapitalien ersparen. Die in den früheren Untersuchungen ermittelten Grundsätze werden später in der Studie verwertet werden. Wie nun eine derartige Entwicklungsstudie ausgeführt wird, soll nachstehend gezeigt werden.

Zunächst fragt es sich, welchen Zeitraum soll die Entwicklungsstudie berücksichtigen, 10, 20, 30, 50 oder noch mehr Jahre. Wünschenswert wäre natürlich, wenn es einwandfrei möglich wäre, die Studie für 50 Jahre und mehr anzustellen. Da aber die Erfassung der zukünftigen Entwicklung auf gewisse Schwierigkeiten stößt, und trotz der größten Sorgfalt mit gewissen Fehlern behaftet sein wird, die größer und größer werden, je größer der Zeitraum ist, über den sich die Studie erstreckt, so wird man sich, um die unvermeidlichen Fehler nicht zu groß werden zu lassen, mit einem mittleren Zeitraum begnügen müssen. Alle Studien über die Entwicklung eines Gebietes enthalten natürlich Fehler, denn die zukünftige bauliche Erschließung oder die Änderung der verschiedenen Viertel eines Gebietes sind ständigen Veränderungen unterworfen, die von allen möglichen Umständen, zu- oder abnehmendem Wohlstand, außergewöhnlichen Natur- und politischen Ereignissen und vielen anderen mehr abhängig sind. Über einen um so größeren Zeitraum demnach die Studie ausgeführt wird, um so größer wird der Fehler sein. Ein Zeitraum von 10 Jahren ist verhältnismäßig kurz, wenn man bedenkt, daß zwischen Aufstellung des Planes und Ausführung desselben manchmal mehrere Jahre vergehen. Ein Zeitraum von 50 Jahren ist lang; es erscheint demnach am richtigsten, die Studie vielleicht über einen Zeitraum von 20 bis 30 Jahren zu erstrecken, wobei man aber gleich berücksichtigen muß, daß auch über diesen Zeitraum hinaus die Entwicklung der Fernsprechanlagen nicht abgeschlossen ist, sondern weiter fortschreitet und die Möglichkeit bestehen muß, die Anlage ganz allgemein auch über weitere Zeiträume zu erweitern und anzupassen.

Um zunächst zu ermitteln, wie groß nach etwa 25 Jahren die Teilnehmerzahl einer Fernsprechanlage sein könnte, kann eine Entwicklungskurve gezeichnet werden, die aus der bekannten bisherigen Entwicklung abgeleitet wird. Es werden auf der Abszisse eines Koordinatensystems die verschiedenen Jahre, auf deren Ordinaten die jeweiligen vorhandenen Teilnehmerzahlen aufgetragen. Verbindet man die ermittelten Endpunkte und konstruiert

daraus eine mittlere Entwicklungslinie, so erhält man eine Kurve, die mit derselben Tendenz über den Endpunkt verlängert werden kann. Aus der Kurve kann man dann für spätere Jahre die wahrscheinliche Teilnehmerzahl ablesen. Bei richtig entwickelter Kurve wird der gemachte Fehler nicht allzu groß sein, außerdem spielt es keine erhebliche Rolle, ob die ermittelte Teilnehmerzahl anstatt in 25 Jahren in 24 oder 26 Jahren erreicht wird. In Abb. 138 ist eine derartige Kurve gezeichnet, bei der der jährliche Zugang an Teilnehmern zu etwa 6% der Teilnehmerzahl angenommen wurde. Daraus ergibt sich, daß die Anlage, die im Jahre 1930 30000 Teilnehmer hatte, in 25 Jahren etwa 125000 Teilnehmer enthalten wird.

Der jährliche Zugang an Teilnehmern schwankt in den verschiedenen Gebieten im allgemeinen zwischen 4 und 10%, je nachdem wie weit die Ausbreitung des Telefons fortgeschritten ist. In außergewöhnlichen Fällen ist allerdings schon ein jährlicher Zugang bis zu 20% und noch mehr beobachtet worden.

In denjenigen Ländern, wo die Ausbreitung des Telefons groß ist, z. B. in den Vereinigten Staaten, wo auf 100 Einwohner 20 Telephone kommen, wo also eine gewisse Sättigung schon erreicht ist, ist der jährliche Zugang klein. In anderen Staaten, wo die Zahl der Telephone klein ist, z. B. nur 2 bis 3 Telephone auf 100 Einwohner, ist der jährliche Zugang groß. Mit zunehmender Ausbreitung sinkt daher auch der jährliche Zugang. Natürlich ist auch der jährliche Zugang an Teilnehmern abhängig von besonderen, das Wirtschaftsleben stark beeinflussenden Ereignissen, insbesondere auch Tarifänderungen und auch von der Güte des Betriebes. Rechnet man für eine Studie mit gleichbleibendem Teilnehmerzugang, so kann für die Ermittlung der Teilnehmerzahl nach 25 Jahren auch die Zinseszins-Formel zugrunde gelegt werden, die unter Umständen viel bequemer ist und genauere Werte ergibt als die früher angegebene Methode der Konstruktion der Entwicklungskurve. Die Zinseszins-Formel, auf Teilnehmerzuwachs umgestellt, lautet:

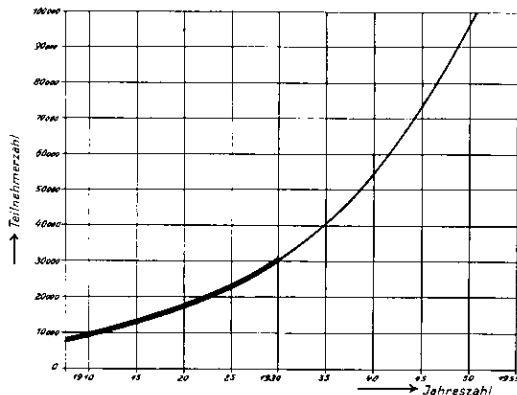


Abb. 138. Teilnehmerzugang einer Fernsprechanlage. Zugang 6% der Teilnehmerzahl.

Natürlich ist auch der jährliche Zugang an Teilnehmern abhängig von besonderen, das Wirtschaftsleben stark beeinflussenden Ereignissen, insbesondere auch Tarifänderungen und auch von der Güte des Betriebes. Rechnet man für eine Studie mit gleichbleibendem Teilnehmerzugang, so kann für die Ermittlung der Teilnehmerzahl nach 25 Jahren auch die Zinseszins-Formel zugrunde gelegt werden, die unter Umständen viel bequemer ist und genauere Werte ergibt als die früher angegebene Methode der Konstruktion der Entwicklungskurve. Die Zinseszins-Formel, auf Teilnehmerzuwachs umgestellt, lautet:

$$T_n = T (1 + 0,01 \cdot z)^n$$

Darin bedeutet T_n die Teilnehmerzahl nach n Jahren, T die gegenwärtige Teilnehmerzahl, z der jährliche Zugang in Prozent der Teilnehmerzahl und n die Zahl der Jahre, über die sich die Studie erstreckt. In Abb. 139 sind mit Hilfe der Zinseszins-Formel Kurven gezeichnet, aus denen ein Faktor x ,

der das Anwachsen der Teilnehmerzahl mit den Jahren bei verschiedenen Prozentsätzen des Zuganges von 4, 6, 8 und 10% angibt, ersehen werden kann. T_n , die Teilnehmerzahl nach n Jahren, ergibt sich aus T , der gegenwärtigen Teilnehmerzahl, mal einem Faktor x , der aus Abb. 139 für die verschiedenen Fälle zu entnehmen ist

$$T_n = T \cdot x$$

Die Kurven, die ohne weiteres für Entwicklungsstudien verwertet werden können, lassen erkennen, wie sich eine Anlage mit der Zeit, abhängig von dem jährlichen Zugang, ganz erheblich vergrößert. Findet diese Vergrößerung bei der Planung nicht die genügende Beachtung, so entstehen später Schwierigkeiten, deren Beseitigung

unter Umständen erhebliche Mittel erfordern können.

Wenn mit den Jahren verschiedene Prozentsätze des Zuganges zugrunde gelegt werden sollen, kann man die Zinseszins-Formel oder die Kurven ebenfalls verwerten, indem man die verschiedenen Abschnitte, wo der Zugang gleichbleiben soll, getrennt berechnet.

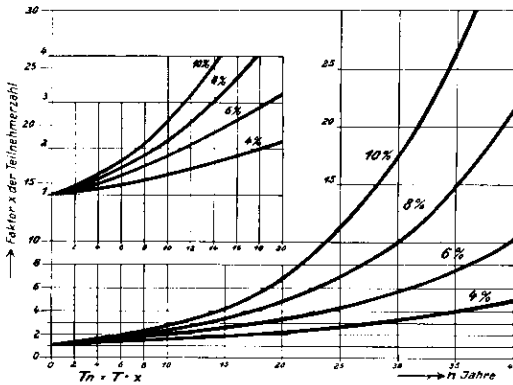


Abb. 139. Kurven für das Anwachsen der Teilnehmerzahl bei 4, 6, 8 und 10% jährlichem Zugang. Teilnehmerzahl nach n Jahren = gegenwärtige Teilnehmerzahl \cdot Faktor x .

Die Kurven in Abb. 138 und 139 geben wohl einen Anhalt für das Anwachsen der Teilnehmerzahl in einer bestimmten Zeit, lassen aber sonst

über die Anlage des Netzes und der Ämter nichts erkennen. Um die weiteren Studien richtig entwickeln und fortsetzen zu können, muß man sich zunächst einmal klar werden, welche Fragen eigentlich beantwortet werden müssen und welche Aufgaben durch eine derartige Studie zu lösen sind. Diese Fragen sollen hier aufgezählt werden:

1. Die heutige Verteilung der Anschlüsse in dem Gebiet und die künftige Verteilung in etwa 25 Jahren, unter Berücksichtigung der baulichen und sonstigen Veränderungen.
2. Zahl, Lage und Art der heutigen und künftigen Fernsprechämter mit Rücksicht auf den geringsten erforderlichen Leitungsaufwand.
3. Anlage der Kanalisation, auch mit Rücksicht auf Beeinflussungen von außen.
4. Ausführung des Verbindungsleitungsnetzes und des Netzes für die Teilnehmer.
5. Art des Netzes für Sonderbetriebe, Feuermeldung, Polizeimeldung, Unfalldienst, Nebenstellen- und Uhrenanlagen usw.

6. Führung der Vorort- und Fernleitungen.
7. Art und Größe der Gebäude und deren Ausstattung.
8. Verteilung der Dämpfungen auf die verschiedenen Arten von Leitungen.
9. Mit welchen Reserven soll gebaut werden, wann sind Erweiterungen der Ämter, der Gebäude und der Kabel vorzunehmen.

Um alle diese Fragen durch die Entwicklungsstudie beantworten zu können, geht man von dem vorhandenen Bebauungsplan des Gebietes aus. Wenn es gelingen sollte, einen Plan zu erhalten, der die zukünftige Bebauung des Gebietes und die Veränderungen der Gebäude im Laufe der Jahre schon erfaßt, so wird dieser natürlich zugrunde gelegt. Ein derartiger Plan wird aber in den wenigsten Fällen zu haben sein, und man wird nur von dem Vorhandenen ausgehen können. Man könnte nun weiter so vorgehen, daß man den Bebauungsplan für die nächsten 25 Jahre unter Inanspruchnahme aller hierfür in Betracht kommenden amtlichen und privaten Stellen und Baumeister selber konstruiert, könnte dann für jedes Gebäude oder jeden Häuserblock die zukünftige Teilnehmerzahl schätzen, eintragen und so zu einem Plan kommen, der die wahrscheinliche Lage aller zukünftigen Telephonanschlüsse enthält. Diese Methode, die oft empfohlen wird, gibt wohl ein richtiges Resultat, ist aber äußerst zeitraubend und daher kostspielig, besonders für große Anlagen, wenn man bedenkt, daß mitunter 50000 Häuser und mehr abzuschätzen sind. Eine vereinfachte und empfehlenswerte Methode, die in kurzer Zeit ein brauchbares Resultat ergibt, ist die folgende.

Man schätzt nicht die Zahl der Teilnehmer je Haus oder Häuserblock, sondern für eine gewisse Bodenfläche, und gelangt damit zu einer spezifischen Teilnehmerdichte, die hier zugrunde gelegt wird.

Zu diesem Zwecke teilt man sich zunächst den gegenwärtigen Plan, der bekannt ist, in gewisse Bezirke ein, die sich untereinander durch verschiedene Teilnehmerdichte unterscheiden. Zweckmäßig wird dieser Plan aber gleich für einen Zustand drei Jahre später entwickelt, damit er bei der Ausführung nicht überholt ist. Dabei müssen aber die sog. toten Flächen, die überall vorhanden sind, ausscheiden. Tote Flächen sind Gebiete, die nie bebaut werden und daher nie Telephone erhalten. Zu diesen gehören große Wasserflächen, Flugplätze, die öffentlichen Parks, in Berlin z. B. der Tiergarten. Die toten Flächen können besonders umrandet werden.

Es fragt sich, wieviel Gruppen von Bezirken mit verschiedener Teilnehmerdichte soll man bilden. Je mehr derartige Dichtegruppen gebildet werden, um so genauer wird zwar die Studie, um so umständlicher und zeitraubender aber auch die Rechnung. Man nähert sich dann der Methode, die früher erwähnt wurde, wo für jedes Haus oder jeden Häuserblock die Zahl der Teilnehmer ermittelt wurde. Je weniger Gruppen gebildet werden, um so ungenauer kann die Studie werden. Man wird nicht zu viel, aber auch nicht zu wenig Dichtegruppen bilden. Am zweckmäßigsten haben sich 5 Dichtegruppen

erwiesen, bei denen die Genauigkeit ausreichend und die Arbeit nicht zu groß wird, und zwar:

1. Geschäftsbezirke	1. Klasse.	Nur Geschäftshäuser und Büros.
2. „	2. „	Geschäfte, Büros und Wohnungen.
3. Wohnbezirke	1. „	Wohnungen und kleine Geschäfte, hohe, geschlossene Bauweise.
4. „	2. „	Mittelstandswohnungen, niedere Bauweise.
5. „	3. „	Wohnungen, Villenart, offene Bauweise, Arbeiterviertel.

Die Übergänge von der einen in die andere Dichtegruppe sind natürlich nicht scharf, was später Berücksichtigung finden wird.

Für die jeweils geschaffenen Dichtegruppen muß man die mittlere Teilnehmerdichte der in Betracht kommenden Anlage bestimmen. Die Teilnehmerdichte der Gruppen hängt natürlich von der Bauweise der Gebäude ab. Ein Geschäftsviertel 1. Klasse mit Wolkenkratzern hat eine andere Teilnehmerdichte als ein Bezirk mit nur 4- oder 5stöckigen Geschäftshäusern. Da aber in Europa die Hochhausbauweise Amerikas noch nicht besonderen Eingang gefunden hat, und die Bauweise der größeren Städte etwa gleich ist, so kann die nachfolgend angegebene Teilnehmerdichte der einzelnen Gruppen für gewisse Städte Europas zur Anwendung kommen. Vergleiche verschiedener Anlagen haben ergeben, daß dies bis zu einem gewissen Grade zulässig ist. Trifft die später angegebene spezifische Teilnehmerdichte für einen anderen Fall nicht zu, so ist es nicht schwierig, die besondere Dichte dafür zu ermitteln. Es fragt sich weiter, auf welche Flächeneinheit soll man die Teilnehmerdichte in den Gruppen beziehen. Auch hier gilt wieder, nicht zu groß und nicht zu klein. Als zweckmäßig hat sich im Stadttinnern eine Fläche von $100\text{ m} \cdot 100\text{ m} = 10000\text{ m}^2$ ergeben, die an der Peripherie auf $200\text{ m} \cdot 200\text{ m} = 40000\text{ m}^2$ erweitert werden kann. Für Überschlagsrechnungen sind auch im Stadttinnern Flächen, die 40000 m^2 umfassen, geeignet. Für die verschiedenen Gruppen und dem gegenwärtigen Zustand hat sich für eine große Stadt Europas folgende Teilnehmerdichte ergeben:

Dichtegruppe	1 = 55	Teilnehmer	auf	10000 m ² ,
„	2 = 20	„	„	10000 m ² ,
„	3 = 10	„	„	10000 m ² ,
„	4 = 4	„	„	10000 m ² ,
„	5 = 1	„	„	10000 m ² .

Man teilt das ganze Gebiet in Quadrate von 10000 m^2 ein und schreibt in jedes dieser Quadrate die Zahl der Teilnehmer, entsprechend der Dichtegruppe, zu der das Quadrat gehört. Da aber die Grenzen, wie schon erwähnt, nie ganz scharf sein werden, so wird man nach den Grenzen zu die Dichte entsprechend der angrenzenden Gruppe ermäßigen oder erhöhen. Entsprechend kann man im Innern der Bezirke die Dichte erhöhen, besonders dort, wo Hauptstraßen diese Gruppen durchkreuzen, an anderen weniger

dichten Stellen ermäßigen. Man wird demnach noch in den Gruppen selber in der angegebenen Weise weiter differenzieren. Damit nun die Teilnehmerdichte in den einzelnen Quadraten deutlicher hervortritt, und diese nicht durch die Figuren des Stadtplanes selber undeutlich werden, empfiehlt es sich, neue Zeichnungen nur mit den Quadraten und der eingetragenen Teilnehmerdichte zu zeichnen, damit die weiteren Untersuchungen sich besser erledigen lassen.

Ist der Plan in dieser Weise aufgestellt, so werden eingehende Kontrollen vorgenommen, wie der Plan mit der Wirklichkeit übereinstimmt und wie er verbessert werden muß. Man wird eine Reihe von Erfahrungen sammeln, wie der Plan besser der Wirklichkeit anzupassen ist, wie die Dichtegruppen zu formen sind und wie die gegenwärtige Teilnehmerdichte stimmt. Diese Erfahrungen werden bei der Aufstellung des zukünftigen Planes, der der wichtigere ist, von großem Nutzen sein. So wie der heutige Plan aufgestellt und bearbeitet wurde, wird auch der zukünftige behandelt.

Für den zukünftigen Plan nach etwa 25 Jahren wird man mit Hilfe der Kenntnisse der Stadtbaumeister, Behörden, Verkehrs- und Siedlungsgesellschaften so gut wie möglich zu ermitteln suchen, wie sich die Stadt in ihren verschiedenen Bezirken entwickeln und verändern wird und wie sich dann die Dichtegruppen künftig auf das Gebiet verteilen werden. Dann wird man die Einteilung in Quadrate mit 10000 m² machen und die Zahl der Teilnehmer gemäß der zukünftigen spezifischen Dichte eintragen. Diese Arbeit ist nicht einfach und nimmt eine gewisse Zeit in Anspruch. Man wird aber bald eine gewisse Routine erhalten und Wesentliches vom Unwesentlichen unterscheiden lernen. Dazu kommt die Änderung der Teilnehmerdichte in den Gruppen, die durch intensivere Ausnutzung der Räume, größeren Wohlstand, teilweise größere Bauten mit den Jahren größer wird. Studien haben ergeben, daß die früher gebildeten Dichtegruppen nach 25 Jahren für derartige Städte etwa folgende Teilnehmerdichte aufweisen werden, die in dem Plan zu verwerten sind:

Dichtegruppe	1 =	80 Teilnehmer	auf	10000 m ² ,
„	2 =	50	„	„ 10000 m ² ,
„	3 =	25	„	„ 10000 m ² ,
„	4 =	15	„	„ 10000 m ² ,
„	5 =	5	„	„ 10000 m ² .

Wie derartige Pläne mit der eingetragenen Teilnehmerdichte aussehen, zeigen die Abb. 140 und 141, die für eine größere Stadt Europas geschaffen worden sind. Die toten Flächen und die Quadrate mit den eingetragenen Teilnehmerdichten sind deutlich zu erkennen. Abb. 140 zeigt den Zustand, der aber für das Jahr 1933 gilt. Abb. 141 zeigt den Zustand nach etwa 25 Jahren. In den Bildern sind schon die Anschlußbereiche der zukünftigen Ämter, die aus dem Dichteplan entwickelt wurden, eingetragen.

Hat man die Dichtepläne für den gegenwärtigen und zukünftigen Zustand aufgestellt, so ist die nächste Aufgabe, aus diesen Plänen die zweckmäßigste Lage der Ämter zu ermitteln, mit besonderer Rücksicht auf den ge-

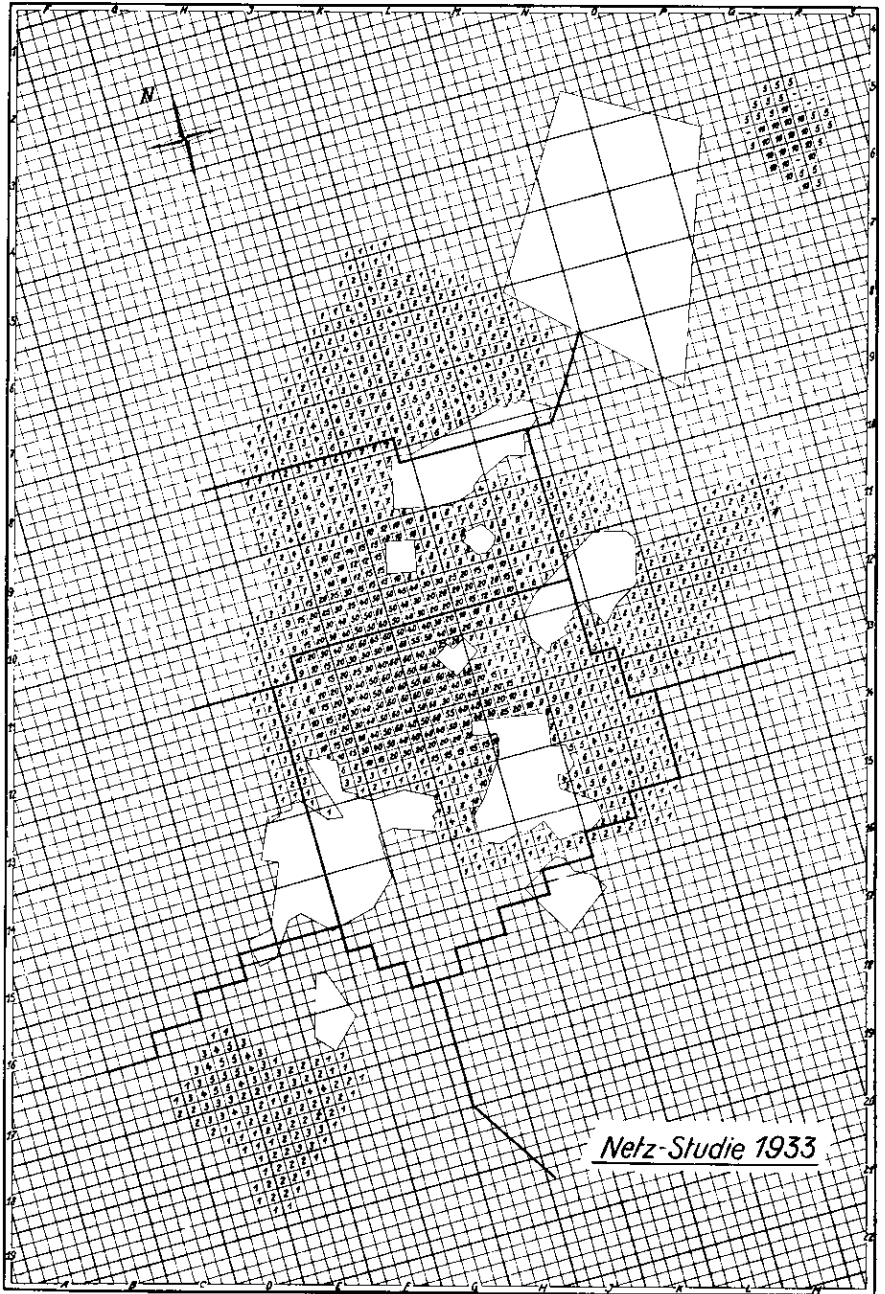


Abb. 140. Teilnehmerdichte je 100 m² einer Stadt 1933.

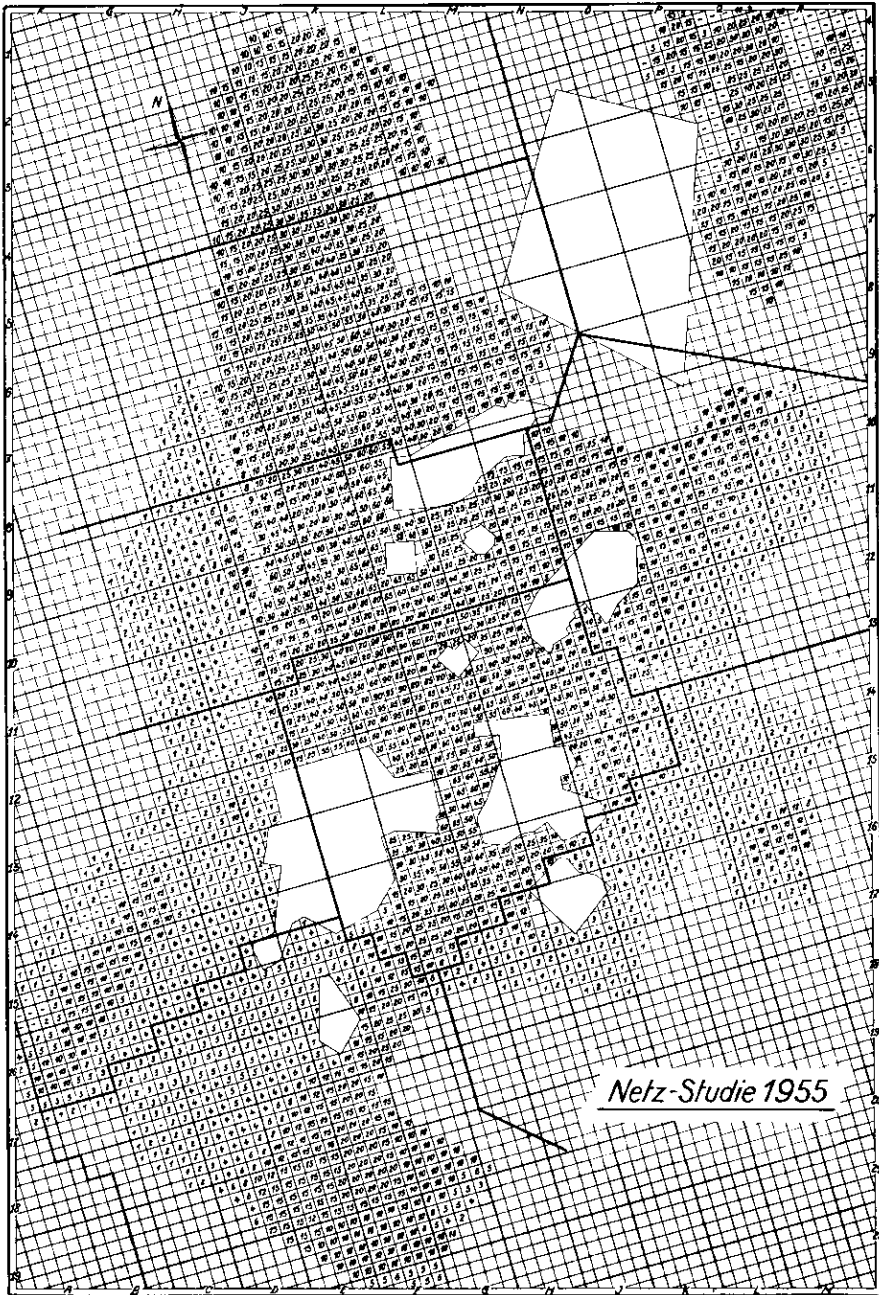


Abb. 141. Wahrscheinliche Teilnehmerdichte je 100 m² derselben Stadt 1955.

ringsten Aufwand an Leitungsmaterial. Hier müssen die Grundsätze für eine gute Netzgestaltung Anwendung finden. Diese sind:

1. Weitgehende Dezentralisation der Ämter zur Verkürzung der schlecht ausgenutzten Teilnehmerleitungen.
2. Geringe Zahl von Verbindungsleitungsgruppen zur Ersparung von Leitungsführung und damit von teurer Kanalisation.
3. Beste Ausnutzung der Verbindungsleitungen durch Bildung großer Bündel zur Verkleinerung der Leitungszahl.

Bei der Ermittlung der Lage der Ämter geht man von dem zukünftigen Plan aus. Man teilt sich zunächst die Anlage nach dem Augenschein in gewisse Ämter mit ihrem entsprechenden Amtsbezirk ein, und errechnet die mittlere Länge der Teilnehmerleitungen. Hierzu nimmt man die Luftlinienentfernung zwischen Mittelpunkt der einzelnen 10000 m² Flächen und Amt, multipliziert diese mit 1,4, weil die tatsächliche spätere Leitungsführung auf gewissen Umwegen erfolgen muß, die eine Vergrößerung um etwa 40% erfordert, und mit der Zahl der Teilnehmer je Flächeneinheit. Die Summe aller dieser Werte, dividiert durch die Zahl der Teilnehmer ergibt die mittlere Teilnehmerleitungslänge des betreffenden Amtes

$$L_{tm} = \frac{1}{T} \sum I_a \cdot T_a \cdot 1,4$$

Mittlere Teilnehmerleitung = $\frac{1}{\text{Teilnehmerzahl}} \cdot \text{Summe aller Luftlinienentfernungen} \cdot \text{Teilnehmerzahl} \cdot \text{Faktor}$.

Je kleiner nun die mittlere Teilnehmerleitungslänge wird, um so vorteilhafter ist es, um so billiger wird das Netz. Der Mehraufwand an Verbindungsleitungen bei Dezentralisierung beträgt dagegen nur wenige Prozente. Es muß aber beachtet werden, daß viele Ämter bei starker Dezentralisation viele Gebäude bedingen, die erhebliche Kosten für den Bau selbst, aber auch für den Grund und Boden erfordern, der im Stadttinnern sehr teuer ist. Es stehen sich gegenüber ersparte Netzkosten und Mehraufwand an Gebäuden und Grundstücken. Die Apparatkosten eines guten Systems in den Ämtern werden praktisch bei Dezentralisation nicht vergrößert, evtl. aber die Pflegekosten, wenn der Betrieb mehr Personal erfordern sollte. Je kleiner die Zahl der Teilnehmer in den Ämtern ist, um so größer werden die Kosten für Gebäude und Grundstück, die auf den Teilnehmer entfallen, sein. Dieser Betrag wird nach der Peripherie einer Anlage kleiner und kleiner, weil die Preise für die Grundstücke erheblich niedriger werden, so daß man ganz zwanglos zu der richtigen Lösung kommt: große Ämter im Stadttinnern, kleine Ämter an der Peripherie. Zu demselben Resultat kommt man auch, wenn man von der mittleren Teilnehmerleitungslänge ausgeht, weil die Teilnehmerdichte nach der Peripherie einer Anlage stark abnimmt und daher die mittlere Teilnehmerleitungslänge bei gleich großen Ämtern stark ansteigen würde. Man wird daher im Stadttinnern Ämter mit 10000 Teilnehmer und mehr bilden, an der Peripherie dagegen Ämter mit erheblich weniger Teilnehmern.

Hat man sich die Anlage roh in Amtsbezirke eingeteilt, so erhält man dann die kleinste mittlere Teilnehmerleitungslänge, wenn die Ämter im Schwerpunkt ihres Bezirkes liegen. Dieser Punkt wird gefunden, indem man eine Linie von oben nach unten so durch den Anschlußbereich des Amtes zieht, daß die Summen aller Teilnehmerabstände von dieser Linie rechts und links einander gleich sind. Dann legt man eine Linie von rechts nach links durch diesen Bereich, so daß die Summe aller Teilnehmerabstände oben gleich der Summe unten ist. Der Schnittpunkt dieser Linien ist der Schwerpunkt. Angenähert findet man diesen Punkt, wenn man die beiden Linien so legt, daß die Zahl der Teilnehmer auf beiden Seiten gleich ist. Dieser Punkt ist aber für die Gesamtlage noch nicht der günstigste, weil der Einfluß der Verbindungsleitungen bisher noch nicht in Rechnung gezogen worden ist. Durch Berücksichtigung der Verbindungsleitungen wird der Amtspunkt etwas vom Schwerpunkt entfernt. Bei einem Peripherieamt z. B., das nur Gruppen von Verbindungsleitungen in einer Richtung hat, wird der Amtspunkt in Richtung der Verbindungsleitungen zum Stadtinnern hin verschoben, und zwar so weit, daß Teilnehmerleitungen plus Verbindungsleitungen ein Minimum bilden. Bei der gedachten Bewegung des Amtspunktes in der Richtung der Verbindungsleitungen werden die Verbindungsleitungen kleiner, die Teilnehmerleitungen aber länger. Die Summe muß ein Minimum ergeben. Nur bei einem Stadtamt, bei dem nach allen Richtungen etwa gleiche Verbindungsleitungen ausgehen, fallen Schwerpunkt der Teilnehmerleitungen und Amtspunkt zusammen. Sind die Verbindungsleitungen ungleich, so verschiebt sich der Amtspunkt. Man kann sich die Verbindungsleitungen als Gummifäden vorstellen, deren Spannung in der Richtung der Verbindungsleitungen wirkt und eine Stärke proportional der Verbindungsleitungslänge hat, die den Amtspunkt vom Schwerpunkt zu entfernen sucht. Man muß nun so lange rechnen, die Amtsbezirke und Ämter verschieben, bis man das Minimum an Leitungsaufwand für Teilnehmer- und Verbindungsleitungen gefunden hat. Man kann zuerst mit 40000-m²-Flächen, später mit 10000 m² rechnen. Auch hierbei wird man bald eine gewisse Übung erlangen, durch die die Lösung der Aufgabe erleichtert wird.

Es wird nicht immer möglich sein, die Ämter an den theoretischen Amtspunkten zu errichten, weil z. B. Grund und Boden nicht erworben werden können. Man muß dann, um den entstehenden Fehler zu verkleinern, eine Verschiebung der Amtsbezirke um die praktischen Amtspunkte vornehmen, so daß wieder Teilnehmer- plus Verbindungsleitungen ein Minimum werden.

Hat man so die günstigste Lage der Ämter und Amtsbezirke ermittelt und das Minimum an Leitungen erreicht, so entwickelt man das Verbindungsleitungsnetz. Zwar müßte man schon vorher die zukünftige Gestaltung dieses Netzes im allgemeinen ins Auge fassen, um die Richtung der Verbindungsleitungen zu ersehen, doch soll dies erst jetzt ausführlich behandelt werden. Eine gewisse Korrektur des früheren Resultats wird in keinem Falle zu umgehen sein, weil die Verbindungsleitungen, wie gezeigt wurde, einen nicht unerheblichen Einfluß auf die Lage des Amtspunktes haben.

Der oberste Grundsatz ist hierfür die Bildung großer Bündel, deren Leitungszahl möglichst 100 sein soll, weil bekanntlich 100er-Bündel die beste Ausnutzung haben. Besondere Schwierigkeiten würden zunächst die kleinen Peripherieämter mit ihren kleinen Verbindungsleitungsbündeln bereiten. Es ist aber längst bekannt, daß alle diese Bündel zu nur zwei Bündeln, einem abgehenden und einem ankommenden, zusammengelegt werden. Wenn es sich lohnt, können auch diese beiden zu einem Bündel vereinigt werden, dessen Leitungen in beiden Richtungen ausgenutzt werden. Ganz allgemein werden von allen denjenigen Ämtern, deren Bündel klein sind, diese zu einem oder zwei großen Bündeln zusammengelegt. Dadurch erhält man zunächst große Bündel mit guter Leitungsausnutzung, dann aber auch eine beträchtliche

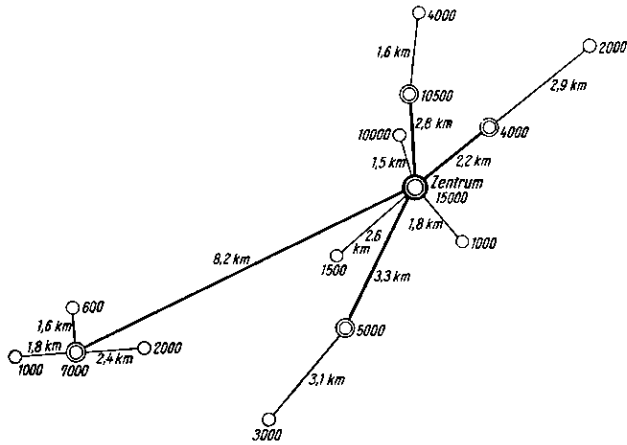


Abb. 142. Netzplan 1955.

Reduktion der Verbindungsleitungsgruppen, was für die Ermäßigung der Kosten für die Kanalisation von großer Wichtigkeit ist.

Für die Ermittlung der besten Netzgestaltung der Verbindungsleitungen sind die Quadrate mit den Teilnehmerdichten nicht mehr erforderlich. Man zeichnet daher zur besseren Übersicht neue Pläne nur mit den eingetragenen Ämtern und deren Teilnehmerzahl und entwickelt daraus das beste Verbindungsleitungsnetz. Es werden für die verschiedenen Fälle, mehr oder weniger Haupt- und Unterämter, die Netzkosten errechnet und damit die wirtschaftliche Lösung gefunden. Als Länge der Verbindungsleitungen wird die 1,2fache Luftlinienentfernung der Ämter eingesetzt, weil auch hier gewisse Umwege unvermeidbar sind. Die Zahl der Verbindungsleitungen wird aus dem Verkehr errechnet. Für unser Beispiel haben sich ein einziges Hauptamt, das im dichtesten Geschäftsviertel liegt und den größten und wichtigsten Verkehr umfaßt, und 13 Unterämter ergeben. Abb. 142 zeigt diesen Plan, der für diese Anlage zugrunde gelegt worden ist. Würden z. B. 6 Haupt-

ämter gebildet werden, so würde der Netzplan viel komplizierter und teurer werden, weil mehr Verbindungsleitungsgruppen und mehr Verbindungsleitungen selbst erforderlich werden. Abb. 143 zeigt diesen Plan, der im Vergleich mit dem Plan Abb. 142 deutlich den großen Unterschied erkennen läßt. An Stelle von 13 sind 23 Verbindungsleitungsgruppen erforderlich.

Ist das Verbindungsleitungsnetz gefunden, so fragt es sich, welches Amtssystem eignet sich am besten. Das System soll alle modernen Forderungen des Fernsprechbetriebes erfüllen, sich leicht allen notwendigen auch unvorhergesehenen Änderungen anpassen lassen und gleich gut geeignet für größte und kleinste Ämter sein. Die modernen direkt angetriebenen Schrittschaltsysteme haben bisher in der Praxis alle diese Bedingungen in der wirt-

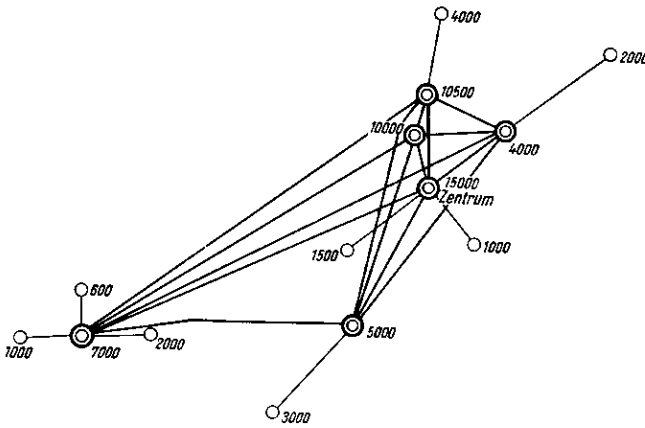


Abb. 143. Netzplan mit 6 Hauptämtern.

schaftlichsten Weise erfüllt. Dabei ist zu beachten, daß die Ausführung der meisten Ämter als Unterämter dann aus wirtschaftlichen Gründen besondere Einrichtungen erfordert, wenn der Lokalverkehr der Unterämter nicht unerheblich ist. Da die I. GW aller Unterämter im Hauptamt konzentriert sind, so müßte normalerweise die Lokalverbindung eines Unteramtes über das Hauptamt verlaufen und Verbindungsleitungen unnötigerweise belegen. Ist dieser Verkehr unerheblich, so wird die Zahl der Verbindungsleitungen dadurch nur sehr wenig vergrößert. Fällt der Lokalverkehr ins Gewicht, so werden Mitlaufwerke verwendet, die Lokalverbindungen auch lokal schalten und dabei sowohl Verbindungsleitungen als auch Wähler ersparen.

Trägt man in den Plan für den Zustand im Jahre 1933 die ermittelten Ämter ein, so ersieht man sofort, daß die Bildung aller dieser Ämter schon im Jahre 1933 nicht erforderlich ist. Sie werden später mit zunehmender Entwicklung errichtet. Zunächst werden nur 3 Ämter gebildet, wie Abb. 144 es erkennen läßt. Das Kabelnetz und die Kanalisation werden aber schon so ausgebaut, daß später mit den geringsten Kosten die Ämter in das Kabel-

netz eingefügt werden können. Unter Umständen empfiehlt sich aber schon jetzt eine Sicherung des Bauplatzes für das Gebäude. Alle Teilnehmerleitungen dieser Amtsbezirke werden schon jetzt nach dem zukünftigen Amte zusammengezogen und von dort mit einem besonderen Kabel mit dem Hauptamte verbunden, so daß später die Einschleifung der Ämter leicht erfolgen kann. Dieses besondere Kabel wird später das Verbindungsleitungs-kabel zwischen Haupt- und Unteramt.

Wenn die zukünftigen Ämter festliegen, ist es nicht besonders schwierig, einen Kabelplan mit zweckmäßiger Kanalisation zu entwerfen, bei dem die Ausführungsmöglichkeit, Straßen, Bodenverhältnisse, Gas- und Wasserleitungen berücksichtigt werden. Die Hauptkanalisation, besonders für die Verbindungsleitungen, verläuft zwischen dem Hauptamt und den Unterämtern, die weitere Kanalisation, die in der Hauptsache die Teilnehmerleitungen aufzunehmen hat, verläuft in den betreffenden Amtsbezirken selber.

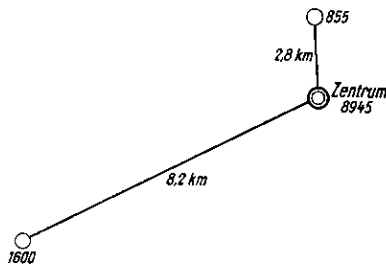


Abb. 144. Netzplan 1933.

Bei der Projektierung eines Netzes ist noch auf gewisse fremde Beeinflussungen zu achten, die unter Umständen großen Einfluß haben können

und deren spätere Beseitigung mit ungewöhnlich hohen Mitteln erfolgen muß. Diese Beeinflussungen sind mannigfaltig; z. B.:

1. Starkstrombeeinflussungen, die bei Gleichstrom Korrosionserscheinungen, bei Wechselstrom Geräusche und direktes Versagen der Amtseinrichtungen zur Folge haben können. Unter Umständen ist Blitzgefahr zu berücksichtigen.
2. Wasser, was ebenfalls Korrosionserscheinungen und weiter Unterspülungen der Anlage verursachen kann.
3. Gase, die Korrosionserscheinungen anderer Art und evtl. Explosionsgefahr bringen können.

Als bestes und wirksamstes Mittel gilt immer noch gegen alle diese Einflüsse die Vergrößerung der Entfernung, d. h. mit der Kanalisation und den Kabeln möglichst weit wegzugehen von den beeinflussenden Kräften.

Das Netz einer Telefonanlage wird vielfach noch für Sonderbetriebe herangezogen, weil die Kosten von Sondernetzen viel größer sein würden, als wenn sich diese Betriebe Leitungen von den Telephonverwaltungen mieten. Die Netzanlage muß derartige Sonderzwecke in wirtschaftlicher Weise zulassen. Daher empfiehlt sich nicht ein starres Netz, bei dem die Leitungen vom Amt bis zum Teilnehmer fest durchverbunden sind, sondern ein gemischtes Netz, wo eine gewisse Rangierungsmöglichkeit für einen Teil der Leitungen an Verteilungspunkten besteht. Die Rangierungsmöglichkeit für alle Leitungen vorzusehen, wäre unnötig und viel zu teuer, es genügt für nur einen Teil. Man vermeidet auch gern zu viel Rangierungen, weil sie eine Quelle für Störungen

bilden können. Der Prozentsatz der Rangierungsmöglichkeit richtet sich nach der Größe der zu erwartenden Sonderbetriebe und kann etwa 10 bis 20% betragen.

Die Kanalisation für die Kabel muß auch so angelegt werden, daß die Vorort- und Fernleitungen von ihr aufgenommen werden können. Wenn diese auch bis zum Stadtgebiet unter Umständen als Freileitungen geführt werden, so müssen diese in der Stadt doch unterirdisch verlaufen, wie das Ortsnetz selbst. Die Art der Kabel für Teilnehmer- und Verbindungsleitungen, für Vorort- und Fernverkehr, die Durchmesser der Adern, pupinisiert oder nicht, wobei die Vorschriften des CCI über zulässige Dämpfungen der Leitungen und Apparate im Orts- und Fernverkehr zu berücksichtigen sind, sind wirtschaftliche Fragen, die den örtlichen Verhältnissen entsprechend wiederum auf Grund von Rentabilitätsberechnungen beantwortet werden müssen. Im allgemeinen werden als Teilnehmerkabel solche mit 0,5 oder 0,6 mm Aderdurchmesser verwendet, als Verbindungsleitungskabel solche mit 0,6 bis 0,8 mm Durchmesser der Adern. Vorort- und Fernleitungen haben vielfach noch größere Durchmesser. Maßgebend für die Wahl der Leiterstärke und einer evtl. Pupinisierung der Leitungen ist die zulässige Dämpfung b . Diese darf nach dem CCIF betragen:

- Für Ortsverbindungen $b = 3$ bis 3,5 Neper,
- für Fernverbindungen vom Fernamt zum Teilnehmer $b = 1$ Neper.

Verlaufen die Verbindungen über mehrere Ämter, so wird die zulässige Gesamtdämpfung in zweckmäßiger Weise auf die Ämter, Verbindungs- und Teilnehmerleitungen verteilt. Gewöhnlich sind 2 Ämter beim Aufbau einer Verbindung vom Fernamt zum Teilnehmer beteiligt. Da die Orts- und Fernämter je eine Dämpfung von etwa 0,15 Neper besitzen, so bleiben für die Teilnehmer- und Verbindungsleitungen demnach nur noch 1 minus $2 \cdot 0,15 = 0,7$ Neper übrig, die auf diese verteilt werden können. Als Richtschnur gilt, den schlecht ausgenutzten Teilnehmerleitungen größere Dämpfung, den gut ausgenutzten Verbindungsleitungen kleinere Dämpfung zuzuteilen. Welche Dämpfung die Kabel mit verschiedener Leiterstärke besitzen, zeigt folgende Tabelle:

10 km Kabel mit	0,5 mm Aderdurchmesser	hat eine Dämpfung von	1,2 Neper
10 „ „ „	0,6 „ „ „	„ „ „	„ 1,0 „
10 „ „ „	0,8 „ „ „	„ „ „	„ 0,75 „
10 „ „ „	1,0 „ „ „	„ „ „	„ 0,6 „
10 „ „ „	0,6 „ „ „	„ } pupi-	„ „ „ 0,36 „
10 „ „ „	0,8 „ „ „	„ } nisiert {	„ „ „ 0,22 „
10 „ „ „	1,0 „ „ „	„ } „	„ „ „ 0,15 „

Tabelle 6.

Die Studie soll ein anschauliches Bild der Entwicklung und damit der Lage der Ämter und der Netzgestaltung ergeben. Ohne eine derartige Studie würde sicher nicht der zweckmäßigste Kabelplan zugrunde gelegt werden,

dessen spätere Umänderung und Anpassung zur Berücksichtigung aller neu hinzukommenden Momente mit erheblichen Kosten verknüpft wäre.

Will man weitere Anhaltspunkte über das Anwachsen der Teilnehmer und deren Verteilung auf die Bezirke in der Zwischenzeit zwischen 1933 und 1955 oder darüber hinaus erhalten, z. B. festzulegen, in welchen Jahren die einzelnen Ämter zu errichten sind, so können Studien für die gewissen Jahre in der beschriebenen Weise gemacht werden, die aber, wenn nur gewisse Anhaltspunkte gewonnen werden sollen, angenähert gemacht zu werden brauchen.

Die Größe der zu errichtenden Gebäude für die größeren Ämter ergibt die Studie, aus der die Teilnehmerzahl und deren Anwachsen zu ersehen ist.

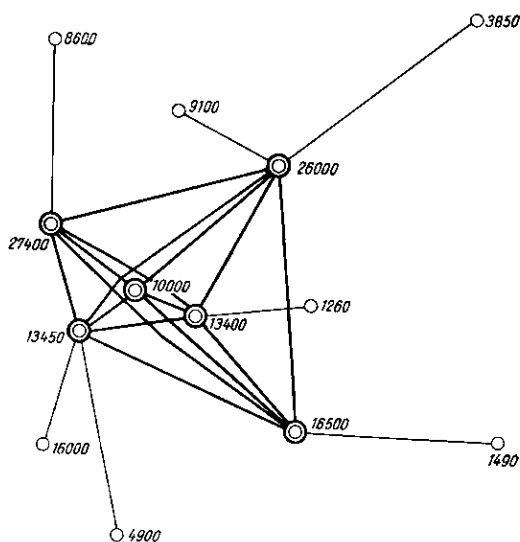


Abb. 145. Fernsprechanlage mit 150 000 Teilnehmern in 13 Ämtern.
Erforderlich sind 231 000 Leitungskilometer.

Die Gebäude müssen so errichtet werden, daß eine Erweiterungsfähigkeit für die späteren Jahre ohne weiteres und ohne besonders hohe Kosten möglich ist. Wie groß sie nun gebaut werden und in welchem Jahre die Erweiterung erfolgen soll, hängt wieder von Rechnungen ab. Zuerst klein bauen und in kurzen Zeitabschnitten erweitern ist teuer. Sehr groß bauen und erst in späteren Zeiten erweitern wird aber auch teuer, unter Umständen teurer, als mittelgroß bauen, weil die Räume jahrelang praktisch unbenutzt bleiben. Rechnungen, die die örtlichen Verhältnisse berücksichtigen, müssen den besten Zeitabschnitt ergeben.

Schwieriger mitunter als die Planung der Gebäude für die großen Ämter ist die Frage der Unterbringung der kleineren Peripherieämter. Besondere Gebäude zu errichten ist nicht wirtschaftlich, oder aber, die Gebäude müssen für andere Zwecke mitverwertet werden, so daß nur ein Bruchteil der Kosten auf die kleinen Ämter entfällt. Gelingt es, zweckmäßige Privathäuser mit langjährigen Verträgen zu mieten, so kann dies eine annehmbare Lösung sein. Eigene Gebäude, wenn die Wirtschaftsberechnungen es zulassen, haben natürlich viele Vorteile.

In den Gebäuden sind zweckmäßig neben den Amtsräumen, zu denen auch Hauptverteileräume, Auskunfts- und Störungsstelle, Batterie- und Maschinenraum sowie Lagerraum gehören, die Räume für die Verwaltung, für Büros, evtl. auch Amtswohnungen und Räume für den Verkehr mit dem

Publikum oder auch Räume für Münzfernsprecher unterzubringen. Auch bei diesen Räumen ist auf spätere Vergrößerung Rücksicht zu nehmen. Zweckmäßig werden Kabeleinführung, Batterie- und Maschinenraum sowie Lagerräume im Keller untergebracht, Hauptverteiler, Störungsstelle und Räume für den öffentlichen Verkehr im Erdgeschoß, alle Verwaltungsräume im I. Stock und der Wählersaal im II. Stock, worauf später ein III. Stock für die Erweiterung der Amtsräume vorgesehen werden sollte. Daß man wichtige Verwaltungsräume, auch solche zum öffentlichen Verkehr, nach vorn und weniger wichtige Räume nach hinten legt, ist selbstverständlich. Dabei ist auf den Einfluß von Staub und Feuchtigkeit auf die verschiedenen Räume, auf Deckenbelastung und Ausgestaltung der Räume zu achten.

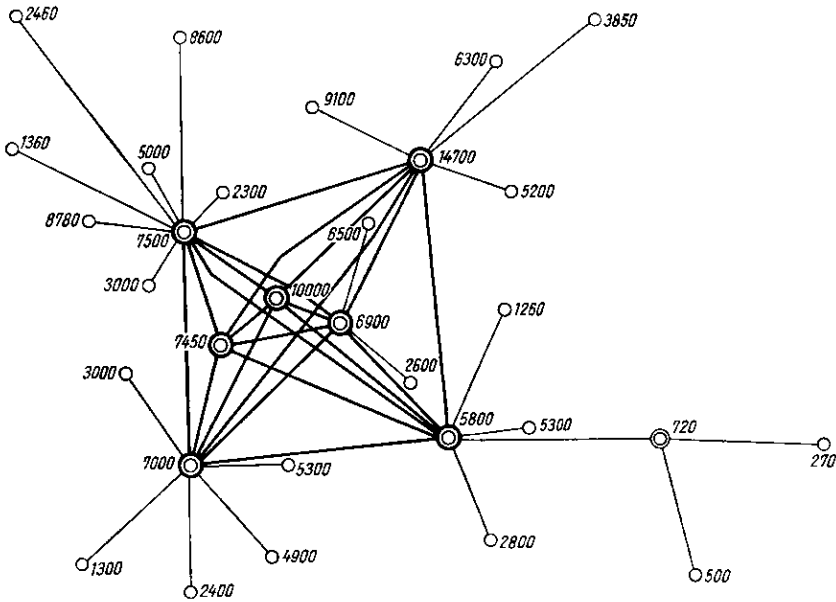


Abb. 146. Fernsprechanlage mit etwa 150 000 Teilnehmern in 31 Ämtern.
Erforderlich sind 157 000 Leitungskilometer.

Eine sehr wichtige Frage ist, mit welchen Reserven soll gebaut werden. Große Reserven vermeiden frühzeitige Erweiterungen, legen aber Kapital fest, was sich nicht verzinst. Kleine Reserven vermeiden diesen Fehler, doch sind manche Erweiterungen recht kostspielig; man denke nur an die Kanalisation in den Straßen. Man wird daher Untersuchungen anstellen über Kosten der Reserven und Erweiterungen und zweckmäßig mit verschiedenen Reserven bauen. Als Richtschnur kann wohl folgendes dienen:

Die Anlage der Kabelkanalisation ist äußerst teuer, weil gewöhnlich wichtige Straßen aufgerissen und wieder neu gepflastert werden müssen. Hier sollte mit großen Reserven gebaut werden, z. B. sollte die Kanalisation für 20 bis 30 Jahre ausreichen.

Die Kabelanlage läßt sich, wenn die Kanalisation vorhanden ist, verhältnismäßig leicht erweitern; es würde hier eine Reserve für etwa 3 Jahre wohl ausreichen.

Die Ämter lassen sich ebenfalls leicht erweitern, so daß auch hier eine Reserve von etwa 3 Jahren ausreicht.

Die Erweiterung der Gebäude ist kostspielig, unbequem und stört den Betrieb. Es müssen hier größere Reserven vorgesehen werden. Eine Reserve von 10 Jahren ist wohl angemessen.

Ist die Fernsprechanlage auf Grund einer derartigen Studie aufgebaut und in Betrieb genommen worden, so empfiehlt sich eine Kontrolle in gewissen Zeitabschnitten, wo und wieweit die Studie von der Wirklichkeit abweicht, um rechtzeitig evtl. notwendig werdende Änderungen vorsehen zu können.

Ein Beispiel, was durch eine sorgfältige Studie, bei der alle modernen Grundsätze verwendet werden, erspart werden kann, zeigen die Abb. 145 und 146, die für eine weitere große Anlage entwickelt worden sind. Abb. 145 zeigt die Anlage, wie sie in 25 Jahren vorgeschlagen war, Abb. 146, wie sie sich durch die Entwicklungsstudie als zweckmäßig ergeben hat. Die Kabelanlage in Abb. 146 ergibt gegenüber derjenigen der Abb. 145 eine Ersparnis von 33% des Leitungsmaterials für das Netz, was als ganz außerordentlich zu bezeichnen ist, denn durch diese Ersparnis allein können nahezu die halben Kosten für die technischen Einrichtungen der Ämter bestritten werden.

Der auf Grund einer sorgfältig aufgebauten Studie entworfene Plan einer Fernsprechanlage, bei dem alle Grundsätze der modernen Technik berücksichtigt wurden, wird sicher ein Minimum an Anlagekosten auch auf Jahre hinaus ergeben. Je sorgfältiger die Studie, je planmäßiger gearbeitet wird, um so wirtschaftlicher wird die Anlage sein. Jedes Abweichen von dieser Regel bedeutet mindestens Verlust an Kapital, wenn nicht noch andere unerwünschte Erscheinungen, z. B. Betriebsschwierigkeiten hinzukommen. Nur durch planmäßige Arbeit wird die wirtschaftlichste Anlage geschaffen.

g) Die volkstümlichere Ausgestaltung des Fernsprechers.

Der Fernsprecher ist ein wichtiges Nachrichten- und damit Verkehrsmittel. Ohne seine Hilfe ist das neuzeitliche, besonders in den großen Städten stark pulsierende Leben kaum noch denkbar. Die Ausbreitung des Fernsprechers, die Einwohner-Sprechstellendichte, das ist die Zahl der Sprechstellen auf 100 Einwohner bezogen, ist in den einzelnen Kulturstaaten sehr verschieden. Sie schwankt von 14 in den Vereinigten Staaten bis 4,5 in Deutschland, 3 in Frankreich und 0,5 in Rußland. Im Mittel beträgt sie etwa 1,5. Da die jährliche Zunahme an Sprechstellen in allen Staaten im Mittel etwa 7% beträgt, so kommen jährlich, auf 100 Einwohner bezogen, etwa 0,1 Anschlüsse hinzu. Da weiter die Bevölkerungszunahme in diesen Staaten, auf 100 Einwohner bezogen, jährlich nur etwa 0,8% beträgt, so wächst demnach die Ausbreitung des Fernsprechers nur verhältnismäßig langsam. Die Ursache

dieser langsamen Zunahme liegt in den heute noch recht hohen Kosten, die die Fernsprechanschlüsse verursachen. Die große Einwohner-Sprechstellendichte in den Vereinigten Staaten beruht auf den seit langer Zeit eingeführten Gesellschaftsanschlüssen, party line, die im Mittel 60% aller Sprechstellen betragen.

Die Zunahme der Fernsprechanschlüsse erstreckt sich hauptsächlich auf die Einführung des Fernsprechers in die Privatwohnungen, weil wohl alle Geschäfte und Betriebe Fernsprechanschlüsse schon aus geschäftlichen Gründen besitzen. Trotzdem nun die Verwaltungen die Gebühren für Anschlüsse in Privatwohnungen, also für Wenigsprecher, zur Förderung der Einführung so weit herabsetzen, daß sie schon nicht mehr rentabel sind, so sind die Gebühren trotzdem immer noch zu hoch, um eine allgemeine Einführung in die Wohnung des Privatmannes zu ermöglichen. Aus volkswirtschaftlichen Gründen muß angestrebt werden, daß genau so, wie zu jeder Wohnung ein Gas-, Wasser- und elektrischer Anschluß gehört, auch ein Fernsprechanschluß vorhanden ist. Von diesem erstrebenswerten Endzustand ist man aber noch recht weit entfernt. Es fragt sich, welches sind die Ursachen der zu hohen Kosten eines Wohnungsanschlusses, und welche Mittel stehen zur Verfügung, den Fernsprechanschluß für Wohnungen sowohl für die Verwaltungen, als auch für die Teilnehmer so wirtschaftlich zu gestalten, daß eine allgemeine Einführung möglich wird.

Die Bestrebungen, billige Wohnungstelephone zu schaffen, sind schon sehr alt. Im Jahre 1910 hat Dr. Steidle auf dem Pariser Kongreß in seinen Vorträgen: „Die Technik des automatischen Kleingruppenbetriebes in verschiedenen ländlichen Ortsnetzen Bayerns“ und „Tarif und Technik des städtischen Fernsprechwesens“ darüber berichtet.

Wohnungsanschlüsse haben im allgemeinen einen sehr schwachen Verkehr, so daß die Amtseinrichtungen, Leitungen und Apparate nur sehr schlecht ausgenutzt werden. Nach Beobachtungen an vielen Stellen wird im Mittel nur etwa eine Verbindung pro Tag gefordert, so daß von täglich 1440 zur Verfügung stehenden Minuten höchstens 3 bis 4 für Gespräche ausgenutzt werden, was einem Wirkungsgrade von 0,2 bis 0,3% entsprechen würde. Ein derartig schlechter Wirkungsgrad ist in der ganzen übrigen Technik nirgends zu finden und muß, wenn der erwähnte erstrebenswerte Endzustand erreicht werden soll, unbedingt verbessert werden.

Zunächst läßt sich leider der schlechte Wirkungsgrad eines Teilnehmerapparates und der dazugehörenden Leitung nicht verbessern. Es gibt nur ein Hilfsmittel, den Einfluß der besonders teuren und schlecht ausgenutzten Teilnehmerleitung zu verkleinern, diese so kurz wie nur irgend möglich zu machen, d. h. viele Ämter zu bilden, also weitgehend zu dezentralisieren. Dadurch entstehen besonders an der Peripherie einer Anlage mit der zunehmenden Verkürzung der Teilnehmerleitungen immer kleinere und kleinere Ämter, und es fragt sich, wie weit soll man mit der Dezentralisierung und mit der Verkleinerung der Ämter gehen? Man hat jetzt schon Unterämter mit 1000, 100 und 50 Teilnehmern, und es ist die Frage aufzuwerfen, ob es

nicht zweckmäßig wäre, noch kleinere Einheiten, beispielsweise für nur 10 Teilnehmer zu schaffen. Dadurch würden die eigentlichen Teilnehmerleitungen, die den schlechten Wirkungsgrad aufweisen, außerordentlich kurz, ihr Einfluß also klein werden, denn die Teilnehmerleitungen eines oder zweier benachbarter Häuser wären dann nur zu einer derartigen, in der Nähe der Teilnehmer anzuordnenden ganz kleinen Zentrale zu führen. Die Verbindungs- oder Amtsleitung von dieser kleinsten Zentrale zum nächsten Amt hat dann schon einen ganz bedeutend besseren Wirkungsgrad als die eigentliche Teilnehmerleitung. Dabei wäre aber aus wirtschaftlichen Gründen zu fordern, daß die Unterhaltungskosten durch die äußerst starke Dezentralisation gegen den früheren Zustand nicht größer würden, was die Verwendung aller-einfachster und solider Einrichtungen bedingt.

Es gibt nun schon für solche Zwecke mehrere Arten von Einrichtungen, und zwar:

1. Nebenstellen-Einrichtungen.

Einer Leitung zum Amt ist eine Anzahl Nebenstellen zugeordnet, die mit der Amtsleitung über einen kleinen Umschalter sowohl für den abgehenden als auch für den ankommenden Verkehr durch eine Hilfsperson verbunden werden (Abb. 147a). Das Nebenstellennetz breitet sich strahlenförmig vom Nebenstellenumschalter aus, die Nebenstellen liegen demnach gewissermaßen parallel am Umschalter.

2. Reihenapparate.

Hierbei ist ebenfalls der Amtsleitung eine ganze Reihe von Nebenstellen zugeordnet, die aber die Verbindung zum Amt, wenn die Leitung frei ist, sich selber durch Umlegen eines Schalters herstellen, während ankommende Verbindungen durch eine Hauptstelle in der Weise vermittelt werden, daß die Hauptstelle angerufen wird, abfragt und die gewünschte Nebenstelle anruft und sie auffordert, sich in die Amtsleitung einzuschalten (Abb. 147b). Die Nebenstellen liegen in Reihe an der Amtsleitung; die letzte Stelle ist die Hauptstelle, die die ankommenden Verbindungen vermittelt.

3. Gruppenstellen und Wohnungstelephone.

Hierbei vollzieht sich der abgehende und ankommende Amtsverkehr ohne Hilfe einer Vermittlungsperson. Die Teilnehmer schalten sich selber auf das Amt und erreichen die Amtsleitung, wenn sie frei ist. Bei ankommenden Verbindungen werden sie durch gewisse Wahleinrichtungen vom Amt aus direkt angerufen (Abb. 147c). Die Netzgestaltung der Gruppenstellen ist wie die der Nebenstellen strahlenförmig von der Zentrale. Die Gruppenstellen entsprechen daher den Nebenstellenanlagen unter 1, wobei aber jede Handvermittlung weggefallen ist.

4. Gesellschaftsanschlüsse, auch party-line genannt.

Das sind Anschlüsse, die den Reihenapparaten entsprechen, die aber ebenfalls ohne jede Vermittlung sich auf die Amtsleitung schalten und auch

ohne Vermittlungsstelle vom Amt aus angerufen werden können (Abb. 147d). Das Netz kann sternförmig wie unter 1 und 3, es kann aber die Amtsleitung auch in Reihe die Apparate durchlaufen, also Parallel- oder Reihenschaltung der Stellen.

Bei allen diesen Arten von Anschlüssen können einer Amtsleitung 5, 10, ja, je nach dem Verkehr, auch 20 Apparate angeschaltet werden. Es kann aber auch für eine derartige Gruppe mehr als eine Amtsleitung verwendet werden. Die Zahl der Apparate und die Zahl der Amtsleitungen richten sich nach dem Verkehr der Neben- oder Gruppenstellen.

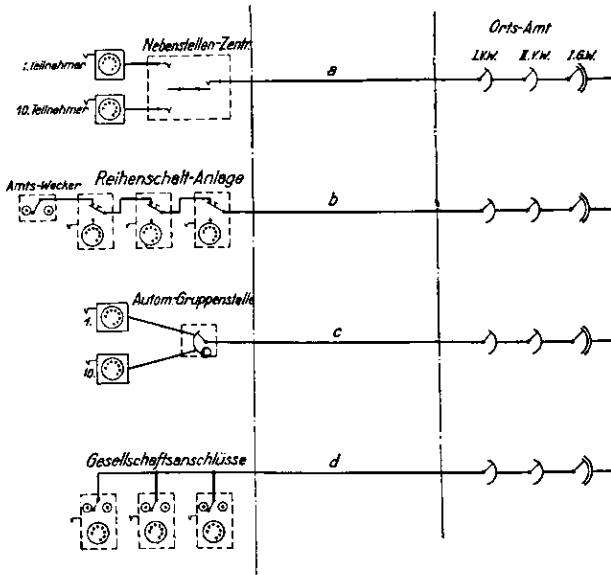


Abb. 147. Schematischer Plan für Neben-, Reihen- und Wohnungsanschlüsse im Zusammenhang mit dem Amt.

Die Nebenstellen unter 1 und die Reihenapparate unter 2 erfordern zu ihrer Bedienung Personal. Man ist daher wegen der beschränkten Dienstzeit des Personals nicht unabhängig, so daß diese Arten der Sprechstellen nicht zu jeder Tages- und Nachtzeit benutzt werden können. Die Abhängigkeit vom Personal und besonders auch die Wirtschaftlichkeit der Anlage führen dazu, auf diese Art der Vermittlung für öffentliche Sprechstellen zu verzichten, um so mehr, als die Ausbreitung des selbsttätigen Fernsprechwesens mit Riesenschritten fortschreitet, und es sollten durch irgendwelche Handvermittlung in selbsttätigen Anlagen die Vorteile dieses Betriebes nicht wieder vernichtet werden. Außerdem eignen sich diese Einrichtungen mehr für geschlossene Betriebe als für öffentliche, voneinander unabhängige Stellen.

Als zukünftige Betriebsform für Wohnungstelephone bleiben also nur Gruppenstellen und Gesellschaftsanschlüsse übrig. Wenn aber diese Arten von Wohnungstelephonen wirtschaftlich arbeiten und möglichst weite Ver-

breitung finden sollen, so müssen die dafür erforderlichen Einrichtungen so einfach wie möglich sein, damit nicht das bei den Leitungen und Amtseinrichtungen ersparte Anlagekapital für teure Vermittlungseinrichtungen bei den Sprechstellen wieder aufgewogen wird. Diese Gefahr besteht, denn bei eingehender Betrachtung des Problems entsteht sofort eine ganze Anzahl wünschenswert zu erfüllender Forderungen, die eine erhebliche Verteuerung der Einrichtungen verursachen würden. Es ist daher ganz allgemein die Frage aufzuwerfen, welche von den für diese Betriebsform zu erhebenden Forderungen zu erfüllen und welche aus wirtschaftlichen Gründen wegzulassen sind. Es muß also, um die wirtschaftlichste Form der Gruppenstellen zu finden, eine sehr genaue Untersuchung aller zu erhebenden Forderungen auf die Zweckmäßigkeit ihrer Einführung vorgenommen werden.

Zunächst seien die Hauptforderungen, die für solche Anlagen erhoben werden können, der Reihe nach aufgezählt:

1. Verkehr der Stellen einer Leitung untereinander.
2. Leitungsschluß einer Sprechstellenleitung oder fehlerhafte Bedienung der Apparate sollen die Amtsleitungen nicht außer Betrieb setzen.
3. Möglichst keine Stromquelle bei den Teilnehmern, oder, wenn eine solche nicht zu umgehen ist, möglichst einfache Ladung und Wartung derselben.
4. Einfacher Fernverkehr. Soll eine Trennung für Fernverbindungen vorgesehen werden?
5. Einfache Apparatur bei den Sprechstellen.
6. Keine Störung eines Gesprächs durch andere Teilnehmer der Gruppe.
7. Welche Art der Gebührenverrechnung der Teilnehmer untereinander empfiehlt sich?
8. Signalisierung außergewöhnlicher Zustände zum Amt und Überwachung vom Amt.
9. Wieviel Amtsleitungen? Wieviel Sprechstellen sollen zweckmäßig genommen werden?
10. Einfache Einschaltung der Gruppenstellen ohne Änderung oder Anpassung der Amtsapparatur.

Untersucht man die einzelnen Forderungen auf die durch sie entstehenden Kosten und Ersparnisse, so kommt man zu folgendem Ergebnis:

Zu 1. Der „Verkehr der Sprechstellen untereinander“ ist einfach bei Nebenstellen- und Reihenanlagen, denn die Verbindungen werden noch durch Personal mit einfachen Hilfsmitteln hergestellt. Diese Betriebsformen scheiden aber nach den früheren Überlegungen für die neuzeitliche Entwicklung aus. Bei Gruppenstellen und Gesellschaftsanschlüssen sind zur Erfüllung dieser Forderung entweder im Amt oder an den Gruppenumschaltern besondere Mittel erforderlich. Der Aufwand beträgt pro Sprechstelle gerechnet etwa 2 Relais. Wird auf diese Forderung verzichtet, so können die Einrichtungen sehr einfach sein. Bei Beantwortung dieser Frage muß berücksichtigt werden, wo die Telephone verwendet werden sollen, entweder in der Stadt oder auf dem Lande. In der Stadt wird man natürlich auf denselben Gruppen-

umschalter die Teilnehmer legen, die möglichst dicht am Umschalter, daher möglichst in demselben oder dem benachbarten Hause wohnen. Ein Bedürfnis zu einem Gespräch mit einem Nachbar wird deshalb gar nicht vorhanden sein, so daß sich das für diese Zwecke aufzuwendende Kapital gar nicht verzinst. Man kann daher ruhig auf den internen Verkehr der Teilnehmer verzichten und dafür lieber die Gebühren niedriger stellen.

Anders ist es auf dem Lande. Hier sind die Entfernungen größer, so daß hierfür die Möglichkeit des Internverkehrs der Teilnehmer zweckmäßig vorgesehen wird. Die Gebühren für Wohnungstelephone werden sich daher auch auf dem Lande höher als in der Stadt stellen. Die jährlichen Kosten betragen pro Sprechstelle, 10% Tilgung und Verzinsung gerechnet, 0,2 Relais, was für Wohnungstelephone schon recht ins Gewicht fällt. Man unterscheidet daher Wohnungstelephone ohne Internverkehr mit billigem Tarif für die Stadt und Gruppenstellen mit Internverkehr ohne Tarifiermäßigung für das Land.

Zu 2. „Leitungsschluß einer Sprechstellenleitung oder fehlerhafte Bedienung der Apparate sollen die Amtsleitungen nicht außer Betrieb setzen.“ Diese Forderung ist wichtig, denn wenn nur eine Amtsleitung vorhanden ist, sollte diese nicht durch derartige Einflüsse für den Betrieb unbrauchbar gemacht werden können. Um diese Forderung zu erfüllen, muß pro Sprechstelle ein Relais aufgewendet werden. Der Aufwand ist verhältnismäßig groß. Wenn die Sprechstellenleitungen gut verlegt sind, z. B. in Kabel in einem Hause, so daß Leitungsstörungen kaum zu erwarten sind, sollte man im Interesse der Einfachheit und Billigkeit der Einrichtungen auf diese Forderung verzichten; handelt es sich aber um schlecht unterhaltene, lange Freileitungen, so wäre der Betrag hierfür aufzuwenden.

Für Wohnungstelephone in der Stadt mit ihren sehr kurzen und guten Leitungen ist die Erfüllung der Forderung überflüssig; für Gruppenstellen des Landes wird sie erfüllt werden müssen, weil die Leitungen länger und weniger gut als in der Stadt sind. Manipulationsfehler der Teilnehmer scheiden bei der Betrachtung aus, weil sie bei der Überwachung der Ämter bemerkt werden und Abstellung auch ohne besondere Einrichtungen erfolgen kann, z. B. anheulen bei dauernd abgehängtem Hörer.

Zu 3. „Möglichst keine Stromquelle bei den Teilnehmern, oder, wenn eine solche nicht zu umgehen ist, möglichst einfache Ladung und Wartung derselben.“ Diese Forderung hatte früher gewisse Bedeutung, als die Stromquellen noch nicht so zuverlässig gebaut wurden wie heute und einfache Ladeeinrichtungen noch nicht zur Verfügung standen. Durch den Rundfunk sind viele Teilnehmer im Besitz von kleinen Batterien, sogar mit Wartung und besonderer Aufladung, so daß die Unterhaltung einer kleinen, 6 bis 10 V betragenden Batterie bei der Gruppenstelle, die bei freier Amtsleitung über diese vom Amt in einfacher Weise vollkommen selbsttätig aufgeladen wird, nicht von Bedeutung ist. Die Wartung wird bei selbsttätiger Ladung praktisch gleich Null. Wohnungstelephone werden ohne, Gruppenstellen mit Batterie ausgerüstet.

Zu 4. „Einfacher Fernverkehr“ ist unter allen Umständen anzustreben. Da der Fernverkehr von derartigen Wohnungsanschlüssen außerordentlich schwach ist, sollte auf jede Komplikation, die stets eine Verteuerung der Einrichtungen bedeutet, verzichtet werden. Es würde z. B. die Trennung von Ortsverbindungen, die einfach ist, vollkommen genügen, während auf die Trennung des Wohnungsanschluß-Teilnehmers von der Leitung, die kompliziert und teuer ist, verzichtet wird. Wenn das Fernamt die Ortsverbindung getrennt hat, so hängt der Teilnehmer schon selbst ein, da er doch keine weitere Verbindung durch das Dazwischentreten des Fernamts erhält. Das Fernamt kann dann den gewünschten Teilnehmer rufen. Für diesen Betrieb sind besondere Mittel nicht erforderlich.

Zu 5. „Einfache Apparatur bei den Sprechstellen.“ Diese Forderung ist unter allen Umständen zu erfüllen, denn bei den Sprechstellen, die dezentralisiert liegen, ist jede Komplikation vom Übel, weil die Wartung komplizierter Apparate durch das Amtspersonal infolge der großen Entfernung mit erheblichen Kosten verknüpft ist. Die Bedingung kann dann einfach erfüllt werden, wenn auf alle Komplikationen verzichtet wird. Es müssen daher bei den Sprechstellen normale Stationen verwendet werden. Bei Gesellschaftsanschlüssen ist das nicht möglich, weil die Stationen für diesen Verkehr besonders einzurichten sind. Sie enthalten gegebenenfalls besonders komplizierte Wecker, besondere Schaltungen, unter Umständen Relais, usw.

Zu 6. „Keine Störung eines Gesprächs durch andere Teilnehmer der Gruppe.“ Es gibt zwei Möglichkeiten des Betriebes: entweder jeder Teilnehmer kann sich ohne Prüfung auf „frei sein“ auf die Leitung aufschalten und in ein Gespräch eintreten, wie das bei einigen Arten von Gesellschaftsleitungen der Fall ist; oder aber, wenn die Teilnehmer sich einschalten wollen, erfolgt erst eine Prüfung, ob die Leitung frei ist, und nur in diesen Fällen erfolgt die Durchschaltung, wie sie bei den Gruppenstellen zur Anwendung kommt. Dieser letzteren Art hat man vorgeworfen, daß Teilnehmer die Leitungen lange Zeit benutzen und für den Fernsprechbetrieb der anderen Stellen sperren können. Das wird aber durch die zuerst angegebene Methode nicht verhindert; denn ist die Leitung durch einen anderen Teilnehmer besetzt, so kann auch, wenn sich andere Teilnehmer in die Leitung einschalten, das vorliegende Gespräch nur gestört, nicht aber aufgehoben werden. Es ist daher die zweite Methode vorzuziehen, wo keine Störung wählender oder sprechender Teilnehmer möglich ist und das Gesprächsgeheimnis gewahrt bleibt. Die Erfüllung dieser Forderung kostet pro Teilnehmer weniger als ein Relais, ein kleiner Aufwand, der für diesen Zweck berechtigt ist.

Zu 7. „Die Art der Gebührenverrechnung der Teilnehmer untereinander“ kann verschieden gewählt werden. Zunächst kann jeder Teilnehmer einen besonderen Gesprächszähler erhalten, der seine gebührenpflichtigen Gespräche aufzeichnet. Es kann aber auch nur ein gemeinsamer Gesprächszähler pro Gruppe im Amt vorgesehen werden, der die Gespräche aller Teilnehmer aufzeichnet. Die Gebühren können dann später mittels eines Schlüssels verteilt

werden. Der erste Fall ist der einwandfrei; er erfordert aber erhebliche Mittel, pro Teilnehmer einen Gesprächszähler und zu dessen Betätigung außerdem noch etwa ein Relais. Für den zweiten Fall sind besondere Aufwendungen nicht erforderlich. Zur Beurteilung, welche Gebührenberechnung sich für Wohnungstelephone empfiehlt, ist ganz allgemein die Frage aufzuwerfen: lohnt sich überhaupt die Gesprächszählung bei Wohnungsanschlüssen? Bei eingehender Prüfung kommt man zu der Überzeugung, daß sich Gesprächszählung nicht lohnt, denn die mittlere Zahl der Gespräche ist mit und ohne Zählung pro Tag etwa 1, wobei natürlich Anschlüsse von Rechtsanwälten und Ärzten nicht zu Wohnungsanschlüssen rechnen. Diese Überlegungen führen dazu, für Wohnungsanschlüsse einen billigeren Pauschaltarif zu schaffen mit Gesprächsbegrenzung; z. B. dürfen derartige Anschlüsse im Monat nur 40 Gespräche führen, wofür sie einen sehr billigen Tarif erhalten. Die Gespräche der Gruppen werden im Amt durch einen Zähler überwacht. Stellt sich heraus, daß zu viel Gespräche vorkommen, so kann durch einen Zusatzapparat, der vorübergehend an der Gruppenstelle befestigt wird, die Belastung jedes einzelnen Anschlusses festgestellt werden. Derjenige, der eine übermäßige Belastung verursacht, wird verwarnet und muß im Wiederholungsfall einen vollwertigen Anschluß nehmen.

In neuzeitlichen Anlagen werden aber nicht nur die Gebühren von Ortsgesprächen, sondern auch die Gebühren von Nahfernverbindungen durch den Teilnehmerzähler aufgezeichnet. In solchen Anlagen wird man die Einschaltung von Gesprächszählern je Wohnungsanschluß nicht umgehen können. Man könnte daher Wohnungsanschlüsse mit Pauschaltarif für einfache Verhältnisse und solche mit Zählertarif für in der Entwicklung weit fortgeschrittene Anlagen vorsehen.

Zu 8. „Die Signalisierung außergewöhnlicher Zustände zum Amt“ kann mit einfachen Mitteln erfolgen, so daß der Einführung dieser Forderung nichts Nachteiliges entgegeng gehalten werden kann. Es ist sehr zweckmäßig, im Amt eine Überwachungsstelle vorzusehen, in der von allen derartigen Gruppen- und Gesellschaftsleitungen Signale über den Zustand der Einrichtungen vorhanden sind. Derartige Signale, z. B. Überwachung der Fernladung, erleichtern die Pflege und Unterhaltung der Stellen, und es können durch zweckmäßige Anordnungen die Abschaltrelais für Leitungsschluß in den Gruppenstellen der Städte erspart werden.

Zu 9. Die Frage „Wieviel Amtsleitungen und wieviel Sprechstellen sollen zweckmäßig genommen werden“ ist von großer Wichtigkeit. Eine Amtsleitung bietet in der Hauptverkehrsstunde bei etwa 5% Verlust an Rufen, was ohne Verluste einer mittleren Wartezeit von 30 s entspricht, nur etwa 4 min Gesprächszeit, während zwei Leitungen bei dem gleichen Verlust 20 min Gesprächszeit und drei Leitungen 50 min Gesprächszeit bieten. Rechnet man für Wohnungstelephone 8% Konzentration, so würde eine Leitung pro Tag 50 min, zwei Leitungen würden 250 min, drei Leitungen 625 min Verkehr bieten, wobei nur in der Hauptverkehrsstunde die Wartezeit 30 s

beträgt. Zu anderen Verkehrszeiten treten keine Verluste auf, ist also die Wartezeit gleich Null. Will man in der Hauptverkehrszeit nur 10 s Wartezeit zulassen, so würde eine Leitung 2 min in der Hauptverkehrsstunde, zwei Leitungen würden 10 min, drei Leitungen 20 min Verkehr leisten. Aus dieser Aufstellung geht hervor, daß, wenn 10 Sprechstellen eine Leitung haben, jede Sprechstelle pro Tag, bei 10 s mittlerer Wartezeit in der Hauptverkehrsstunde und 1,5 min mittlerer Rufdauer, 1,7 Rufe erledigen kann. Läßt man 30 s Wartezeit zu, so sind sogar pro Tag 3,5 Rufe pro Sprechstelle möglich. Für Wohnungstelephone, die nur etwa einen Ruf pro Tag ausführen und etwa einen Ruf empfangen, würde also eine Amtsleitung vollkommen genügen. In der Praxis gesammelte Erfahrungen haben gezeigt, daß 10 Sprechstellen auf einer Leitung bei täglich 20 Rufen zu keinerlei Unzuträglichkeiten

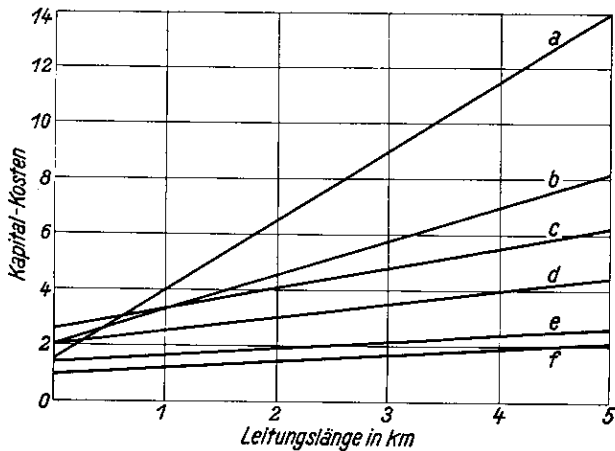


Abb. 148. Einrichtungskosten in Abhängigkeit von der Leitungslänge.

geführt haben, daß aber 80 Rufe pro Tag zuviel sind. Auch als angerufene Nummer wird eine derartige Stelle nicht häufiger besetzt gefunden werden als ein mittelstark sprechender Teilnehmer, der 10 bis 20 Rufe pro Tag verursacht. Geringe Wartezeiten in der Hauptverkehrsstunde spielen bei Wohnungsanschlüssen mit niedrigem Gebührentarif keine Rolle, um so weniger, als der Verkehr derartiger Stellen größtenteils außerhalb der Hauptverkehrsstunde fällt. Es lassen sich daher für Wohnungstelephone ganz einfache und billige Einrichtungen schaffen, die nur die einfachsten Bedingungen erfüllen und die daher die Möglichkeit bieten, den Teilnehmern mit Wohnungsanschlüssen nur geringe Gebühren anzurechnen.

Man kann natürlich die Einrichtungen auch mit zwei bis drei Amtsleitungen ausrüsten, wodurch die Teilnehmer, wie vorher ermittelt, ganz erheblich mehr sprechen können. Die Einrichtungen der Stellen und der Amtsleitungen werden dann auch zweckmäßig so ausgestattet, daß sie sämtliche Bedingungen erfüllen. Die erforderlichen Einrichtungen werden

naturgemäß erheblich teurer; es kann jedoch jeder Anschluß an eine derartige Einrichtung nahezu einem vollwertigen Hauptanschluß gleich geachtet werden, wodurch dann für diese Stellen keine Gebührenermäßigung in Betracht kommen kann. Es besteht natürlich dann auch infolge der großen Leistungsfähigkeit derartiger Stellen die Möglichkeit, Teilnehmer mit stärkerem Verkehr auf diese Stellen aufzuschalten.

Es gibt schon Anschlüsse mit einer Leitung und zwei Sprechstellen, und einer Leitung und zehn Sprechstellen, mit und ohne Internverkehr; es gibt weiter zwei und drei Leitungen mit zehn Sprechstellen. Um einen Überblick über die Kosten zu erhalten, sind in Abb. 148 die gesamten erforderlichen Kosten für Amtseinrichtungen, Leitungen, Gruppenstellen und Sprechapparate in Kurven, abhängig von der erforderlichen Leitungslänge aufgetragen, wobei die Kosten der Leitung mit 250 RM pro km Doppelleitung eingesetzt sind. Kurve a gibt die Kosten eines normalen Hauptanschlusses, Kurve b die Kosten für eine Leitung und zwei Sprechstellen ohne Internverkehr, Kurve c drei Leitungen mit zehn Sprechstellen mit Internverkehr, Kurve d zwei Leitungen mit zehn Sprechstellen mit Internverkehr, Kurve e eine Leitung mit zehn Sprechstellen mit Internverkehr für das Land und Kurve f eine Leitung mit zehn Sprechstellen ohne Internverkehr für Städte an.

Aus den Kurven ergibt sich, daß für die Wohnungstelephone der Städte, wo bei Dezentralisation nur kurze Leitungen in Betracht kommen, nur ganz einfache Stellen mit zehn Sprechstellen für eine Leitung ohne Internverkehr wirtschaftlich sind. Bei allen anderen ist sogar der normale Hauptanschluß bis etwa $\frac{1}{2}$ km Entfernung, die für Städte schon recht groß ist, wirtschaftlicher, so daß durch ihre Einführung eine Gebührenermäßigung nicht in Betracht kommen kann. Bei größeren Entfernungen, die nur auf dem Lande und unter Umständen an der äußersten Peripherie der Städte vorkommen, können auch die anderen Arten von Gruppenstellen in Betracht gezogen werden.

Zu 10. „Einfache Einschaltung ohne Änderung oder Anpassung der Amtsapparatur“ läßt sich nur mit Wohnungstelephonen erreichen, die so ausgebildet sind, daß sie an jeder Stelle ohne besondere Anpassung eingeschaltet werden können. Bei Gesellschaftsanschlüssen ist das nicht möglich, denn es muß mindestens die Amtsapparatur der Art des Anrufes der Stellen angepaßt werden. Gesellschaftstelephone eignen sich daher nicht für billige Wohnungstelephone.

Überblickt man noch einmal die Verhältnisse, so findet man, daß sich für Städte mit Dezentralisation die Einführung eines billigen Wohnungstelephons mit Pauschal- oder Gesprächsgebühr und gegebenenfalls Gesprächsbegrenzung unter Verwendung nur einer Amtsleitung, die 10 Sprechstellen zugänglich ist, mit dem einfachsten Betrieb unter Verzicht auf jede Komplikation empfiehlt. Für das Land und die Peripherie der Städte, wo lange Teilnehmerleitungen vorhanden sind, können auch Gruppenstellen mit Erfüllung aller Bedingungen in Betracht gezogen werden. Eine Ermäßigung der Grundgebühr

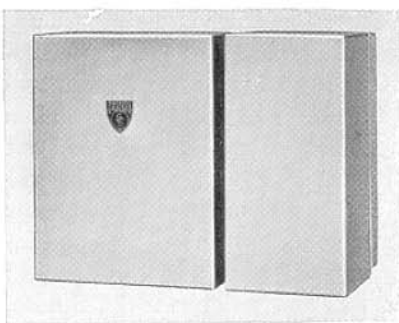
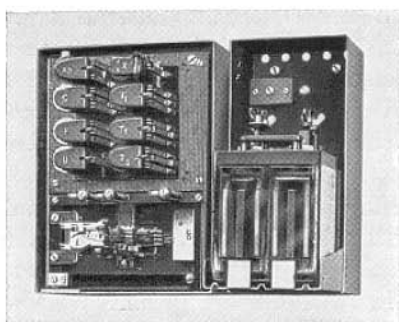


Abb. 149. Wohnungszentrale, mit Batterie, oben geöffnet, unten geschlossen.

wird dann aber nicht in Betracht kommen, weil es tatsächlich vollwertige Anschlüsse einer kleinen Zentrale, Gruppenstelle, sind. Dabei bieten eine Leitung und zwei Sprechstellen die geringsten Vorteile.

Ausgeführt und eingeschaltet werden die Stellen derart, daß in einer oder mehreren 100er-Gruppen des Amtes an die LW, die für Durchwahl eingerichtet sind, die Leitungen zu den Wohnungszentralen oder Gruppenstellen wie früher die Teilnehmerleitungen direkt angeschlossen werden. In einer derartigen 100er-Gruppe liegen demnach bei vollem Ausbau 100 Wohnungszentraleitungen auf Anrufzeichen zum Anrufen und auf Kontakten der LW zum Angerufenwerden. An Stelle einer Teilnehmerleitung tritt hierbei die Wohnungszentraleitung, so daß sich an dem normalen Aufbau der Ämter gar nichts ändert. Die Zahl der Sprechstellen ist allerdings in dieser Gruppe von 100 auf 1000 gestiegen, so daß die Kapazität verzehnfacht ist, ohne neue Gruppen im

Amt bilden zu müssen. Als Sprechapparate werden normale Stationen ohne jede Änderung verwendet.

Die Einführung von Wohnungszentralen in dieser einfachen Anordnung bietet daher auch noch die Möglichkeit, die Kapazität des Amtes erheblich zu steigern, ohne am Amtsaufbau etwas zu ändern. Es genügt, wenn die Wählerzahl in den entsprechenden Gruppen dem Verkehr angepaßt wird. Die Zahl der hinzukommenden Wähler ist sehr klein, weil die neuen Teilnehmer Schwachsprecher sind.

Wohnungszentralen in der geschilderten einfachen und wirtschaftlichen Form, unter Vergrößerung der Amtskapazität ohne Ände-

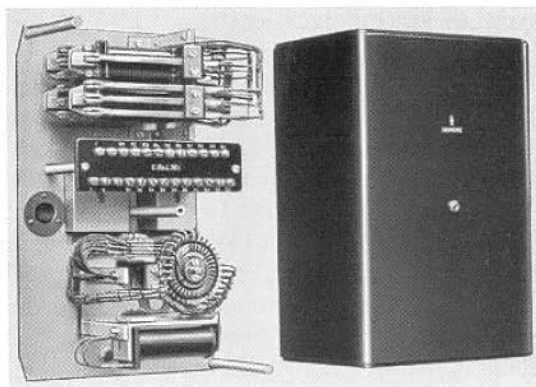


Abb. 150. Wohnungszentrale ohne Batterie.

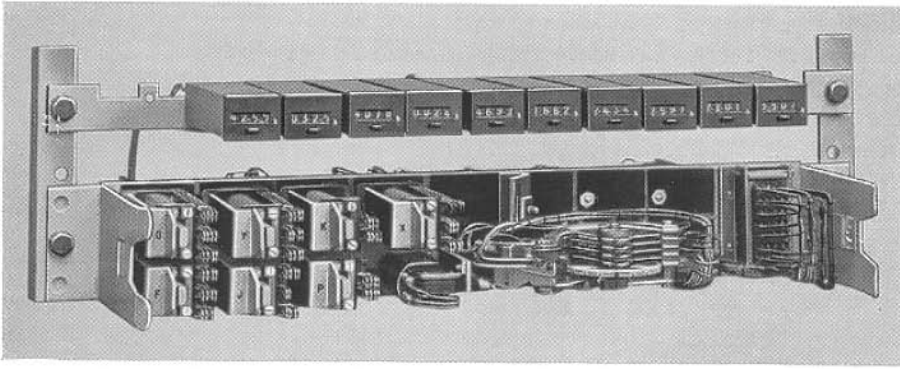


Abb. 151. Amtsübertragung.

zung des Amtsaufbaues, sind nur in den direkt angetriebenen Schrittschalt-systemen in so wirtschaftlicher Weise möglich.

Die Wohnungszentralen selbst werden in kleinen Blechkästen geliefert, die gleich mit einer 8-Volt-Batterie für Fernladung oder ohne jede Batterie ausgerüstet sind. Sie werden im Keller oder auf dem Boden der Häuser

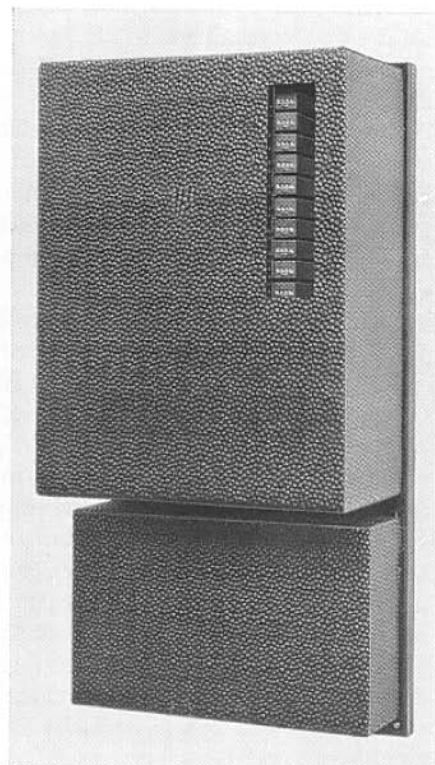
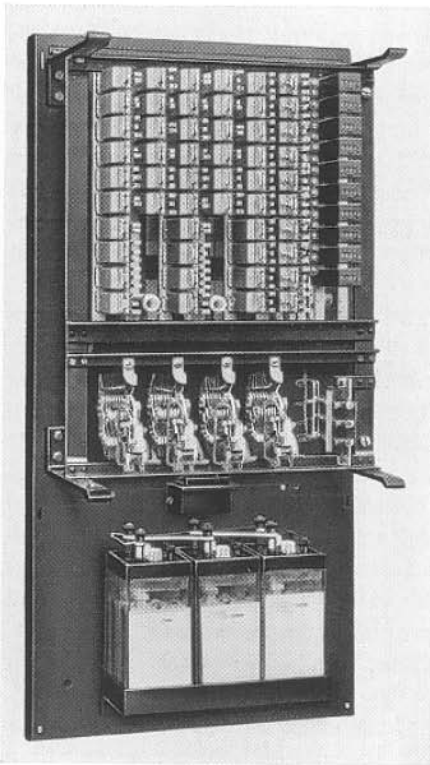


Abb. 152. Gruppenstelle für 2 Amtsleitungen und 10 Teilnehmer.

montiert und gegen Mißbrauch plombiert. Abb. 149 zeigt eine solche Wohnungszentrale mit Batterie. Eine Wohnungszentrale ohne Batterie zeigt Abb. 150. Die Ersparung der Batterie ist dadurch ermöglicht worden, daß der Wähler, der die Verbindung der Wohnungstelephone mit der Amtsleitung herstellt, als Wählerrelais ausgebildet ist, das über die Amtsleitung die Energie von der Amtsatterie bezieht. Abb. 151 zeigt die dazugehörige Amtsübertragung, bei der die jedem Teilnehmer zugeordneten Zähler angeordnet sind, so daß die Zählerablesung im Amt erfolgen kann. Die Zähler zählen sowohl Orts- als auch Ferngespräche.

Eine Gruppenstelle für das Land mit 2 Amtsleitungen und 10 Teilnehmern mit Erfüllung aller Bedingungen zeigt Abb. 152. Man ersieht daraus deutlich den erheblichen Mehraufwand, der zur Erfüllung aller Bedingungen erforderlich wird.

h) Die Feuersgefahr in automatischen Fernsprechanlagen und ihre Bekämpfung.

In allen energieübertragenden Anlagen besteht eine gewisse Feuersgefahr, weil sich durch irgendwelche Ursache freiwerdende Energie in den meisten Fällen in Wärme umsetzt, wodurch ein Schadenfeuer entstehen kann. Da die Feuersgefahr um so größer ist, je größere Energien übertragen werden, so müssen in allen derartigen Anlagen mit wachsender übertragener Energie entsprechende Schutzmaßnahmen vorgesehen werden. Es sind zweierlei Schutzmaßnahmen zu unterscheiden: einmal solche, die die Entstehung eines Schadenfeuers von vornherein verhüten, und zum anderen solche, die ein entstandenes Feuer in zweckmäßiger Weise bekämpfen sollen. Die Schutzmaßnahmen sind sehr verschieden und richten sich nach der Art der Anlage. So sind z. B. für elektrische Anlagen andere Maßnahmen erforderlich als für chemische und Wasserkraftanlagen.

In den automatischen Telephonanlagen ist die Feuersgefahr nicht allzu groß, weil die übertragenen Energien und Spannungen verhältnismäßig klein sind. Trotzdem muß jeder einzelne Stromkreis beim Aufbau auf Feuersgefahr untersucht und entsprechend durchgebildet werden. Da in den automatischen Anlagen außerordentlich viel derartige Stromkreise vorhanden sind, so tritt dadurch eine Häufung der Gefahrmomente ein. Der Unterschied zwischen großen Kraftanlagen und Telephonanlagen besteht darin, daß in den Kraftanlagen wenige, aber infolge der großen Energie und hohen Spannung gefährliche Stromkreise vorhanden sind, während in der automatischen Telephonie, z. B. in einem 10000er-Amt, sehr viele — 100000 Stromkreise und mehr — bestehen, von denen wohl jeder an sich wegen der kleinen Energie und Spannung harmlos ist, die aber in ihrer Gesamtheit unter Umständen doch gewisse Gefahrmomente enthalten.

Andererseits müssen bei der Bekämpfung eines ausgebrochenen Feuers besondere, der Eigenart der Anlage entsprechende Maßnahmen getroffen werden, damit nicht beim Lösungsversuch durch ungeeignete Lösch-

mittel, z. B. Wasser, mehr Schaden angerichtet wird als durch das Schadenfeuer selber. Es dürfte allgemein bekannt sein, daß man Benzin- und Ölbrände nicht mit Wasser löschen darf. In ähnlicher Weise muß man auch vorsichtig mit der Wasserbehandlung elektrischer Anlagen sein; denn z. B. Hochspannungsanlagen mit Wasser abzulöschen, dürfte die Löschmannschaften in schwere Lebensgefahr bringen. Wenn auch beim Löschen brennender automatischer Anlagen die Löschmannschaften wegen der kleinen Spannung nicht gerade in Lebensgefahr schweben, so wird doch durch das Wasser gewöhnlich mehr Schaden an den vielen feinen Mechanismen angerichtet als durch das Feuer. Welche Schutzmaßnahmen zur Verhütung eines Feuers in automatischen Anlagen zu treffen sind und wie ein entstandenes Feuer in zweckmäßiger Weise zu löschen ist, soll nachstehend besprochen werden.

Es sollen zunächst die Schutzmaßnahmen behandelt werden, die den Ausbruch eines Feuers verhindern. Jeder Stromkreis muß, entsprechend auch den Starkstromvorschriften, so gut gesichert sein, daß an keiner Stelle des Stromkreises eine unzulässige Erwärmung auftreten kann. Besteht die Gefahr für eine unzulässige Erwärmung an irgendeiner Stelle, so muß die Sicherung ansprechen und den Stromkreis ausschalten. Es kann mitunter noch eine ziemlich starke Erwärmung zulässig sein, wenn entsprechende Baustoffe verwendet sind. Sollen Temperaturen über 100° zulässig sein, so dürfen leichtentzündliche Isolierstoffe wie Papier, Seide, Baumwolle, Wachs usw. nicht verwendet werden. Man kann zur Isolation entsprechenden Lack oder andere Mittel verwenden, die bedeutend höhere Temperaturen zulassen.

Beim Aufbau automatischer Ämter ist es zweckmäßig, brennbare Stoffe nach Möglichkeit zu vermeiden. Ist in einzelnen Fällen die Anwendung derartiger Stoffe nicht zu umgehen, so können diese unter eine Schutzkappe gesetzt werden, wodurch Flammen und weiteres Umsichgreifen eines Feuers verhindert werden. Man kann auch die Materialien in Metall so einbetten, daß Flammen infolge der Kühlwirkung der Metallmassen erstickt werden. Dem Konstrukteur steht eine ganze Reihe von Möglichkeiten zur Verfügung, durch die bei richtiger Anwendung die Feuersgefahr in Automatenämtern erheblich herabgesetzt wird.

Empfindliche Teile automatischer Anlagen sind die Kabel. Die Kabel werden am zweckmäßigsten durch Abschirmung mit Eisenblech oder durch vollkommene Einschließung in Kabelschutzkästen gegen Feuer gesichert.

Dieselbe Vorsicht, die beim Aufbau automatischer Systeme nötig ist, muß man natürlich auch in den Gebäuden und Räumen selbst anwenden. Die Heizung der Räume durch Öfen muß so geschehen, daß irgendwelche Feuersgefahr nicht besteht. Öfen, Schornsteine, Rauchrohre usw. dürfen keine Gefahrquelle bilden. Die Beleuchtungsanlagen und sonstigen Kraftzuführungen müssen ebenfalls sorgfältig aufgebaut sein und den Vorschriften entsprechen. Auch irgendwelche Gasanschlüsse müssen beachtet werden

und dürfen nicht unzweckmäßig angeordnet sein. In vielen Fällen sind automatische Ämter durch Feuer beschädigt worden, ohne daß die Ursache in den automatischen Einrichtungen selbst lag, sondern in Nebeneinrichtungen, deren Installation die nötige Sorgfalt vermissen ließ.

Ist ein Feuer trotz aller Vorsicht an irgendeiner Stelle ausgebrochen, so soll es nicht durch Wasser gelöscht werden. Wasser verdirbt die feinen Mechanismen der automatischen Anlagen vollständig, denn mit Wasser durchtränkte Spulen, Wähler und Kabel sind größtenteils nicht mehr auszubessern. Wasser zerstört nicht allein die Isolation vollständig, sondern bringt auch die Eisen- und Stahlteile der Wähler zum Verrosten. Es ist vorgekommen, daß Brände in der Nähe automatischer Anlagen ausgebrochen sind und daß beim Ablöschen des Feuers das automatische Amt durch Wasser vollkommen verdorben worden ist. Wenn die Ortsfeuerwehren heute noch nicht überall soweit geschult sind, daß sie ein Feuer bei solchen komplizierten und teuren Einrichtungen, wie es automatische Ämter sind, richtig behandeln, so müssen sich die Eigentümer der Anlagen auf einen gewissen Selbstschutz einstellen.

Es fragt sich, welche Arten von Feuerlöschern es gibt und welche die für den vorliegenden Fall geeignetsten sind. Es gibt Trockenlöscher, Naßlöscher, Schaumlöscher und Kohlensäureschneelöscher. Alle diese Löscher wirken nicht allein mechanisch, sondern zum Teil auch chemisch, indem sie feuererstickende Gase, z. B. Kohlensäure, entwickeln. Bei automatischen Anlagen kommt es darauf an, daß beim Löschen keine den Anlagen schädliche Substanzen, Säuren, Salze oder auch Wasser, verwendet werden und keine Rückstände auf den Apparaten zurückbleiben. Von den angegebenen Löschern sind die Naßlöscher, die mit Tetrachlorkohlenstoff arbeiten, und die Kohlensäureschneelöscher brauchbar. Beide Löschmittel greifen beim vorsichtigen Gebrauch die Apparate nicht an, verflüchtigen sich und hinterlassen keine Rückstände. Beim Gebrauch der Tetrachlorkohlenstofflöscher muß man aber etwas vorsichtig sein, weil sich giftige Gase bilden können, die besonders in geschlossenen engen Räumen schädlich sind. Es ist zweckmäßig, die Räume nach dem Ablöschen des Brandes bald zu verlassen und gut zu lüften. Beim Kohlensäureschneelöscher darf nicht mehr Schnee als unbedingt nötig in die Mechanismen hineingeblasen werden, weil sich infolge der starken Unterkühlung Kondenswasser auf den Apparaten niederschlagen kann, wodurch natürlich Isolationsfehler und Rosten der Eisenteile auftreten können.

Es muß in den Räumen eine genügende Anzahl von derartigen Feuerlöschern an allen Stellen leicht zugänglich angeordnet werden, so daß die Brände schon im Entstehen zum großen Teil durch das Personal selbst abgelöscht werden können. Trifft die Feuerwehr bei einem derartigen Brand ein, so muß der Führer unterrichtet werden, daß zunächst nur die vorhandenen Feuerlöcher zu verwenden sind. Sie müssen natürlich in genügender Zahl vorrätig sein, so daß ein Bedürfnis für das Ablöschen des Brandes mit Wasser gar nicht erst entsteht. Wenn nicht genügend Feuerlöcher vorhanden sind,

oder das Feuer schon größere Ausdehnung angenommen hat, wird man es nicht vermeiden können, daß die öffentlichen Wehren wieder zur altbewährten Wasserspritze greifen.

Für die Meldung eines entstehenden Brandes können automatische Feuermelder, die richtig angeordnet werden müssen, von großem Vorteil sein.

i) Moderne Forderungen des Fernsprechbetriebes und die Anpassungsfähigkeit der verschiedenen Systeme.

Wie jeder Betrieb sich fortentwickelt zu immer höherer technischer und wirtschaftlicher Betriebsform, so ist auch der telephonische Betrieb einer natürlichen, ständig fortschreitenden Entwicklung unterworfen, die wohl nie ein Ende finden wird. Durch den Betrieb werden immer neue Forderungen aufgestellt und alte als unzweckmäßig erkannte beseitigt, so daß eine ständige, mitunter recht starke Veränderung der Ansprüche und Forderungen an die Fernsprechsysteme in ganz natürlicher Weise vorhanden ist. Mit der einfachen Umstellung der Ortsanlagen vom Handbetrieb auf automatischen Betrieb ist die moderne Entwicklung der Telephonie daher keineswegs erschöpft, immer weitere Betriebsgebiete werden von der Automatik erfaßt und technisch und wirtschaftlich umgestaltet. Es werden z. B. immer mehr Orte zu einer Gruppe mit automatischer Auswahl der Teilnehmer zusammengefaßt, immer größere Entfernungen durch die Fernwahl überbrückt. Man muß heutzutage alle Systeme vom Gesichtspunkte des länderverbindenden schnellen Fernverkehrs aus beurteilen. Daher muß von den modernen Systemen eine leichte Anpassungsfähigkeit an alle möglichen, auch unvorhergesehenen Verkehrsfälle und Betriebsforderungen ohne Aufwendung zu teurer Mittel verlangt werden, wenn die Systeme nicht in kurzer Zeit veralten sollen. Es gibt bekanntlich Schrittwählersysteme, bei denen kleine Wähler individuell angetrieben werden, Maschinensysteme, bei denen große Wähler über Transmissionen durch Maschinen bewegt werden, und Relaisysteme, die nur Relais verwenden. Es fragt sich, welches dieser Systeme ist nach dem heutigen Stand der Technik tatsächlich zur Erfüllung aller modernen Betriebsforderungen das anpassungsfähigste und doch wirtschaftlichste, wobei natürlich unter Wirtschaftlichkeit die geringsten jährlichen Betriebskosten, das sind: Kapital-, Personal-, Material-, Energie- und Raumkosten, verstanden werden. In dieser allgemeinen Form läßt sich die Frage nicht ohne weiteres beantworten, und es ist daher notwendig, sich etwas eingehender mit diesen Fragen zu befassen. Zunächst muß man die Frage aufwerfen, welches sind denn nun eigentlich die modernen Forderungen des Betriebes, und dann erst kann man untersuchen, welche Systeme die Aufgabe am besten in der wirtschaftlichsten Weise lösen. Die älteren, grundsätzlichen und allgemeinen Forderungen, die z. B. bei der Automatisierung eines lokalen Amtes auftreten, werden von allen Systemen in mehr oder weniger wirtschaftlicher Weise gelöst, dagegen die besonderen modernen Forderungen nicht ohne weiteres,

und es sollen gerade diese zunächst etwas näher untersucht werden. Als moderne Forderungen des heutigen Betriebes sind anzusehen:

1. Die beste Ausnutzung des teuren Leitungsnetzes in Stadt und Land,
2. die Schaffung von billigen Wohnungstelefonen, um den Fernsprecher noch volkstümlicher zu machen,
3. die Schaffung von vollautomatischen Nebenstellenanlagen, damit auch der wichtigste Verkehr großer Anlagen vollkommen automatisiert wird,
4. die Automatisierung des Nahfernverkehrs unter Einführung der Zeitzonenzählung,
5. die Einführung der Fernwahl zur wirtschaftlichen Ausgestaltung des Weitfernverkehrs,
6. die beliebige Erweiterungsmöglichkeit ohne Änderung der Anlage und Anpassungsmöglichkeit auch an neue Betriebsformen.

Diese 6 grundsätzlichen Forderungen kennzeichnen die große Richtung in der Entwicklung des modernen Fernsprechwesens, und die Erfüllung dieser Forderungen muß von den modernen Systemen unbedingt verlangt werden, wenn die Systeme Anspruch auf Vollwertigkeit machen wollen. Aber diese Forderungen müssen von den Systemen nicht nur technisch, sondern auch wirtschaftlich erfüllt werden, so daß nicht die erzielten Vorteile durch andere Nachteile wieder voll und ganz aufgehoben werden. Nur die Wirtschaftlichkeit kennzeichnet bekanntlich die Güte der Lösungen. Es sollen zunächst die einzelnen Forderungen erläutert und deren Wichtigkeit erkannt werden.

Zu 1. Das Netz beansprucht bekanntlich vom Gesamtanlagekapital den weitaus größten Anteil. Die Systeme müssen daher den denkbar wirtschaftlichsten Aufbau des Netzes zulassen, der dann erreicht wird, wenn gewisse Netzforderungen erfüllt werden. Kurz zusammengefaßt sind es folgende:

- a) Weitgehende Dezentralisation, um den Einfluß der schlecht ausgenutzten Teilnehmerleitungen so klein wie möglich zu machen.
- b) Bildung großer, möglichst 100er-Leitungsbündel durch Einrichtung von Hauptknoten-, Knoten- und Unterämtern, um die Ausnutzung der Verbindungsleitungen bestmöglich zu steigern.
- c) Zweiadrige und doppeltgerichtete Verbindungsleitungen, die evtl. mehrfach auszunutzen sind.
- d) Mehrfache Ausnutzung der Teilnehmerleitungen für Sonderzwecke, z. B. für Feuermeldung, Polizeimeldung, Uhrenregulierung, Raumschutzeinrichtungen usw.

Diese Forderungen, die schon zum Teil erläutert worden sind, müssen unter allen Umständen von den Systemen erfüllt werden, wenn das günstigste, d. h. wirtschaftlichste Leitungsnetz erzielt werden soll. Nur Systeme, die das beste Leitungsnetz zulassen, sind als vollwertig anzuerkennen.

Zu 2. Eine ebenfalls wichtige Forderung ist die Schaffung von billigen Wohnungstelefonen, um die Ausbreitung des Fernsprechers nach Möglich-

keit zu fördern. Mit den normalen Mitteln kann man diese Aufgabe nicht lösen, weil der Verkehr der Wohnungstelephone zu schwach ist, um die Einrichtungen richtig ausnutzen zu können. Auf den Tagesverkehr bezogen besteht etwa ein Wirkungsgrad der Einrichtungen von 0,3%, der die wirtschaftliche Unzweckmäßigkeit der bestehenden Betriebsmethoden deutlich erkennen läßt. In welcher Weise dies erreicht werden kann, ist in: „Die volkstümlichere Ausgestaltung des Fernsprechers“ näher ausgeführt worden. Daraus ergibt sich, daß es am zweckmäßigsten ist, jeder Teilnehmerleitung 10 Wohnungsanschlüsse über einen kleinen einfachen Automaten zuzuordnen. Der geringe Verkehr der Wohnungsanschlüsse (etwa 2 Gespräche pro Tag) läßt sich ohne weiteres zu, und man erspart dadurch 9 Leitungen und 9 Anrufzeichen im Amt. Dieses Ersparnis darf natürlich durch zusätzliche Amtseinrichtungen zur Ermöglichung dieses Verkehrs nicht wieder aufgezehrt werden. Moderne Systeme müssen diesen Verkehr ohne zusätzliche Einrichtungen im Amt gestatten, wodurch dann die Grundgebühr der Wohnungsanschlüsse erheblich ermäßigt werden kann.

Zu 3. Der wichtigste und stärkste Verkehr der öffentlichen Ämter findet zwischen den großen Betrieben, also zwischen Nebenstellenanlagen statt. Erfolgt in diesen Zentralen die Bedienung noch durch eine Beamtin, so geht der ganze Vorteil automatischer Einrichtungen, schnelle und richtige Bedienung, wieder verloren. Der Verkehr von Nebenstellen zu jeder anderen Nebenstelle über das öffentliche Amt hinweg kann vollkommen automatisch ohne jede Hilfe einer Beamtin erfolgen. Im öffentlichen Verzeichnis stehen neben der Hauptnummer der Zentrale noch die besonderen Nummern der Nebenstellen. Wählt ein Teilnehmer die Hauptnummer und die Nebenstellenummer, so erreicht er direkt die Nebenstelle, wählt er nur die Hauptnummer, so meldet sich nach kurzer Zeit eine Beamtin, die Auskunft gibt, welche Nummer weiter zu wählen ist. Sollen Verbindungen umgelegt werden, so braucht nur die Nebenstelle einzuhängen; dann fällt nur die Verbindung in der Nebenstellenzentrale zusammen und der rufende Teilnehmer kann die Nummer der anderen Stelle wählen, ohne eine neue Gebühr zu zahlen. Solche vollautomatischen Nebenstellen eignen sich aber nur für Anlagen, bei denen die Nebenstellenummern sich nicht ändern. Das trifft aber nur für einen kleinen Teil der Anlagen zu, für den größten Teil aller Nebenstellenanlagen eignet sich der vollautomatische abgehende Verkehr, während man für den ankommenden Verkehr zweckmäßig eine Beamtin in Anspruch nimmt. Dabei wird man aber die Beamtin soweit als möglich entlasten und Rückfragen und Umlegungen ohne Hilfe der Beamtin ermöglichen.

Zu 4. Die wirtschaftliche Ausgestaltung des Fernsprechwesens ist mit der Einführung des automatischen Betriebes in den Ortschaften allein nicht gelöst, sondern zur vollen Ausnutzung der Vorteile dieses Betriebes gehört auch die Automatisierung des Nahfernverkehrs, worunter man den Fernverkehr bis etwa 75 km versteht. Dabei treten eine ganze Reihe neuer Aufgaben hinzu, z. B. wirtschaftliche Netzgestaltung auch für Landnetze, Ein-

führung der Mehrfachzählung nach Zeit und Zone, einheitliches Teilnehmerverzeichnis für die Teilnehmer und Lokalverbindungen dürfen Verbindungsleitungen nicht benutzen.

Da besonders auf dem Lande der Nachbarortsverkehr z. T. größer ist als der Ortsverkehr, so würde mit der Automatisierung des Ortsverkehrs nicht viel erreicht werden, erst durch die Automatisierung auch des Nachbarortsverkehrs treten nicht nur die technischen, sondern auch die wirtschaftlichen Vorteile des automatischen Betriebes voll in die Erscheinung. Die Mehrfachzählung erfolgt als ein Vielfaches der Ortsgesprächsgebühr und wird gestaffelt nach der Zeit und nach der Zone. Damit die für die Automatisierung des Nahfernverkehrs erforderlichen Amtseinrichtungen nicht die dadurch erreichten Ersparnisse wieder aufzehren, empfiehlt es sich, die Zone nicht als die genaue Luftlinie zwischen den Ämtern, sondern als mittlere Entfernung von einer Gruppe von Ämtern, sog. Zonengruppen, und eine beschränkte Gesprächszeit, z. B. 3, 6 oder 9 min, einzuführen. Eine Gesprächstrennung ist im automatischen Verkehr von keinem großen Nachteil, da der Teilnehmer innerhalb von wenigen Sekunden die Verbindung wieder neu herstellen kann, hat aber den Vorteil, daß er dann mit Bewußtsein eine neue Gebühr einget. Durch diese Betriebsweise dürfen natürlich keine Komplikationen für den Teilnehmer geschaffen werden, sondern der Betrieb muß so einfach wie der eines normalen Ortsamtes sein.

Zu 5. Die Automatik greift auch auf den Weitfernverkehr, einen Fernverkehr von mehr als 75 km Entfernung über und gestattet durch Einführung der Fernwahl die Ersparnis einer Beamtin in der Fernleitung, so daß in jeder Fernverbindung nur noch eine Beamtin tätig ist, die sowohl im eigenen Amt als auch im fernen Amt die Verbindung durch Einstellung von Wählern herstellt. Alle erforderlichen Signale, wie Rufen, Aufschalten, Trennen, Schlußzeichengabe werden als Fernwahlimpulse über die Leitung gegeben, ohne daß dadurch die Ausnutzung der Fernleitung sinkt, sondern es ist im Gegenteil eine Steigerung der Ausnutzung damit verbunden. Für die Fernwahl kann Gleich- oder Wechselstrom mit 50 Hz oder Tonfrequenz, je nach den Betriebsbedingungen, angewendet werden. Tonfrequenzwahl kommt dann in Betracht, wenn die Verbindungen über viele Verstärker verlaufen. Auch Fernwahl mit induktiver Impulsgabe ist möglich.

Zu 6. Eine Erweiterungsmöglichkeit nach jeder Richtung hin und Anpassungsfähigkeit an neue Betriebsformen muß für unvorhergesehene Verkehrsfälle ohne Änderung der bestehenden Anlage vorhanden sein, denn sonst ist man nicht sicher, daß unvorhergesehene Entwicklungen erhebliche Kapitalien für die Änderung und Anpassung der bestehenden Anlage an die neuen Betriebsformen erfordern. Man kann eine Anlage noch so sorgfältig auf Jahrzehnte hinaus projektieren, trotzdem wird man nicht sicher sein, daß Änderungen auftreten, weil praktisch nicht alle möglichen Entwicklungen vorausgesehen und erfaßt werden können. Gerade die in diesem Teil behandelten neuen Betriebsforderungen sind hierfür die beste Begründung.

Überblickt man diese 6 modernen Forderungen und prüft, wieweit sie von den verschiedenen Systemen schon erfüllt werden, oder wieweit die Erfüllung in wirtschaftlicher Weise möglich ist, so kommt man zu folgendem Ergebnis:

In den Schrittwählersystemen sind alle Forderungen heute schon erfüllt und haben sich die getroffenen Einrichtungen im praktischen Betriebe bewährt. Die beste Ausnutzung des teuren Leitungsnetzes bei weitgehender Dezentralisation und Mehrfachausnutzung der Leitungen ist in der denkbar einfachsten Weise durchgeführt. Billige Wohnungstelephone sind ohne Aufwand in den Amtseinrichtungen in größerem Umfange schon in Betrieb, ebenso halb- und vollautomatische Nebenstellen. Die Automatisierung des Nahfernverkehrs mit Zeitzonenzählung hat sich ebenfalls seit einer Reihe von Jahren bestens bewährt, ebenso die Fernwahl über die größten Entfernungen. Die beliebige Erweiterungsmöglichkeit ist ohne jede Einschränkung von vornherein schon vorhanden.

Anders ist es bei den Maschinensystemen, bei denen von dieser modernen Entwicklung noch nicht viel bekannt ist.

Die beste Ausnutzung des Leitungsnetzes macht bei den Maschinensystemen Schwierigkeiten, weil die bei weitgehender Dezentralisation in großem Umfang entstehenden kleinen Unterämter in Anlage und Betrieb teuer sind und Maschinensysteme für unüberwachte Unterämter sich bekanntlich wegen ihrer Komplikation und ihrer Transmissionen für den Wählerantrieb nicht eignen. Die Schaffung von 100er-Bündeln an allen Stellen ist nicht bekannt, ebensowenig die Mehrfachausnutzung der Teilnehmerleitungen. Die Einführung von billigen Wohnungstelephonen stößt auf Schwierigkeiten, ebenso von vollautomatischen Nebenstellenanlagen. Die beliebige Erweiterungsmöglichkeit findet ihre natürliche Grenze in der Größe der Register. Jede unvorhergesehene Erweiterung erfordert die Änderung und Anpassung sämtlicher Register, auch in der bestehenden Anlage. Neuen Einrichtungen steht in den meisten Fällen das Register hindernd im Wege, das mit seiner begrenzten Verwendungsmöglichkeit der modernen Entwicklung in allen möglichen Fällen Schranken entgegengesetzt, die in wirtschaftlicher Weise wahrscheinlich gar nicht überbrückt werden können. Das Register muß direkt als ein Hemmschuh der modernen Entwicklung angesehen werden.

Eine Untersuchung der Relaissysteme erübrigt sich, weil die wirtschaftliche Verwendungsmöglichkeit der Relaissysteme außerordentlich begrenzt ist.

In Betracht für die Frage der Systemwahl kommen daher nur Schrittwählersysteme und Maschinensysteme mit Registern. Es ist interessant, feststellen zu müssen, daß die einfachen Schrittwählersysteme sich in der einfachsten Weise allen modernen Forderungen der Praxis in wirtschaftlicher Weise anpassen lassen, während die komplizierten Maschinensysteme besonders in ihren Registern erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden haben und weitere Komplikationen durch Erfüllung der neuen Forderungen erleiden. Man kommt daher zu dem Schluß, daß zur Erfüllung der modernen Forderungen

sich Schrittwählersysteme mit ihrer bekannten Beweglichkeit und Anpassungsfähigkeit an alle möglichen Verkehrsfälle besonders gut eignen, deren Einfachheit durch die Erfüllung der vorstehenden Forderungen sogar in keiner Weise beeinträchtigt wird. Es ist daher ganz natürlich, daß die Schrittwählersysteme bisher in der Welt die meiste Verbreitung gefunden haben und viele Verwaltungen nur solche Systeme zulassen.

k) Der Einfluß der Betriebsforderungen auf die Wirtschaftlichkeit.

Einen großen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit haben die von den selbsttätigen Systemen zu erfüllenden vielen Betriebsforderungen, denn durch diese wird das System belastet und dadurch teurer in der Anschaffung, und es fragt sich sehr, ob einzelne Forderungen nicht auch den Betrieb verteuern, so daß sie als unwirtschaftlich bezeichnet werden müssen. Jede neue Forderung vergrößert im allgemeinen das Anlagekapital, erleichtert aber unter Umständen die Pflege, so daß Vor- und Nachteile gegeneinander abgewogen werden müssen. Es werden vielfach immer wieder neue Forderungen erhoben, ohne jede Prüfung, ob ihre Einführung wirtschaftlich gerechtfertigt ist. Welche Forderungen wirtschaftlich erfüllt werden können und welche Forderungen als unwirtschaftlich zweckmäßig zu streichen sind, darüber ist bisher eine Untersuchung nicht bekannt geworden. Aus diesem Grunde soll hier der Einfluß der verschiedenen Betriebsforderungen auf die Wirtschaftlichkeit selbsttätiger Anlagen untersucht werden, und es soll geprüft werden, welche Forderungen zweckmäßig erfüllt werden und welche zu ändern oder überhaupt wegzulassen sind.

Da die verschiedenen Betriebsforderungen, wie gezeigt werden wird, einen sehr großen Einfluß auf die Selbstanschlußsysteme haben, so können verschiedene Systeme, die voneinander abweichende Forderungen erfüllen, nicht ohne weiteres miteinander verglichen werden. Ein einwandfreier Vergleich ist nur möglich auf derselben Basis, d. h. die Systeme müssen so ergänzt oder reduziert werden, daß sie dieselben Forderungen erfüllen. Jede Forderung, die sie, ausgehend von dieser Basis, mehr oder weniger erfüllen, kann dann in bestimmten Beträgen ausgedrückt und berücksichtigt werden.

Eine Anlage ist bekanntlich dann wirtschaftlich, wenn die jährlich entstehenden Kosten kleiner sind als der aus der Anlage abgeleitete Nutzen. Eine Anlage ist wirtschaftlicher als andere, wenn die jährlichen Betriebskosten kleiner sind als bei anderen Anlagen. Jede neue Forderung, die an eine selbsttätige Anlage gestellt wird, erhöht einen Teil dieser Kosten, zum Teil können aber auch Kosten erspart werden. Im allgemeinen wird durch eine neue Forderung, z. B. Einführung eines neuen Signals zur Erleichterung der Pflege, der Betrag für Tilgung und Verzinsung erhöht, dagegen der Betrag für das Pflegepersonal unter Umständen ermäßigt.

Soll ermittelt werden, ob die Einführung einer neuen Forderung gerechtfertigt ist, so müssen die durch diese entstehenden jährlichen Kosten dem pro Jahr dadurch ersparten Betrage gegenübergestellt werden. Werden die

gesamten jährlichen Kosten durch die Forderung vergrößert, so sollte man auf die Einführung derselben verzichten; werden sie verkleinert, so ist die Einführung gerechtfertigt.

Es genügt in vielen Fällen, wenn die Unterhaltungskosten so klein sind, daß sie unbedenklich vernachlässigt werden können, nur das erforderliche Anlagekapital zu ermitteln und für die Beurteilung zu verwenden. Als jährliche Kosten kommen dann nur Tilgung und Verzinsung in Betracht. Das für die Einführung einer Forderung notwendige Anlagekapital soll bei dieser Untersuchung in Relaiseinheiten, auf die jeder Aufwand zurückgeführt wird, ausgedrückt werden.

Für die Untersuchung, ob die Einführung der zu erfüllenden Forderungen begründet ist, geht man zweckmäßig vom einfachsten System aus, das nur die allernotwendigsten Forderungen, ohne die ein Betrieb überhaupt nicht möglich ist, erfüllt. Diese sind: Selbsttätige Herstellung der Verbindung, Prüfen, Rufen, Speisen, Sprechen und Auslösen der Wähler nach Schluß des Gespräches.

Wird zu diesen Minimalforderungen eine neue zusätzliche Forderung erhoben, so ist zu prüfen, welche Mittel für deren Einführung in das zugrunde gelegte einfache System erforderlich sind, und was unter Umständen an Unterhaltungskosten gespart wird.

Früher sind unter „Forderungen an eine Schaltung“ die Minimalforderungen behandelt worden, jetzt sollen die Zusatzforderungen auf ihre Zweckmäßigkeit untersucht werden.

An moderne, hochentwickelte Systeme werden neben den oben angegebenen Minimalforderungen noch sehr viele weitere Forderungen gestellt. Die hauptsächlichsten dieser Zusatzforderungen sind:

1. Weitgehende Unterteilung der Anlage und Speisung der Teilnehmer vom eigenen Amt.
2. Möglichste Unabhängigkeit des Speisestromes vom Widerstand der Teilnehmerleitung.
3. Sofortiger erster Ruf.
4. Sofortige Rufstromabschaltung beim Melden des Gerufenen.
5. Auswahl einer freien Leitung bei Sammelanschlüssen.
6. Fernverkehr über Wähler.
7. Aufschaltmöglichkeit im Fernverkehr, Anbotwähler.
8. Trennung von Ortsverbindungen durch das Fernamt.
9. Einschalten von Nebenstellen ohne Batterie.
10. Schlußzeichengabe zu manuellen Ämtern.
11. Gesprächszählung, gegebenenfalls Zeitzonenzählung.
12. Fangen böswilliger Teilnehmer.
13. Verwendung zweiadriger Verbindungsleitungen.
14. Verwendung doppeltgerichteter Verbindungsleitungen.
15. Anwendung von Viererbetrieb.
16. Bildung von großen, möglichst 100er-Leitungsbündeln.

17. Unempfindlichkeit gegen Leitungseinflüsse: Widerstand, Selbstinduktion, Kapazität und Nebenschluß.
18. Selbsttätige Ausscheidung fehlerhafter Wähler und Verbindungsleitungen.
19. Selbsttätige Abschaltung gestörter Anschlußleitungen.
20. Einleitung der Auslösung vom Rufenden oder vom Gerufenen.
21. Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der Kraftanlage.
22. Einfache Überleitung zur neuen Betriebsform.
23. Speicherung und Umrechnung der Stromstoßreihen der Teilnehmer.
24. Sicherheit gegen Brandgefahr.
25. Weitgehende Störungssignalisierung.
26. Weitgehende Registriermöglichkeit des Verkehrs.
27. Einfache Prüfung der Wähler und Leitungen.

Die Liste dieser Zusatzforderungen läßt sich beliebig erweitern! Es sollen hier aber nur die hauptsächlichsten herausgegriffen werden, um an Hand der-

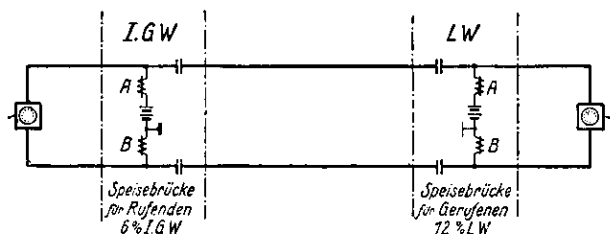


Abb. 153. Anordnung der Mikrophon-Speisebrücken in einer vollendeten Verbindung.

selben den Gang der Untersuchung zur Ermittlung der Zweckmäßigkeit der Einführung einer Forderung zu zeigen. Diese Forderungen reichen außerdem vollkommen aus, um den großen Einfluß derselben auf die Wirtschaftlichkeit selbsttätiger Systeme nachzuweisen.

Um sich ein einwandfreies Urteil über die Einführung jeder einzelnen Forderung zu bilden, untersucht man die zur Einführung erforderlichen Mittel, die dadurch entstehenden Betriebskosten und die etwaigen Ersparnisse, die eintreten, wenn in dem zugrunde gelegten einfachen System die oben angegebenen Forderungen der Reihe nach eingeführt werden sollen. Der jeweilige Aufwand für die Erfüllung einer Forderung ist an vorliegenden Lösungen der Aufgabe ermittelt. Man kommt bei eingehender Prüfung zu den nachstehenden Ergebnissen:

Zu 1. Eine „weitgehende Unterteilung der Anlage und Speisung der Teilnehmer vom eigenen Amt“ erfordert die Anordnung einer Speisebrücke im eigenen Amt und Übertragung der Wählstromstöße über die Verbindungsleitungen zu anderen Ämtern. Die Einführung dieser Forderung bringt keinen Mehraufwand mit sich, sondern im Gegenteil, es wird an Material ge-

spart. Die Speisebrücke für den rufenden Teilnehmer müßte doch in irgendeinem Wähler, z. B. LW, vorgesehen werden. Durch diese Forderung ist sie im GW oder Übertrager anzuordnen, von denen im allgemeinen nur etwa 6% vorhanden sind, während, wenn sie im LW angeordnet wird, 12% vorgesehen werden müssen. Man spart also demnach 6% an Speisebrücken und an Steuer-, Brücken- und Überwachungsrelais in den zweiten und weiteren GW, die im anderen Fall erforderlich werden (Abb. 153). Die Einführung dieser Forderung bringt demnach, neben dem Vorteil der Speisung aus dem eigenen Amt und damit Unabhängigkeit des Speisestromes vom Widerstand der Verbindungsleitung, eine Ersparnis an Material und damit eine Verkleinerung des Anlagekapitals mit sich. Sie ist demnach nicht nur aus verkehrstechnischen Gründen zu erfüllen, sondern auch wirtschaftlich voll begründet.

Zu 2. „Möglichste Unabhängigkeit des Speisestromes vom Widerstand der Teilnehmerleitung“ erreicht man durch hohe Speisespannung und große Brückenwiderstände. Je höher die Spannung und je höher die Brückenwiderstände, um so gleichmäßiger ist der Speisestrom bei den verschiedenen Leitungswiderständen. In Abb. 154 sind Kurven dargestellt, die die Speisestromstärke abhängig vom Schleifenwiderstand der Teilnehmerleitungen bei den gebräuchlichen Amtsspannungen von 24 und 60 V ergeben. Bezeichnet man das Verhältnis vom maximalen Speisestrom beim Widerstand 0 zum minimalen Speisestrom beim Widerstand 1000 als Ungleichförmigkeitsgrad, so erhält man bei 24 V den Wert 8, bei 60 V den Wert 2. Der Ungleichförmigkeitsgrad ist daher bei 24 V viermal größer als bei 60 V. Daraus geht deutlich der große Vorteil der 60-V- gegenüber der 24-V-Speisung hervor. Da der Energiebedarf der Anlage nahezu unabhängig von der Amtsspannung ist, so ist durch die Verwendung einer hohen Amtsspannung, z. B. 60 V, ein wirtschaftlicher Nachteil nicht vorhanden. Im Gegenteil, es werden noch weitere Vorteile erreicht, denn alle Kraftmagnete und Relais arbeiten bei höherer Spannung schneller und damit sicherer. Die Forderung ist demnach zu erfüllen.

Zu 3. Der „sofortige erste Ruf“ belastet nur den LW. Der hierfür erforderliche Aufwand kann bei zweckmäßiger Anordnung pro LW nur etwa $\frac{1}{15}$ Relais betragen, so daß, pro Teilnehmer gerechnet und in Relais ausgedrückt, bei 12% LW ein Aufwand

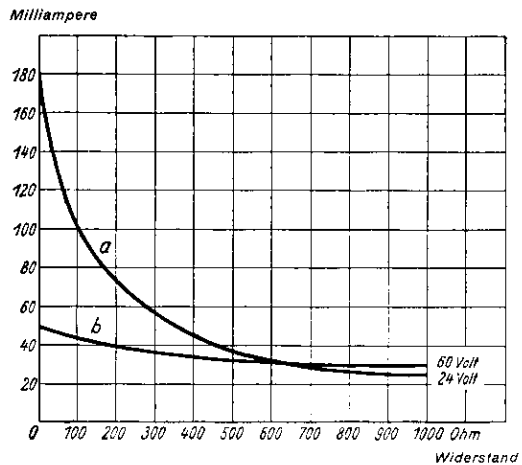


Abb. 154.

Abhängigkeit des Mikrophon-Speisestromes vom Leitungswiderstand und der Amtsspannung.

von etwa $\frac{1}{40}$ Relais notwendig ist. Der erste Ruf ist sowohl zweckmäßig für den rufenden Teilnehmer, weil er nach der Wahl sofort ein Zeichen erhält und sich der Gerufene schneller meldet als ohne den ersten Ruf, als auch für das Amt selbst, weil die mittlere Verbindungsdauer sonst um die halbe Rufperiode verlängert wird, was immerhin einen recht erheblichen Einfluß auf die Ausrüstung des Amtes ausübt. Beträgt die mittlere Verbindungsdauer 90 s, und wird in Abständen von 6 s gerufen, so wird die mittlere Verbindungsdauer durch das Fehlen des ersten Rufes um 3 s verlängert. Der *TC*-Wert, d. h. der Belegungswert des Amtes, wird in allen Stufen um $\frac{1}{30}$ erhöht, was bei einem 100000er-System etwa $\frac{1}{5}$ Relais pro Teilnehmer ausmacht. Dem erhöhten *TC*-Wert entsprechend wird, was von ganz besonderer Bedeutung ist, auch die Zahl der Verbindungsleitungen zwischen den Ämtern vergrößert. Bei Fernwahlbetrieb werden die Leerlaufzeiten auf den Fernleitungen vergrößert und damit die Nutzzeiten herabgesetzt. Weiter werden bei Teilnehmern mit mehreren Amtsleitungen die Leitungen bei Belegung durch das Amt für die Zentrale sofort als besetzt gekennzeichnet, während, wenn der erste Ruf fehlt, im Mittel jede Leitung noch 3 s nach der Belegung nicht besetzt erscheint. Es können in diesem Falle die Leitungen durch die Beamtin noch für abgehende Verbindungen belegt werden, wodurch Fehlverbindungen entstehen. Die Einführung des ersten Rufes bei zweckmäßiger Anordnung ist demnach unter allen Umständen gerechtfertigt, denn sogar ohne Berücksichtigung des Vorteils bei Mehrfachanschlüssen steht einem Aufwande von $\frac{1}{40}$ Relais pro Teilnehmer eine Ersparnis von $\frac{1}{5}$ Relais gegenüber.

Zu 4. Die „sofortige Abschaltung des Rufstromes beim Melden des Gerufenen“ erfordert im LW besondere Mittel. Durch zweckmäßige Anordnung, Verwendung für andere Zwecke vorhandener Relais, kann diese Forderung mit nur geringen Mitteln, z. B. nur ein Kontakt pro LW, erreicht werden, so daß die Einführung empfehlenswert ist. Man schützt dadurch die Teilnehmermikrophone, über die dann kein Rufstrom fließt, vor Verbrennen. Andererseits ist zu berücksichtigen, daß zweckmäßig gebaute Mikrophone in guter Schaltung den Rufstrom ohne Schaden vertragen, so daß die Einführung dieser Forderung nur dann begründet ist, wenn sie, wie angegeben, mit sehr geringen Mitteln erreicht werden kann.

Zu 5. Die Forderung „Auswahl einer freien Leitung bei Sammelanschlüssen“ ist wohl von vornherein als zweckmäßig anzusehen. Durch diese Forderung wird nur der LW beeinflußt und können die aufzuwendenden Mittel verhältnismäßig einfach sein. Es ist erforderlich, einen sog. Sammelkontakt anzubringen, der ein Weiterschalten der LW nur bei Sammelanschlüssen in den Fällen, wo die gewählte Leitung besetzt ist, veranlaßt. Ein LW mit einem Sammelkontakt ist früher gezeigt. Der erforderliche Aufwand pro LW für diesen Zweck, umgerechnet in Relais, beträgt etwa $\frac{1}{2}$ Relais. Bei 12% LW ist demnach der Aufwand pro Teilnehmer $\frac{3}{50}$ Relais. Demgegenüber besteht,

wenn die Forderung nicht erfüllt ist, die ungünstige Betriebsweise für den Teilnehmer, der beim Anruf eines Sammelanschlusses die verschiedenen Nummern so lange wählen muß, bis er eine freie Leitung erreicht hat. Das System und die Teilnehmer selbst werden dadurch dermaßen belastet, daß der Aufwand, $\frac{3}{50}$ Relais pro Teilnehmer, für diesen Zweck unter allen Umständen gerechtfertigt ist. Wie groß der Einfluß selbst einer kleinen Vergrößerung des Verkehrswertes aller Wählerstufen sein kann, ist in einem vorhergehenden Absatz ermittelt worden.

Zu 6. Die Frage, leitet man den „Fernverkehr über Wähler“ oder benutzt man zur Herstellung der Fernverbindungen einen Fernvermittlungsschrank, ist vielfach umstritten worden. Wenn der Fernverkehr über die Wähler läuft, so muß die Zahl der Wähler in allen Stufen vergrößert werden, außerdem sind die LW für den Fernverkehr gegebenenfalls besonders auszubilden. Beträgt der für den Fernverkehr erforderliche Aufwand in den LW, abhängig von den für diesen Verkehr zu erfüllenden Forderungen, mehrere Relais, so kann der Verkehr über Fernvermittlungsschrank wirtschaftlich günstiger sein. Besteht aber die Möglichkeit, die besonderen Forderungen hierfür so einzuschränken, daß sie mit nur geringem Aufwand in den LW erfüllt werden können, so kann wieder der Fernverkehr über Wähler vorteilhafter sein als der über Fernvermittlungsschranke. Eine kurze Rechnung wird die Verhältnisse klarlegen.

Für ein Amt mit 10000 Teilnehmern seien zwei Fernvermittlungsplätze erforderlich, an denen in der Hauptverkehrsstunde je 400 Verbindungen hergestellt werden sollen. Um denselben Fernverkehr zu bewältigen, sind im Selbstanschlußamt, wenn alle nur möglichen Forderungen, z. B. Vorbereitung, Prüfung auf orts- und fernbesetzt, Aufschaltung, Trennung usw., erfüllt werden sollen, für Mehraufwand an Wählern und Relais pro Teilnehmer gerechnet, etwa 1,2 Relais erforderlich. Wenn man die Forderungen des Fernverkehrs etwas modifiziert und z. B. auf die Vorbereitung des Teilnehmers ohne Sperrung der Leitung verzichtet, was im Betriebe sehr selten ausgenutzt wird, und weiter auch den Verkehr selbst etwas vereinfacht, so daß nicht auf orts- und fernbesetzt geprüft wird, sondern nur auf frei, aber die Aufschaltmöglichkeit und die Trennung von Ortsverbindungen beibehält, so kann man diese Forderungen mit einem Aufwande von nur 0,7 Relais pro Teilnehmer erreichen. Die erhebliche Differenz im Aufwande von 0,5 Relais pro Teilnehmer für die beiden Arten des Fernverkehrs rührt allein von den zu erfüllenden besonderen Forderungen her. Hierdurch wird bewiesen, welchen erheblichen Einfluß die gestellten Forderungen auf die Ausrüstung und damit Wirtschaftlichkeit des Amtes haben. Nicht die Aufschaltmöglichkeit auf ortsbesetzte Leitungen, auch nicht die Trennung von Ortsverbindungen durch das Fernamt, sondern besonders die Prüfung auf orts- und fernbesetzt, die Vorbereitung ohne Sperrung des Teilnehmers und auch die Auswahl einer ortsbesetzten Leitung eines Sammelanschlusses, wenn alle Leitungen besetzt sind, im Fernverkehr erfordern den großen Aufwand. Es wäre zu prüfen, ob diese teuren Forderungen nicht in manchen Fällen zugunsten

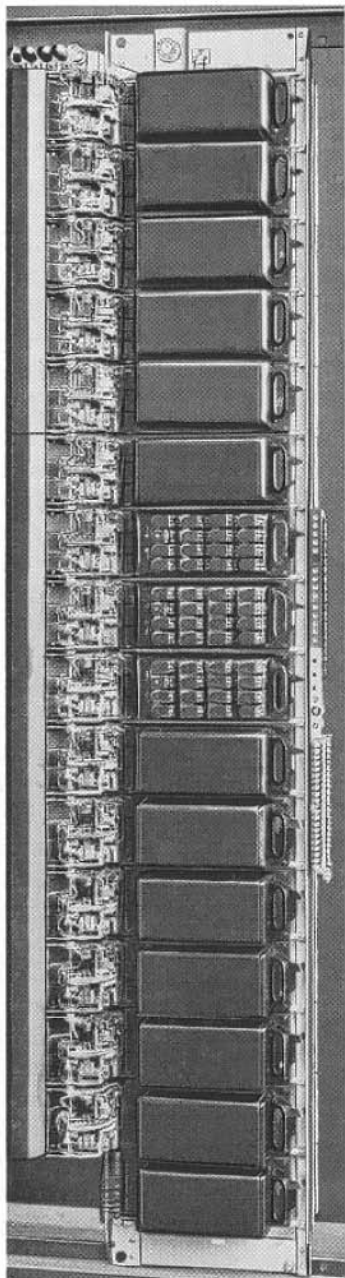


Abb. 155. Rahmen mit Leitungswählern für Orts- und Fernverkehr, die die umfassendsten Forderungen erfüllen.

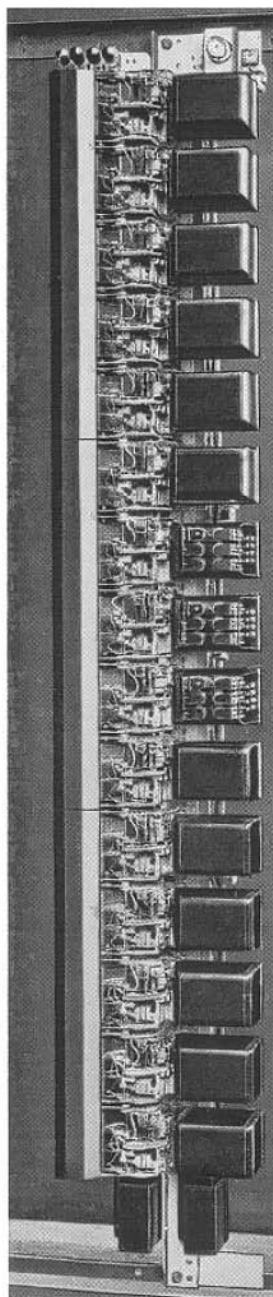


Abb. 156. Rahmen mit Leitungswählern für Orts- und Fernverkehr, die vereinfachte Forderungen erfüllen.

der Wirtschaftlichkeit des Systems geändert werden könnten. Die Fernbeamtin kann selbst auf orts- und fernbesetzt prüfen, indem sie in eine besetzte Leitung eintritt und dabei durch Rücksprache feststellt, ob es sich um ein Orts- oder Ferngespräch handelt. In einem großen Teil der öffentlichen Fernsprechanlagen der Erde ist der Verkehr in ähnlicher Form mit sog. Anbotwählern ohne jede Anstände in Betrieb. Die Vorbereitung einer Fernverbindung ohne Sperrung des Teilnehmers wird praktisch gar nicht ausgenutzt, denn die Fernbeamtinnen überzeugen sich stets eine Zeitlang vor der Vollendung der Fernverbindung, ob der richtige Teilnehmer erreicht ist und ob dieser in der Nähe seines Apparates das Ferngespräch erwartet. Die Auswahl einer ortsbesetzten Leitung beim Besetztsein aller Leitungen eines Sammelanschlusses ist von untergeordneter Bedeutung, weil die Fernbeamtin die letzte ortsbesetzte Leitung für das Ferngespräch benutzen kann. Nur in den Fällen, wo auf dieser schon ein Ferngespräch stattfindet, muß sie noch einmal wählen. Dieser Fall wird aber selten vorkommen, und es wird dann bei genügender Zeit für die Vorbereitung die Fernbeamtin immer noch rechtzeitig eine freie Leitung des Sammelanschlusses für ihr Ferngespräch erhalten. Hierfür ist dieser große Aufwand wohl nicht gerechtfertigt. Was diese Forderung auf die Ausrüstung des Systems für einen großen Einfluß ausübt, geht aus den Abb. 155 und 156 hervor, die LW für Orts- und Fernverkehr darstellen. Abb. 155 zeigt LW, die weitestgehende Forderungen erfüllen, Abb. 156 LW, die für die besprochenen, etwas einfacheren Forderungen konstruiert sind. Man sieht deutlich, daß der Aufwand, der für gewisse Forderungen notwendig ist, in keinem rechten Verhältnis zum Nutzen steht.

Gegenüber diesen erheblichen Mitteln stehen die Kosten des Fernvermittlungsschranke, dessen Anlagekapital pro Teilnehmer etwa 0,5 Relais beträgt. Maßgebend für die Beurteilung sind aber die jährlichen Kosten, wenn die Unterhaltungskosten nicht vernachlässigt werden können und, wie hier, noch Personalkosten in Betracht kommen. Für die Berechnung der jährlichen Betriebskosten sind Tilgung und Verzinsung dieser Beträge in Rechnung zu stellen, dazu die Personalkosten des Fernvermittlungsschranke. Es stehen sich gemäß der bisherigen Ersparnis als ungefähre jährliche Betriebskosten pro Teilnehmer die verschiedenen Verkehrsarten gegenüber, und zwar ausgedrückt in Verhältniszahlen:

Beim Fernverkehr über Fernvermittlungsschrank . . .	1,1
beim Fernverkehr über Wähler und Erfüllung der voll-	
kommensten Bedingungen	1,2
bei vereinfachten Fernverkehrsbedingungen	0,7

Daraus ergibt sich, daß es zweckmäßig ist, Vorschaltesschränke zu verwenden, wenn die umfassendsten Forderungen erfüllt werden sollen, und daß der Fernverkehr über die Ortswähler geleitet werden sollte, wenn etwas einfachere Bedingungen zugelassen werden. Wie groß der Einfluß der Betriebsforderungen auf die Wirtschaftlichkeit der Systeme ist, geht gerade aus diesem Absatz klar hervor.

Zu 7. Die Forderung „Aufschaltmöglichkeit im Fernverkehr“ ist bei Besetztmeldung der gewünschten Verbindung im Handferntrieb zu erfüllen, weil die Fernverbindungen im Mittel bei 10% aller Fälle auf besetzte Teilnehmer stoßen, wodurch die Herstellung dieser Ferngespräche sonst verhindert, mindestens aber verzögert würde. Da die Fernleitungen sehr teuer sind und daher die Ausnutzung derselben soweit wie nur irgend möglich gesteigert werden muß, würden durch die Nichterfüllung der obigen Forderung die Fernleitungen nicht richtig ausgenutzt werden können. Die Aufschaltmöglichkeit des Fernamtes beim Verkehr über die Ortswähler auf besetzte Teilnehmer ist aber leicht zu erfüllen, denn es sind hierfür bei zweckmäßiger Anordnung pro Teilnehmer nur etwa $\frac{1}{25}$ Relais erforderlich. Die Forderung der Aufschaltmöglichkeit sollte daher im Handferntrieb erfüllt werden, denn der Verlust an Ferngebühren ist sicherlich viel größer als der Aufwand.

Bei Herstellung der Fernverbindungen über Wähler mittels Fernwahl ist die Erfüllung dieser Forderung von keiner besonderen Bedeutung, weil die Fernbeamtin in wenigen Sekunden eine neue Fernverbindung aufbauen kann.

Vielfach werden für die Aufschaltung besondere Anbotwähler pro Gruppe vorgesehen. Stößt eine Fernbeamtin auf eine ortsbesetzte Teilnehmerleitung, so stellt sie einen neuen Verbindungsweg über einen besonderen Anbotwähler her, schaltet sich auf, teilt dem Teilnehmer das Vorliegen einer Fernverbindung mit und fordert ihn auf, einzuhängen. Dann stellt sie eine neue Verbindung über die Ortswähler her und kann dann den Teilnehmer erreichen, wenn er inzwischen eingehängt hat. Dieser Weg bedeutet für die Fernbeamtin eine große Belastung, ist umständlich und verhältnismäßig teuer, denn wenn nur ein Anbotwähler pro Gruppe gerechnet wird, so macht das etwa $\frac{1}{5}$ Relais pro Teilnehmer aus, während, wenn jeder Wähler Anbotwähler ist, wenn also die Fernbeamtin mit einfachen Mitteln über jeden LW in die Verbindung eintreten kann, nur etwa $\frac{1}{25}$ Relais pro Teilnehmer aufzuwenden ist. Man erhält demnach in diesen Fällen einen besseren Betrieb für das Fernamt und geringere Anlage- und Betriebskosten für das Selbstanschlußamt. Dabei ist das für die Anbotwähler erforderliche besondere Kabelnetz noch gar nicht berücksichtigt worden.

Zu 8. Die Zweckmäßigkeit der „Trennung von Ortsverbindungen durch das Fernamt“ kann fraglich sein. In vielen Ländern der Erde wird auf die Trennung von Ortsverbindungen durch das Fernamt verzichtet, es wird nur Aufschaltmöglichkeit vorgesehen und der Teilnehmer beim Vorliegen eines Ferngespräches aufgefordert, selber die Verbindung durch Einhängen seines Fernhörers aufzutrennen. Statistiken haben ergeben, daß die Teilnehmer in den weitaus meisten Fällen der Aufforderung des Fernamtes willig Folge leisten und die Ortsverbindung durch Einhängen selber trennen. Für die anderen wenigen Fälle den Aufwand für die Ferntrennung durchzuführen, wird sich dann nicht lohnen, wenn der Aufwand groß ist. Da bei zweckmäßiger Anordnung zur Erfüllung der Forderung aber nur $\frac{1}{25}$ Relais pro Teil-

nehmer erforderlich ist, so kann die Ferntrennung unbedenklich vorgesehen werden. Bei Fernwahlbetrieb hat diese Forderung auch keine Bedeutung mehr.

Zu 9. Die Forderung „Einschalten von Nebenstellen ohne Batterie“ zu erfüllen, zwingt dazu, sämtliche in der Anlage vorhandenen I. GW und LW zu erweitern. Während ohne diese Forderung die Mikrophonspeisebrücke sowohl für den Anrufenden als auch für den Gerufenen aus nur

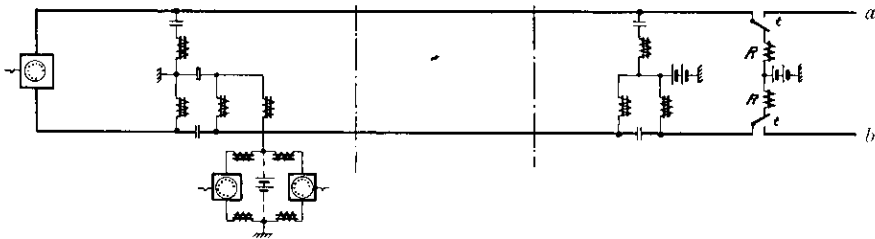


Abb. 157. Nebenstellenspeisung vom Amt über Speisebrücke.

einem Relais mit zwei Wicklungen bestehen könnte, müssen jetzt in jeder Brücke zwei getrennte Relais verwendet werden, weil auf der *b*-Leitung bei Nebenstellen mit Amtsspeisung unabhängig von den Teilnehmern andere Ströme als auf der *a*-Leitung fließen und daher der Strom auf der *b*-Leitung, wie aus Abb. 157 ersichtlich, weder zur Stromstoß- noch zur Signalgabe verwendet werden kann. Alle Wähler mit Mikrophonspeisebrücken müssen daher für die Erfüllung dieser Forderung um je ein Relais pro Brücke erwei-

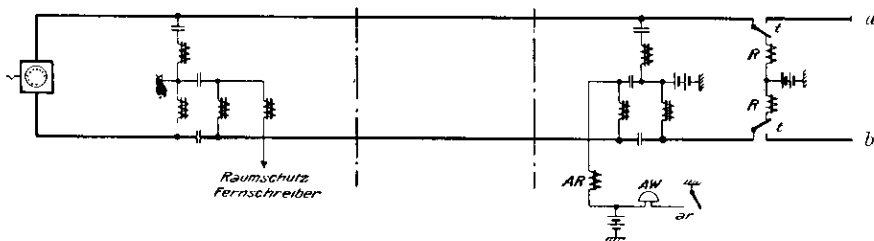


Abb. 158. Übertragung von besonderen Signalen von der Sprechstelle zum Amt über die Leitung mit Hilfe von Speisebrücken.

tert werden, wenn nicht ein anderes schon vorhandenes Relais mit dazu verwendet werden kann. Für die Leitungen zu Nebenstellenanlagen selbst sind aber außerdem noch besondere Speisepulen sowohl im Amt als auch beim Teilnehmer, wie in Abb. 157 angegeben, vorzusehen. Rechnet man in einem Amt 6% I. GW und 12% I.W und etwa 25 Nebenstellenleitungen pro 100er-Gruppe, so ist in günstigsten Fällen, wenn die Speisung von I. GW und LW erfolgt, ein Aufwand von 18 Relais und 50 Speisepulen pro 100er-Gruppe dafür erforderlich. Demgegenüber steht eine Ersparnis von 25 Batterien bei den Nebenstellen. Die Kosten einer Batterie, deren Spannung nur etwa 6 bis

12 V zu betragen braucht, werden nicht mehr als die Kosten für die Speise-
spulen pro Leitung betragen, so daß die Kosten für 18 Relais erspart
werden. Batterien bei den Teilnehmern sogar mit Wartung und Aufladung
sind im Zeitalter des Rundfunks nichts Außergewöhnliches mehr. Die
Einführung der Forderung kostet demnach pro Teilnehmer $\frac{9}{50}$ Relais. Bei
kleineren Nebenstellenanlagen wird man ohne, bei großen mit Batterie ar-
beiten, die über den Speisebrückenstromkreis geladen wird.

Es lassen sich aber durch den mit Hilfe der Speisebrücke gebildeten
neuen Stromkreis, der von dem Wahl- und Signalstromkreis vollkommen ge-
trennt ist, Signale besonderer Art nach Abb. 158 zu und von den Sprech-
stellen, wenn keine Nebenstellen vorhanden sind, übertragen. Dadurch wird
die Möglichkeit geschaffen, das teure Leitungsnetz auch für die verschieden-
sten anderen Zwecke auszunutzen und die Wirtschaftlichkeit des Netzes zu
steigern. Es können z. B. über den Stromkreis nach Abb. 108 Raumüber-
wachungseinrichtungen, Gefahrmelder, Feuermelder, Ferndrucker, elek-
trische Uhren, Rundfunkgeräte angeschlossen werden. Wenn durch derartige
Einrichtungen die Ausnutzung des Leitungsnetzes gesteigert werden kann,
wobei vorausgesetzt wird, daß eine Störung des Fernsprechbetriebes durch
die Zusatzeinrichtungen unter keinen Umständen vorkommen darf, ist die
Forderung als wirtschaftlich zu bezeichnen.

Zu 10. Die Forderung der „Schlußzeichengabe zu manuellen Ämtern“,
also zum Fernamt oder im Verbindungsverkehr zu alten Handämtern, ist
zweckmäßig zu erfüllen, weil ohne Erfüllung dieser Forderung die Wähler bei
diesem Verkehr länger belegt bleiben würden. Was eine längere Belegung
für einen schädlichen Einfluß auf den Betrieb haben kann, ist beim Unter-
suchen der Forderung 3 erörtert worden. Der Aufwand für diese Forderung
ist nicht groß. Nur der LW wird beeinflußt, und es kann die Forderung mit
sehr geringen Mitteln erfüllt werden, so daß der Gewinn sicher größer ist als
der erforderliche Aufwand.

Zu 11. Die Beurteilung, ob die Einführung der „Gesprächszählung und
gegebenenfalls Zeitzonenzählung“ wirtschaftlich begründet ist, oder ob
Pauschaltarife besser sind, ist nicht ohne weiteres möglich, weil die Tarife
nicht nur vom Amt, sondern auch vom Netz und vielen anderen Einflüssen
abhängen. Die einwandfreie Beantwortung dieser Frage erfordert ein Studium
der besonderen Verhältnisse jedes einzelnen Landes für sich und kann daher
hier nicht allgemein behandelt werden. Die Gesprächszählung beeinflußt den
I. GW und den LW. In beiden Wählerarten müssen Mittel dafür aufgewendet
werden. Bei zweckmäßiger Konstruktion des Systems kann man mit etwa
 $\frac{1}{8}$ Relais pro Teilnehmer zu diesem Zweck ohne Berücksichtigung der er-
forderlichen Gesprächszähler auskommen. Allgemein kann man sagen, daß
Gesprächszähler zweckmäßig sind für die gerechte Verteilung der Gebühren,
daß sie notwendig sind, wenn der Nahfernverkehr automatisiert und Zeit-
zonenzähler eingeführt werden sollen.

Zu 12. Das „Fangen böswilliger Teilnehmer“ ist eine Forderung, die er-
hoben worden ist, um Belästigungen und böswillige Anrufe möglichst aus-

zuschalten. Der Aufwand hierfür kann ermittelt, der Nutzen dagegen nicht angegeben werden, weil er ein idealer Nutzen ist. Beeinflußt durch diese Forderung werden die I. GW und LW. Die normalen LW jedoch nicht, sondern man muß eine Anzahl von LW-Relaissätzen besonderer Art vorrätig haben, die in die zu beobachtenden Gruppen eingeschaltet werden. Der Aufwand hierfür und für die I. GW, die mindestens eine Relaiswicklung hierfür enthalten müssen, beträgt, auf den Teilnehmer bezogen, etwa $\frac{1}{30}$ Relais. Ist der ideale Nutzen so viel wert, so kann die Forderung eingeführt werden.

Zu 13. Das System soll die „Verwendung zweiadriger Verbindungsleitungen“ zulassen. Diese Forderung muß ohne weiteres erfüllt werden, denn der Betrag für die erforderlichen Amtsverbindungsleitungen in großen Anlagen ist recht erheblich, so daß eine soweit als möglich gehende Herabsetzung dieser Beträge anzustreben ist. Die Möglichkeit der Verwendung zweiadriger Leitungen braucht das System nicht teurer zu gestalten. Ein Mehraufwand entsteht erst, wenn zweiadrige Leitungen selbst eingeschaltet werden sollen, durch die hierfür erforderlich werdenden Zusätze. Dann ist durch eine Rechnung festzulegen, ob der hierfür erforderliche Aufwand durch die ersparten Leitungskosten gedeckt ist. Je länger und teurer die Leitungen sind, um so eher wird sich die Einführung zweiadriger Leitungen empfehlen.

Zu 14. Für die „Verwendung doppeltgerichteter Verbindungsleitungen“ gilt dasselbe, was im vorhergehenden Absatz gesagt wurde. Eine Mehrbelastung entsteht dadurch im System nicht. Erst wenn derartige Leitungen eingeführt werden, entsteht ein Mehraufwand, der aber durch die Leitungersparnis mehr als gedeckt sein muß (siehe unter Sparmaßnahmen).

Zu 15. Auch für die Anwendung des „Viererbetriebes“ auf den Verbindungsleitungen gilt das, was in den beiden vorstehenden Absätzen gesagt ist. Für den Viererbetrieb sind Übertrager erforderlich; dieser Aufwand ist nur gerechtfertigt, wenn der Nutzen größer ist.

Zu 16. Die Forderung „Bildung von großen, möglichst 100er-Leitungsbündeln“ muß unter allen Umständen für große unterteilte Anlagen erfüllt werden, denn nur dadurch ist die bestmögliche Ausnutzung der Verbindungsleitungen zu erreichen. Bei kleinen Anlagen mit nur einem Amt hat diese Forderung keine Bedeutung. An einfachen Mitteln zur Erfüllung dieser Forderung stehen heute vielfach erprobte Misch- und Staffelschaltungen sowie Mischwähler zur Verfügung, so daß diese Forderung, auch bei Wählern mit nur 10 Kontakten pro Richtung, leicht mit einfachen Mitteln ohne Anwendung von Kapital erfüllt werden kann, wie nachgewiesen wurde.

Zu 17. Das System soll möglichst „unempfindlich gegen Leitungseinflüsse“ sein. Jede Leitung hat bekanntlich Widerstand, Selbstinduktion, Kapazität und Nebenschluß. Je größer Widerstand, Selbstinduktion und Kapazität und je kleiner die Nebenschlüsse werden können, ohne einen schädlichen Einfluß auf die Funktionen des Systems auszuüben, desto mehr eignet sich ein System für die Praxis. Diese Forderung beeinflußt die Linien-

relais, die entsprechend konstruiert und angepaßt werden müssen. Die erforderlichen Mittel hierfür sind nicht groß und müssen aufgewendet werden, weil sonst, wegen der großen Ausgaben für die Unterhaltung des dann erforderlichen, sehr empfindlichen Leitungsnetzes, das System unwirtschaftlicher wäre.

Zu 18. Die Forderung „selbsttätige Ausscheidung fehlerhafter Wähler und Verbindungsleitungen“ beeinflußt die Methode zur Prüfung und Belegung freier Wähler und Leitungen. Wird die Art der Prüfung richtig entwickelt, so ist ein Mehraufwand zur Erfüllung dieser Forderung nicht notwendig. Die Erfüllung der Forderung, die für einen guten Amtsbetrieb von größter Wichtigkeit ist, ist dann wirtschaftlich gerechtfertigt.

Zu 19. Die „selbsttätige Abschaltung gestörter Anschlußleitungen“ ohne Belegung von gemeinsamen Wählern erfordert besondere Mittel, gegebenenfalls ein Relais pro Anschlußleitung, hat demnach einen erheblichen Einfluß auf das Anlagekapital. Wenn in großen Ämtern mit Überwachung ein billig einzubauendes Signal gestörte Anschlußleitungen anzeigt, so genügt das vollkommen und ist viel wirtschaftlicher als die Abschaltung. In Unterämtern ohne Überwachung dagegen mit geringer Wählerzahl, wo der Einfluß einer gestörten Leitung groß ist, könnte die Abschaltung in Betracht gezogen werden. Aber auch hier ist die Wirtschaftlichkeit dieser Forderung fraglich, denn Unterämter, die besonders als kleine Landzentralen verwendet werden, sind meistens schon von vornherein wenig wirtschaftlich, so daß durch die erheblichen Mittel für die Abschaltung dieser Zustand nicht noch verschlechtert werden sollte. Wenn das Leitungsnetz es zuläßt, sollte auf die Forderung verzichtet werden.

Zu 20. Die „Einleitung der Auslösung vom Rufenden oder auch vom Gerufenen“ ist umstritten. Es bestehen viele Anlagen, wo sowohl der Rufende als auch der Gerufene die Verbindung auslösen kann. Es bestehen aber mindestens ebenso viele Anlagen, wo nur der Rufende die Verbindung auslöst. Im ersten Falle, wo auch der Gerufene die Verbindung auslösen kann, muß die Bedienung des Apparates seitens des Gerufenen sorgfältig sein; jedes Auflegen des Hörers löst die Verbindung aus. Besonders bei Nebenstellenanlagen, wenn die Hauptstelle die Verbindung zur Nebenstelle vollendet, macht die Aufrechterhaltung der Verbindung bei jeder Unterbrechung der Schleife Schwierigkeiten und erfordert besondere Mittel. Dasselbe gilt, wenn Rückfragen gehalten werden. Da auch die Amts- und Nebenstelleneinrichtungen einfacher werden, wenn die Auslösung nur vom Rufenden abhängt, so ist diese Form des Betriebes wirtschaftlich der anderen überlegen. Die Bedenken einer Blockierung des Gerufenen, die gegen diese Betriebsform erhoben worden sind, sind durch die jahrelange Praxis widerlegt worden, denn es ist kein irgendwie ins Gewicht fallender Mangel bekanntgeworden. Sieht man im Falle der Blockierung ein Signal vor, so reicht das vollkommen aus, wie die Praxis gezeigt hat.

Zu 21. Die Forderung nach „Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der Kraftanlage“ muß erfüllt werden. Es fragt sich nur wie? Denn Sicherheit und Wirtschaftlichkeit widersprechen sich. Je größer die Sicherheit, desto kleiner die Wirtschaftlichkeit und umgekehrt. Je größer die Batterie, oder zwei Batterien gewählt werden, desto größer ist die Sicherheit gegen Unterbrechung des Betriebes bei Ereignissen wie z. B. Ausfall des Starkstromnetzes usw., desto größer aber auch das Anlagekapital. Hier muß sorgfältig das eine gegen das andere abgewogen werden, um den günstigsten Fall zu ermitteln. In den meisten Fällen wird sich besonders aus wirtschaftlichen Gründen die Verwendung nur einer etwas großen Batterie mit einer Ladeeinrichtung in Pufferschaltung empfehlen, wozu als äußerste Reserve zur Vergrößerung der Sicherheit ein Benzinmotor vorgesehen werden kann, der beim Ausbleiben des Netzstromes die Ladeeinrichtung antreibt. Besonders schwierig ist die Erfüllung der Forderung bei kleinen Landzentralen, weil hier mitunter das Anlagekapital für die Kraftanlage in der Größenordnung der Selbstanschlußanlagen liegt. Um möglichst wirtschaftlich zu sein, wird man hier ebenfalls nur eine Batterie verwenden, die zweckmäßig über die Verbindungsleitungen vom Hauptamt geladen wird, wenn die Leitungen nicht zum Sprechen benutzt werden. Empfehlenswert sind weiter kleine Ladeaggregate in Pufferschaltung, wofür Umformer oder Gleichrichter verwendet werden können, die sich selbsttätig ein- und ausschalten, die Batterie immer in geladenem Zustande halten und die Spannung der Batterie überwachen, so daß die zulässigen Spannungstoleranzen nicht überschritten werden.

Zu 22. Die „einfache Überleitung zur neuen Betriebsform“ muß jedes System gestatten. Insbesondere muß der Verbindungsverkehr mit den alten Anlagen in wirtschaftlicher Weise möglich sein. Welche Form des Verbindungsverkehrs für den jeweiligen Zweck die beste ist, Abfrage- oder Dienstleitungsbetrieb, Zahlengeber-B-Beamten oder Wahl am A-Platz, optischer Nummernanzeiger usw., muß durch Rechnung ermittelt werden, bei der die besonderen lokalen Verhältnisse berücksichtigt werden müssen (siehe Überleitung selbsttätiger Fernsprechanlagen).

Zu 23. Die Forderung „Speicherung und Umrechnung der Stromstoßreihen der Teilnehmer“ wird vielfach aus den verschiedensten Gründen gestellt. Prüft man eingehend die angegebenen Gründe, so findet man, daß diese eine Notwendigkeit der Einführung von Speicherung und Umrechnung nicht ergeben. In früheren Untersuchungen ist ermittelt worden, daß durch die Einführung der Speicherung und Umrechnung in ein System dieses bis zu 10% und mehr teurer in der Anschaffung wird, und daß das System dadurch erheblich komplizierter wird, weil die Zahl aller Schaltvorgänge für jede Verbindung auf das 2,5fache gesteigert wird. Damit wachsen nicht nur die Beträge für Tilgung und Verzinsung, sondern auch für Unterhaltungskosten. Alle wirklichen Vorteile, die Speicherung und Umrechnung bieten, lassen sich auch ohne die angegebenen Nachteile mit viel einfacheren Mitteln erreichen. Da demnach durch Speicherung und Umrechnung nur Anlage- und Unterhaltungskosten vergrößert werden, ohne daß irgendwelche Erspar-

nisse eintreten, die nicht auch auf einfachere und daher billigere Weise zu erreichen sind, so ist diese Forderung als unwirtschaftlich zu bezeichnen.

Zu 24. Ausreichende „Sicherheit gegen Brandgefahr“ muß vorhanden sein. Bleiben irgendwelche Stromverbraucher aus irgendeinem Grunde dauernd unter Strom, so darf dadurch ein Brand nicht entstehen. Um diese Forderung zu erfüllen, gibt es verschiedene Mittel: entweder die Stromverbraucher halten ohne Schaden den Strom aus, oder sie sind gesichert, so daß in Störungsfällen die Sicherung durchgeht, oder es wird ein Signal eingeschaltet. Es ist dann aber Vorsorge zu treffen, daß das Signal auch beachtet wird. Eine Kombination dieser Arten ist auch möglich, wodurch die Sicherheit vergrößert wird. Die Forderung ist zu erfüllen, natürlich mit den wirtschaftlichsten Mitteln.

Zu 25. „Weitgehende Störungssignalisierung“ ist sehr empfehlenswert, denn es wird dadurch ganz erheblich an Pflege gespart, weil Fehler nicht gesucht zu werden brauchen, sondern selbsttätig angezeigt werden. Pflegeersparnis fällt aber sehr ins Gewicht, denn wenn diese Ersparnis kapitalisiert wird, so können dafür sehr viel selbsttätige Einrichtungen erstanden werden. In der Hauptsache werden Signale vorgesehen für:

- Gestörte Haupt- und Einzelsicherungen,
- gestörte Wähler,
- gestörte Verbindungsleitungen,
- gestörte Teilnehmerleitungen,
- blockierte Teilnehmer,
- Mängel an Wählern und Leitungen und weitere mehr.

Zur eingehenden Untersuchung dieser Frage und zur Feststellung der Wirtschaftlichkeit müßte der Aufwand für jedes einzelne Signal und der dadurch erzielte Nutzen ermittelt werden. Das würde recht weit führen. Man kann aber durch einfache Überlegung leicht feststellen, daß sich wohl alle Signale wegen der Ersparnis an Pflege rentieren, wenn sie zweckmäßig mit geringen Mitteln eingebaut sind.

Zu 26. „Weitgehende Registriermöglichkeit des Verkehrs“ wird gefordert, um den Verkehr zu messen und auf Grund dieser Messungen die Anpassung der Wählerzahl an den Verkehr aller Gruppen leicht zu ermöglichen. Je einfacher die Registriermöglichkeit geschaffen wird, um so weniger Aufwand ist für diese Zwecke nötig. Wenn der Verkehr jedes Wählers leicht gemessen werden kann, so sind hierfür in einem Amt mit 10000 Teilnehmern, wieder pro Teilnehmer gerechnet, etwa $\frac{1}{12}$ Relais erforderlich. Die erzielte Ersparnis läßt sich nicht leicht errechnen, denn diese hängt von der Häufigkeit der Messungen ab. Je häufiger gemessen wird, um so größer ist die Ersparnis, um so wirtschaftlicher die Einführung der Forderung.

Zu 27. Die Erfüllung der Forderung „einfache Prüfung der Wähler und Leitungen“ bringt ebenfalls Pflegeersparnis, sollte also durchgeführt werden. Der Aufwand hierfür beträgt etwa soviel wie der im vorhergehenden Absatz angegebene Wert. Es lassen sich auch selbsttätige und halbselbst-

tätige Prüfeinrichtungen verwenden, für die aber ein größerer Aufwand, als bisher angegeben, erforderlich ist. Zur Feststellung der Wirtschaftlichkeit derartiger Einrichtungen müssen wieder Tilgung und Verzinsung des dafür notwendigen Anlagekapitals den ersparten Personalkosten gegenübergestellt werden.

In der bisher gezeigten Weise kann jede einzelne Forderung untersucht und kann festgestellt werden, ob die Einführung wirtschaftlich begründet ist oder nicht. Es ist sicher nicht richtig, nur Forderungen zu erheben, ohne Rücksicht darauf, ob sie wirtschaftlich gerechtfertigt sind.

Durch die vorliegende Untersuchung ist der Nachweis erbracht, daß die Betriebsforderungen einen recht großen Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit selbsttätiger Systeme haben. Besonders tritt der große Einfluß der verschiedenen, trotzdem verhältnismäßig wenig sich voneinander unterscheidenden Forderungen für den Fernverkehr hervor. Es soll hier noch einmal auf die Abb. 155 und 156 hingewiesen werden, die deutlich den großen Einfluß der Forderungen erkennen lassen. Die Wirtschaftlichkeit sollte auch bei den von jedem Selbstanschlußsystem zu erfüllenden Forderungen ausschlaggebend sein, denn anscheinend kleine Forderungen verursachen mitunter große Anlage- und Betriebskosten. Auch bei dem eingangs erwähnten Vergleich verschiedener selbsttätiger Systeme miteinander müssen die von jedem System erfüllten Forderungen genau gegeneinander abgewogen werden. Ein einwandfreies Ergebnis erhält man nur, wenn die zu vergleichenden Systeme auf dieselbe Basis zurückgeführt werden.

1) Einrichtungen für Sonderzwecke.

Der Fernsprecher läßt sich zu einem Helfer bei der Beantwortung vieler Tagesfragen entwickeln. Da das Fernsprechnetzt nicht genügend ausgenutzt wird, so kann es noch mit weiteren Aufgaben belastet werden. Man kann unterscheiden: Sondereinrichtungen für den einzelnen Teilnehmer und Sondereinrichtungen gemeinsam für alle Teilnehmer.

Sondereinrichtungen für den einzelnen Teilnehmer:

Die telephonische Feuer- und Polizeimeldung ist in vielen Fällen durch die natürliche Erregung der Meldenden unbefriedigend. Mechanische Melder, die dem Fernsprechapparat vorgeschaltet werden und die die Verbindung selbsttätig mit der Feuerwehr und der Polizei herstellen und dann weiter nach einer Sicherheitsimpulsreihe von 12 Impulsen die Nummer des Melders übermitteln, so daß Wählen und

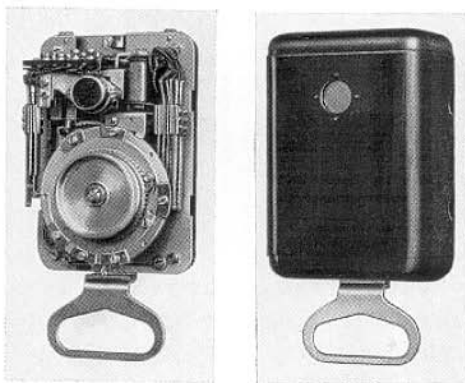


Abb. 159. Einfacher Feuer- und Polizeimelder.

Sprechen nicht erforderlich, aber möglich ist, beseitigen diesen Mangel. Abb. 159 zeigt einen derartigen Melder, der nach einfachem Ziehen am Griff seine Meldung abgibt, wobei am Schauzeichen ersehen werden kann, ob der Melder arbeitet. Diese Melder lassen sich jedem Fernsprechanhluß

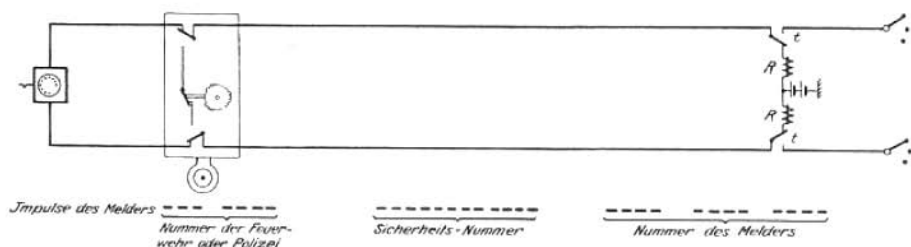


Abb. 160. Schaltung des einfachen Feuer- und Polizeimelders in Fernsprechleitungen.

ohne weitere Einrichtungen vorschalten, arbeiten mit Arbeitsstrom und sind betriebsbereit, solange der Fernsprechanhluß betriebsbereit ist. Abb. 160 zeigt die Schaltung und die vom Melder abgegebenen Impulsserien. Sollen derartige Melder mit Ruhestrom überwacht werden, so müssen Zusatzeinrichtungen mit Speisebrücken beim Teilnehmer und im Amt nach Abb. 108 vorgesehen werden, wodurch ein größeres Anlagekapital erforderlich wird.

Uhrenregulierung läßt sich ebenfalls über die Telephonleitung einführen, ebenso lassen sich Raumschutzeinrichtungen vorsehen, wozu aber eine Speisebrückenordnung nach Abb. 158 und 108 erforderlich ist.

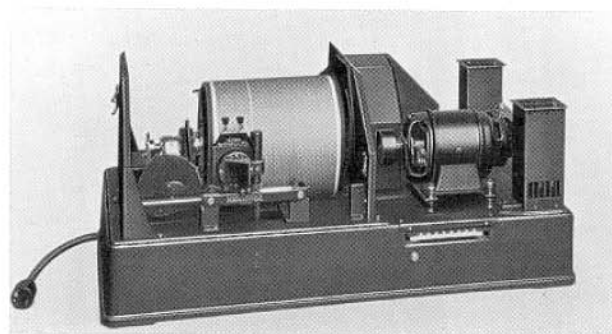


Abb. 161. Uhrzeitansager.

Rundfunkdarbietungen lassen sich in verschiedener Weise übertragen. Bei Übertragung mit Niederfrequenz werden die Darbietungen durch ein gerade stattfindendes Telefongespräch unterbrochen. Bei Übertragung mit Hochfrequenz ist das nicht der Fall. Beide Arten finden in der Praxis ausgedehnte Anwendung.

Sondereinrichtungen für alle Teilnehmer:

Genauere Uhrzeitübermittlung nach Anruf einer bestimmten Nummer. Es ist früher versucht worden, durch Summer- oder Glockensignale die Uhrzeit mitzuteilen; derartige Signale sind aber für den Ungeübten schwer verständlich. Erst die Mitteilung der Zeit durch Sprache hat derartige Einrichtungen allgemein verständlich gemacht. Abb. 161 zeigt eine derartige Einrichtung, bei der die Zeit mit Hilfe eines Tonfilms klar gesprochen mitgeteilt wird. Der Tonfilm ist auf einer dauernd rotierenden Trommel angeordnet und zwei Photozellen, eine für Stunden- und eine für Minutenansage, tasten die Sprache auf dem beleuchteten Tonfilm ab. Nach jeder Minute wird die Minuten-Photozelle verschoben, nach jeder Stunde auch die Zelle für Stundenansage. Beliebige Teilnehmer können die Zeit gleichzeitig hören, ohne sich gegenseitig zu stören; die Zahl hängt nur von der Größe des vorgeschalteten Verstärkers ab. Diese Einrichtung hat sich sehr bewährt und ist außerordentlich wirtschaftlich.

Übermittlung von neuesten Nachrichten, von Wettermeldungen, Börsen- und Sportmitteilungen nach Anruf bestimmter Nummern. Die Übermittlung von derartigen Nachrichten muß mit Einrichtungen geschehen, bei denen die alten Nachrichten sich leicht löschen und neue Nachrichten sich leicht aufnehmen lassen. Dazu eignen sich Stahlbandapparaturen nach Abb. 162, bei denen das Stahlband leicht derartigen Behandlungen unterworfen werden kann. Es sind zwei Bänder vorhanden, von denen das eine abläuft und die Nachrichten gibt, das andere aber zurückgewickelt wird. Jede 1,5 Minuten erfolgt eine Umschaltung der Drehrichtung des Antriebsmotors und des Nachrichtenbandes, so daß ununterbrochen Nachrichten gegeben werden können, die sich alle 3 Minuten wiederholen. Die Zahl der gleichzeitig hörenden Teilnehmer hängt auch hierbei von der Größe der vorgeschalteten Verstärker ab.

Mit Hilfe derartiger Einrichtungen wird eine erhebliche Steigerung der Ausnutzung der Fernsprecheinrichtungen möglich.

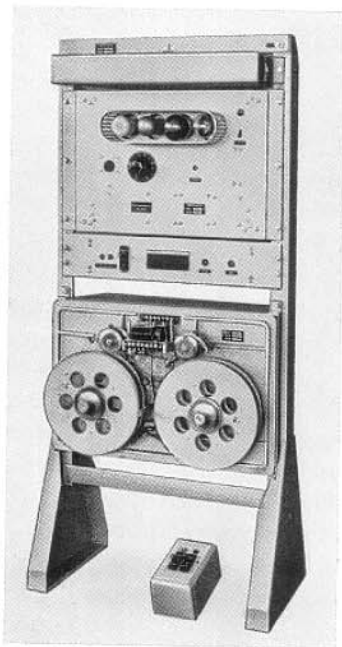


Abb. 162. Stahlbandapparatur.

B. Fernverkehr.

I. Die Technik des Fernbetriebes.

Der Telephonbetrieb in allen Staaten der Erde befindet sich in einem Stadium großer Umwälzungen. Einmal dringt die automatische Verbindungsherstellung in die Betriebe ein und stellt diese grundlegend um, zum anderen hat die Verstärkerröhre die telephonische Verständigung über den ganzen Erdball ermöglicht; deshalb werden alle Fernnetze an den Weltverkehr angepaßt. Die Umänderungen und Anpassungen sind nicht nur technisch, sondern auch wirtschaftlich schwierig. Man kann die Anlagen nicht einfach durch neue ersetzen, sondern muß diese in möglichst einfacher Weise auf Grund umfangreicher Wirtschaftsrechnungen den neuen Bedingungen anpassen. Bei diesen Anpassungen tritt eine ganze Reihe von Problemen auf, von denen einige hier behandelt werden sollen.

Der Fernsprech-Ortsbetrieb hat sich in den letzten Jahren in allen Kulturstaaten erheblich durch die Einführung der automatischen Betriebsform geändert. Die Umstellung ist zwar überall noch nicht vollkommen beendet, doch sind im allgemeinen schon etwa 70 bis 95% des Ortsverkehrs automatisiert.

Der Fernsprech-Fernbetrieb ist dagegen z. T. noch unverändert, denn die Fernverbindungen werden zum größten Teil heute noch von Hand vermittelt. Nur die Verbindungen vom Fernamt zum Teilnehmer der eigenen Anlage werden schon vielfach über Wähler hergestellt. Der Zustand ist heute folgender:

Wenn ein Teilnehmer ein Ferngespräch wünscht, so meldet er es am Meldeplatz an, wo ein Gesprächszettel mit den notwendigen Angaben ausgefüllt wird. Der Zettel wird gewöhnlich durch Rohrpost über eine Zettelverteilungsstelle zum Fernplatz geschickt und die Verbindung wird dort dann hergestellt, wenn die Fernleitung frei und die betreffende Verbindung an der Reihe ist. Abb. 163 oben zeigt diesen Betrieb. Der Teilnehmer muß warten, damit auf der Fernleitung zur besseren Ausnutzung derselben ein Gespräch an das andere gereicht werden kann. Die dadurch entstehenden Wartezeiten sind recht unangenehm und alle Verwaltungen bemühen sich, diese nach Möglichkeit herabzusetzen.

Die vom Meldeamt einlaufenden Gesprächszettel werden auf die Plätze gleicher Richtung möglichst gleichmäßig verteilt und nach der Zeit ihres Einganges geordnet. Die Vorbereitung zur Herstellung einer Fernverbindung geschieht derart, daß die Fernbeamtin schon während des Besetztseins der Fernleitung die neue Verbindung im eigenen Ort mit dem rufenden Teilnehmer entweder über Vorschalteschrank oder über Wähler herstellt. Auch im fernen Ort hat die Fernbeamtin die Verbindung mit dem gewünschten Teilnehmer, dessen Nummer sie in vielen Fällen telegraphisch durch Summermeldebetrieb erhalten hat, vorbereitet. In dem Moment, wo die bestehende Fernverbindung beendet ist, trennen die beiden Beamtinnen die alte Ver-

bindung, stellen auf beiden Seiten eine neue Verbindung mit den vorbereiteten Teilnehmern her und rufen diese an, so daß möglichst keine Zeit verloren wird. Auf diese Weise wird auf der Fernleitung ohne Zeitverlust ein Gespräch an das andere gereicht.

Für Durchgangsverkehr hat entweder bei kleinen Ämtern jede Fernbeamtin alle Fernleitungen in Vielfachschaltung in ihrem Klinkenfeld, oder bei großen Ämtern werden Durchgangsverbindungen über besondere Durchgangsplätze hergestellt, denen alle dafür vorgesehenen Fernleitungen zur Verfügung stehen.

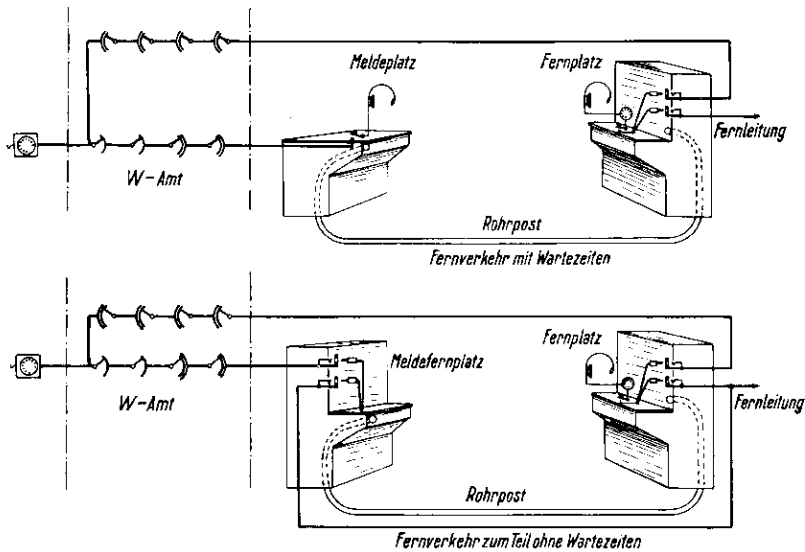


Abb. 163. Grundsätzliche Darstellung des Fernverkehrs.

Den normalen Fernplätzen werden 2 bis 5 Fernleitungen, je nach Länge und Wichtigkeit, möglichst einer Richtung, mit ihren Anrufzeichen zur Bedienung direkt zugeteilt. Sind es internationale Leitungen, so müssen die Beamtinnen die entsprechende Sprache beherrschen. Die Fernleitungen werden bei größeren Bündeln im Richtungsverkehr, bei kleineren Bündeln in doppeltgerichtetem Verkehr betrieben. Bei Richtungsverkehr stellt die Beamtin am ankommenden Ende nur Gespräche ohne Gesprächszettel her; sie kann daher mehr Fernleitungen bedienen als die Beamtinnen am abgehenden Ende der Fernleitungen. Bei den doppeltgerichteten Fernleitungen wird die Reihenfolge der Herstellung der Gespräche so geregelt, daß abwechselnd Gespräche von der einen Seite, dann von der anderen Seite hergestellt werden. Nur die Beamtin am Anmeldeort hat einen Gesprächszettel und kontrolliert die Verbindung, während in ankommender Richtung die Beamtin nur die Verbindung herstellt, ohne sie zu überwachen.

Im allgemeinen Fernverkehr gibt es die verschiedensten Arten von Ferngesprächen, die von den Beamtinnen unterschiedlich behandelt und tarifiert werden müssen, und die besonders bezeichnet sind.

1. N-Normale Gespräche, Gebühr abhängig von der Entfernung. 30 Pf. für 15 km, 1,20 RM für 100 km, bis 2,70 RM für 600 km, bei einer Gesprächszeit von 3 min, dann steigend von min zu min um je $\frac{1}{3}$ der Gebühr.
2. Blitz-Blitzgespräche mit 10facher Gebühr normaler Gespräche.
3. D-Dringende Gespräche mit 2facher Gebühr normaler Gespräche.
4. V-Gespräche mit Voranmeldung mit normaler Gebühr und Zuschlag von 40 bis 90 Pf. je nach Entfernung.
5. XP-Gespräche mit Herbeirufung einer Person. Normale Gebühr mit Zuschlag von 40 bis 90 Pf. je nach Entfernung. Weiterer Zuschlag von 30 Pf., wenn Person von anderem Grundstück zu rufen ist.

Außerdem gibt es noch eine ganze Anzahl anderer Arten von Gesprächen, für die besondere Gebühren bestehen, z. B. Festzeitgespräche, Börsen-, Dienst- und Staatsgespräche, Zugfunk- und Seefunkgespräche, Dauerverbindungen usw.

Die angegebenen Gebühren gelten für die Tageszeit von 8 bis 19 Uhr, für die Nachtzeit von 19 bis 8 Uhr werden nur $\frac{2}{3}$ der Gebühren für nationale und $\frac{3}{5}$ für internationale Gespräche erhoben. Die Zuschläge ändern sich nur für V- und XP-Gespräche von 40 bis 60 Pf. je nach Entfernung.

Die Beamtinnen müssen die aufgelaufenen Gebühren errechnen und auf dem Gesprächszettel notieren. Kommen Verbindungen aus irgendwelchem Grunde nicht zustande, so muß die Ursache auf dem Gesprächszettel ebenfalls angegeben werden.

Die Herstellung der Fernverbindungen geschieht vielfach im Interesse der guten Ausnutzung der Fernleitungen mit Vorzug gegenüber Ortsverbindungen. Diese Betriebsmethode ist aber in den verschiedenen Ländern nicht einheitlich geregelt, sondern recht verschieden. Man kann 3 Gruppen unterscheiden:

1. Fernverbindungen haben einen absoluten Vorzug gegenüber Ortsverbindungen. Die Fernbeamtin tritt in eine bestehende Ortsverbindung ein, benachrichtigt die Teilnehmer und trennt die Verbindung zugunsten der Fernverbindung. Diese Methode ist in Deutschland, Italien, Österreich und Holland in Betrieb.
2. Die Fernverbindungen haben nur einen gewissen Vorzug. Die Fernbeamtin tritt wohl in eine Ortsverbindung ein, trennt aber nicht, sondern überläßt die Annahme oder Ablehnung dem Teilnehmer. Diese Methode ist in England und z. T. in der Schweiz in Betrieb.
5. Die Fernverbindungen haben gar keinen Vorzug. Bei ortsbesetzten Teilnehmern kann eine Fernverbindung nicht hergestellt werden. Diese Methode ist in Amerika und Spanien in Betrieb.

Zu diesen verschiedenen Methoden ist folgendes zu sagen:

Zu 1. Der absolute Vorzug ermöglicht die beste Ausnutzung der Fernleitungen und ist bei manueller Herstellung der Fernverbindungen besonders im Durchgangsverkehr begründet, verursacht aber unter Umständen durch schnelle Trennung Verärgerung der Teilnehmer.

Zu 2. Wenn man die Fernverbindungen nur anbietet, wird vielleicht in einzelnen Fällen die Ausnutzung der Fernleitungen etwas herabgesetzt, man vermeidet aber Verärgerung der Teilnehmer, die bei vorzeitigem Trennen entstehen kann.

Zu 3. Wenn genügend Fernleitungen zur Verfügung stehen und ihre Ausnutzung keine besondere Rolle spielt, wenn der Aufbau der Fernverbindungen durch Fernwahl sehr schnell erfolgt, kann auch diese Methode angewendet werden, die jede Beeinflussung telephonischer Gespräche vermeidet.

Der Wählerbetrieb ist bisher z. T. nur für die Herstellung der Verbindungen vom Fernamt zum Teilnehmer der eigenen Anlage eingeführt, nur in sehr wenigen Fällen wird der ferne Teilnehmer über die Fernleitung mittels Fernwahl über Wähler gerufen. Trotzdem hat der Wählerbetrieb den Bau der Fernämter schon wesentlich beeinflußt. Durch den Wählerbetrieb war es möglich, die alten Verbindungsmittel, Stöpsel, Schnüre und Klinken zu vermeiden und durch festeingebaute Schalter zu ersetzen. Die Verbindungsherstellung geschieht vom Fernplatz in der eigenen Anlage über Wähler, entweder zum Vorschalteschrank oder direkt zum Teilnehmer, über die Fernleitung mit Hilfe der Beamtin des fremden Fernamtes. Abb. 164 zeigt ein Schrankamt mit Stöpsel und Klinken und ein modernes Tischamt ohne

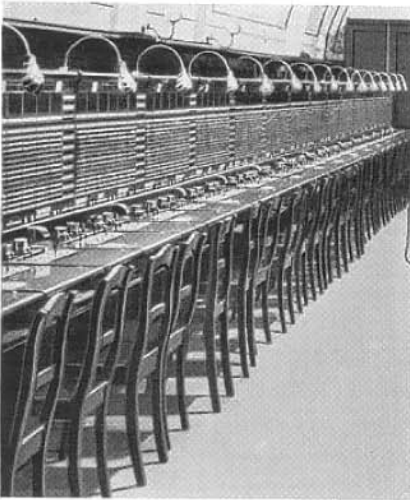


Abb. 164. Fernplätze in Schrank- und Tischform.

Stöpsel und ohne Vielfachfeld. Abb. 165 zeigt grundsätzlich die Verbindungsweise der Fernleitungen mit den Teilnehmern durch Tasten.

Um die Wartezeiten abzukürzen, sind Systeme mit kombinierten Melde- und Fernplätzen entwickelt worden, bei denen die Meldebeamtin nach Ausfüllung des Gesprächszettels sofort die Verbindung herstellt, wenn Fernleitungen frei zur Verfügung stehen. Der Teilnehmer kann am Apparat bleiben und erhält sofort die verlangte Verbindung. Man erspart den Transport der Zettel mit Rohrpost zum Fernplatz und das Einarbeiten der zweiten Beamtin. Ist die Fernleitung besetzt, so wird der Zettel wie früher zu den gewöhnlichen Fernplätzen geschickt, worauf in alter Weise mit Wartezeiten die Herstellung der Fernverbindung erfolgt. Bei diesem Betrieb werden im allgemeinen die Verbindungen in schwachen Verkehrszeiten sofort, in starken Verkehrszeiten mit Wartezeiten hergestellt. Abb. 163 unten läßt auch diese Betriebsart erkennen.

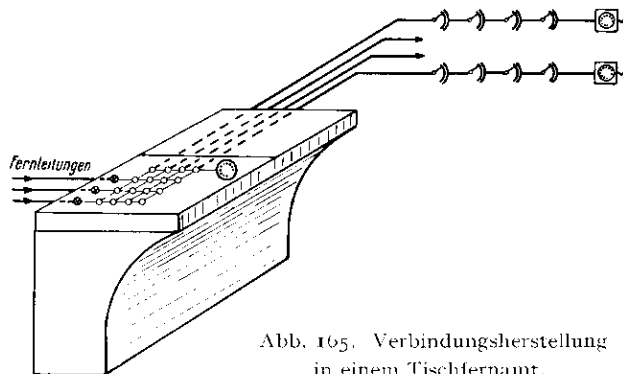


Abb. 165. Verbindungsherstellung in einem Tischfernamt.

Solche Systeme sind in verschiedenen Ländern mit geringen Abweichungen unter den verschiedensten Namen in Betrieb. In Deutschland wird diese Art des Verkehrs beschleunigter Fernverkehr, wartezeitloser Fernverkehr, Sofortverkehr, Schnellverkehr und Überweisungsverkehr genannt; in den Vereinigten Staaten Combined Line and Recording Traffic, in England Demand Traffic oder No-delay Service, in Frankreich Traffic direct oder Traffic sans delai. Je mehr Fernleitungen nun für diesen Verkehr zur Verfügung stehen, ein um so größerer Prozentsatz des Verkehrs wird sofort erledigt werden können. In Amerika z. B., wo sehr viele Leitungen vorhanden sind, werden 90% des gesamten Fernverkehrs auf diese Weise sofort hergestellt. Ein derartiger Betrieb wird in Europa größtenteils nur für diejenigen kürzeren Fernleitungen vorgesehen, wo gewöhnlich starker Verkehr mit vielen Leitungen und kürzeren Wartezeiten als bei langen Fernleitungen vorhanden ist.

Für den Schnellverkehr sind teilweise vom Fernverkehr getrennte Meldefernplätze, mitunter getrennte Ämter, teilweise sogar getrennte Netze vorgesehen. Diese Trennung ist dann ohne Mehrkosten möglich, wenn starker

Verkehr in großen Leitungsbündeln vorhanden ist, so daß durch die Spaltung des Betriebes nichts verloren wird. In den deutschen Schnellverkehrsnetzen, die Bezirke mit starkem Verkehr umfassen und besonders dafür ausgewählt und gebaut sind, werden alle Verbindungen wartezeitlos hergestellt.

Eine Schwierigkeit bei diesem Verkehr besteht darin, daß man die eigene Nummer des rufenden Teilnehmers kontrollieren muß, damit nicht fremden Teilnehmern irrtümlicherweise Gespräche angerechnet werden, die sie gar nicht geführt haben. Die dazu erforderliche Rückkontrolle geschieht auf verschiedene Weise, entweder durch eine besondere Prüfbeamtin oder durch die Fernbeamtin selbst, indem eine neue Verbindung rückwärts zum rufenden Teilnehmer hergestellt wird, entweder beim Handbetrieb über Vorschalteschrank oder bei automatischem Betrieb über Wähler. Abb. 166 zeigt diese Betriebsart. Die Beamtin kontrolliert dann mittels Summer, ob sie mit dem

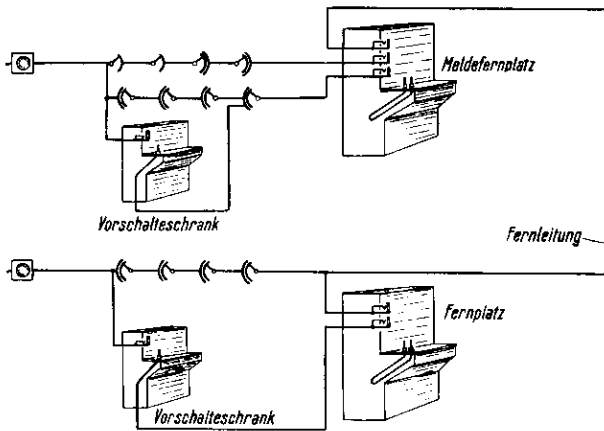


Abb. 166. Schnellverkehr mit Rückkontrolle.

meldenden Teilnehmer über den neuen Weg richtig verbunden ist, ob also die angegebene Nummer stimmt. Da die Rückkontrolle umständlich und zeitraubend ist, besonders bei Teilnehmern mit mehreren Anschlußleitungen, wird sie deshalb nicht in allen Fällen, sondern nur stichprobenweise durchgeführt. Auf die unbequeme Rückkontrolle und die Ausfüllung und Verrechnung eines Gesprächszettels kann man dann verzichten, wenn die aufgelaufene Gebühr als Mehrfachzählung auf den Teilnehmerzähler direkt übertragen wird, was aber bis jetzt nur in wenigen Anlagen erfolgt. Der Teilnehmer muß dann auf eine besondere Quittung über das Ferngespräch verzichten.

Möchte man nun die Wartezeiten noch weiter herabsetzen, als es schon durch die Schaffung von kombinierten Melde-Fernplätzen erreicht ist, so kann dies natürlich durch Zubau von weiteren Fernleitungen geschehen, was aber kostspielig ist. Der Verminderung der unangenehmen Wartezeiten, die erheblich sein können und bis 500 km Fernleitungslänge $\frac{1}{2}$ h und bis

1000 km 1 h betragen können, stehen also wirtschaftliche Schwierigkeiten gegenüber.

Durch die Einführung automatischer Betriebsmethoden in den eigentlichen Fernbetrieb, d. h. Fernwahl des gewünschten Teilnehmers über die Fernleitung, hat man aber die Möglichkeit, ohne besondere Vergrößerung des Fernleitungsnetzes, aber durch Anpassung des Netzes an diese Betriebsform, die Wartezeiten zu beseitigen. Mit der Einführung des Wählerbetriebes auf den Fernleitungen muß im Netz etwas geschehen, weil mit diesem Betriebe der Sofortverkehr ohne Wartezeiten zwangsläufig verbunden ist.

Der einfachen Übertragung der Ortsautomatik auf den Fernverkehr stellen sich aber Schwierigkeiten in den Weg, weil im Fernverkehr Bedingungen besonderer Art gegenüber dem Ortsverkehr zu erfüllen sind. Das sind einerseits die kompliziertere Berechnung der Gebühren, die abhängig von der Entfernung und der Gesprächszeit sind, und andererseits die Eigenarten der Fernleitungen, die Verstärker in 2- und 4-Drahtschaltung und evtl. Echo-sperren enthalten können und die teilweise sogar nur aus Hochfrequenzkanälen oder drahtlosen Verbindungen bestehen. Selbst wenn diese Schwierigkeiten überwunden sind, so erreicht man noch nicht direkt durch die Automatisierung die Beseitigung der Wartezeiten ohne Leitungsvermehrung, sondern erst durch die dadurch ermöglichte Umgestaltung des Fernnetzes. Die Leitungen der Fernnetze müssen so umgruppiert werden, daß eine natürliche Leistungssteigerung der Fernleitungen durch Bildung möglichst großer Bündel entsteht. Da das Fernnetz sowieso in einer Umänderung, nämlich Anpassung an den internationalen Weltverkehr, begriffen ist, wird die Umänderung gleich so getroffen werden, daß sowohl die Beseitigung der Wartezeiten durch Bildung großer Bündel, als auch die Anpassung an den Weltverkehr erfolgt. In welcher Weise das möglich ist, soll hier gezeigt werden.

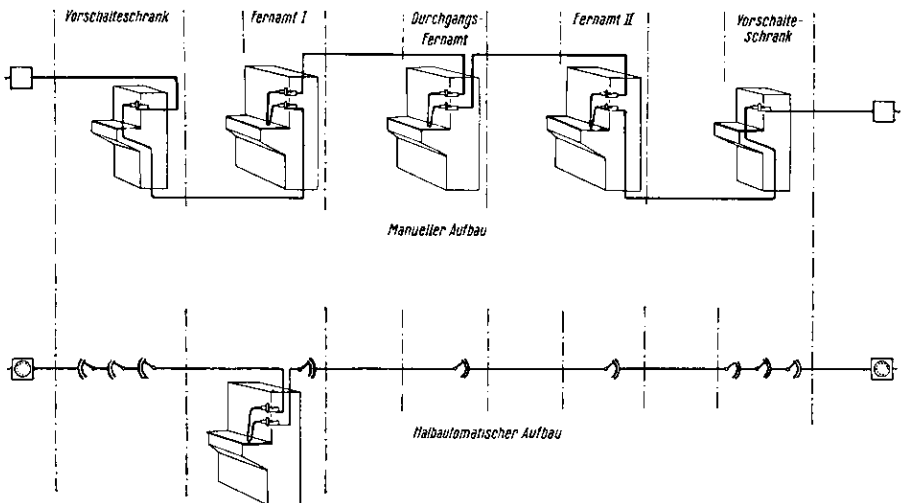


Abb. 167. Aufbau einer handbedienten und einer halbautomatischen Fernverbindung.

Der manuelle Fernverkehr erfolgt möglichst unter Verwendung direkter Leitungen zwischen den in Betracht kommenden Ämtern, weil sonst Durchgangsverkehr über mehrere hintereinandergeschaltete Ämter entsteht, der weitere Beamtinnen in den Durchgangsämtern erfordert, deren Tätigkeit durch Herstellen, Überwachen und Trennen der Verbindungen noch größere Verzögerungen verursacht. Außerdem bedeutet der Durchgangsverkehr aber auch noch Warten auf das Freisein mehrerer hintereinandergeschalteter Fernleitungen und damit wachsende Gesamtwarezeit und Verminderung der Leitungsausnutzung, so daß Durchgangsverkehr möglichst vermieden wird (Abb. 167). Deshalb besteht für den Netzaufbau die Bestimmung, daß zwischen 2 Orten bis 50 km Entfernung dann die Errichtung einer besonderen Fernleitung gerechtfertigt ist, wenn 20 Ferngespräche pro Tag gefordert werden. Das entspricht etwa einer Ausnutzung der Fernleitungen von 9 min pro Hauptverkehrsstunde. Das typische Fernnetz für einen derartigen Verkehr mit Handbetrieb und Wartezeiten ist durch die direkte Verbindung der Fernämter untereinander maschenförmig.

Durch die Einführung des Wählerbetriebes auf den Fernleitungen kann nun der Durchgangsverkehr so vereinfacht werden, daß beim Netzaufbau dieser Verkehr nicht mehr so sehr zu vermeiden ist, wie beim manuellen Verbindungsaufbau. Im Durchgangsverkehr mit Wählerbetrieb wird keinerlei Beamtinnenarbeit benötigt, sondern der Verbindungsaufbau erfolgt über Wähler ebenso einfach und schnell, auch über mehrere Durchgangsämter, wie im Ortsbetrieb. Durch die Vergrößerung des Durchgangsverkehrs und die dadurch ermöglichte Vergrößerung der Bündel ist die fast kostenlose Einführung des Sofortverkehrs möglich. Außerdem werden noch die Leerlaufzeiten auf den Fernleitungen durch Verkürzung der Herstellungs- und Trennzeiten wesentlich verkleinert. Es besteht nun die Frage, in welcher Weise muß das Fernleitungsnetz gestaltet werden, um die beste Ausnutzung der Fernleitungen zu erreichen.

2. Fernnetzgestaltung.

Die richtige Gestaltung des Ortsleitungsnetzes telephonischer Anlagen ist bekanntlich für die Wirtschaftlichkeit von ausschlaggebender Bedeutung, weil mitunter mehr als 60% des gesamten Anlagekapitals allein für das Netz benötigt werden. Dieser hohe, für das Netz erforderliche Prozentsatz des Anlagekapitals wird mit der zunehmenden Ausdehnung der Anlage, also mit wachsender Länge der Leitungen, immer größer und größer. Je länger demnach die Leitungen werden, um so wichtiger wird die Einführung einer richtigen Netzgestaltung, durch die die größtmögliche Ausnutzung der Leitungen und damit Verminderung des Aufwandes für das Netz angestrebt wird. Die Erkenntnis über die besondere Notwendigkeit eines wirtschaftlichen Aufbaues der Netze gilt aber nicht nur für Ortsanlagen, sondern in viel höherem Maße, wegen der zunehmenden Länge der Leitungen, auch für Anlagen mit Vorort- und Fernverkehr, so daß also auch Vorort- und Fernnetze, wenn

der Betrieb modernisiert und verbessert werden soll, nach den Grundsätzen richtiger Netzgestaltung aufgebaut werden sollten. Hierbei soll unter Modernisierung und Verbesserung des Betriebes die Erzielung der größten Wirtschaftlichkeit in Verbindung mit dem besten Gütegrad verstanden werden, wozu die Einführung des Sofortverkehrs ohne jede Wartezeit und die automatische oder halbautomatische Fernwahl gehört. Bei den großen internationalen Fernleitungen wird wohl der Sofortverkehr vorläufig nicht in Betracht kommen, wohl aber bei allen anderen Fernleitungen innerhalb eines Landes, die mitunter als Zubringerleitungen bezeichnet werden. Wird Sofortverkehr im Fernnetz eingeführt, so gelten für die Netzgestaltung dieselben Grundsätze, wie sie für die Ortsnetzgestaltung gefunden worden sind, weil dann die Ausnutzung der Fernleitungen auch nur noch von der Bündelgröße abhängt.

Die Übertragung der Netzgrundsätze von Ortsanlagen auch auf Landesfernnetze, die bisher nach anderen Gesichtspunkten entwickelt worden sind, mag zunächst befremden, denn mit zunehmender Länge der Leitungen treten, zunächst abgesehen von der Überwachung, die Forderungen nach einer guten Verständigung mehr und mehr in den Vordergrund, wodurch gewissermaßen etwas andere Bedingungen als bei Ortsanlagen bestehen. Trotzdem gelten auch hier die Grundsätze für Ortsnetze und soll deshalb die Zweckmäßigkeit der Übertragung derselben auf Landesfernnetze mit Sofortverkehr hier nachgewiesen werden.

Für den Vorort- und Fernverkehr werden bekanntlich höhere Gebühren als im Ortsverkehr berechnet, die die Mehrkosten des Netzes und neben anderen Betriebsunkosten auch besonders die des Personals decken sollen. Trotzdem wird natürlich die Wirtschaftlichkeit derartiger Anlagen gesteigert, wenn eine zweckmäßige Netzgestaltung mit größtmöglicher Leitungsausnutzung eingeführt wird, wodurch Ersparung an Leitungen und Leitungsführungen erreicht werden soll. Auch die Personalkosten lassen sich durch Einführung des automatischen oder halbautomatischen Betriebes mit Fernwahl wesentlich herabsetzen.

Bekanntlich läßt sich eine gute Ausnutzung der Fernleitungen durch Wartezeiten erreichen, so daß die Beamtinnen planmäßig auf den Fernleitungen ein Gespräch an das andere reihen können. Diese Methode, bei der die Teilnehmer so lange auf die Verbindung warten müssen, bis die Leitung frei ist und sie an der Reihe sind, hatte früher für Vorort- und Fernverkehr allgemein Anwendung gefunden. Wenn aber der Betrieb verbessert und diese, den Verkehr äußerst hemmenden Wartezeiten, die mitunter Stunden betragen haben, beseitigt und den Teilnehmern ein Sofortverkehr geboten werden soll, was wohl in allen Ländern mehr und mehr angestrebt wird, so werden damit für den Verkehr und für das Netz vollkommen neue Bedingungen geschaffen, die einen anderen Aufbau des Netzes erfordern. Es sollten dann die Grundsätze, die für den richtigen Netzaufbau im Sofortverkehr, wie sie im Ortsverkehr gefunden worden sind, auch für Vorort- und Fernnetze Verwendung finden. In demselben Augenblick, wo an

Stelle des alten Verkehrs mit Wartezeit moderner Sofortverkehr auf den Fernleitungen eingeführt wird, müssen die Fernleitungsnetze anders gestaltet werden. Die Leitungen werden nicht mehr nach einem durch Beamtinnen geregelten Plan benutzt und Verbindung an Verbindung gereiht, sondern ihre Benutzung ist vollkommen willkürlich, also dem reinen Zufall überlassen. Sie unterliegen daher bezüglich ihrer Ausnutzung denselben Bedingungen, wie Verbindungsleitungen im Ortsverkehr. Die Ausnutzung der Leitungen hängt nur noch ab von der Größe der Bündel, zu denen sie zusammengefaßt sind, wobei zu beachten ist, daß in den meisten Fällen gegenüber den Ortsleitungsbündeln die Fernleitungsbündel bisher äußerst klein waren. Es müssen daher für die Fernleitungen dieselben Gesetze und Berechnungsmethoden wie für Verbindungsleitungen gelten, wo dann auch bei Fernleitungen gewisse Verluste an Rufen vorkommen werden, wenn alle Fernleitungen einer Richtung besetzt sind. Den Berechnungen der Leitungszahl wird daher ein gewisser Verlust an Rufen zugrunde gelegt. Aber während bei der Berechnung der Verbindungsleitungen im allgemeinen ein verhältnismäßig kleiner Verlust, z. B. 0,1 bis 1% in der Hauptverkehrsstunde angenommen wird, kann man bei den viel teureren Fernleitungen etwas höhere Verluste, 1 bis 5% zulassen. Mit der Einführung größerer Verluste, durch die die Leistung kleiner Bündel wohl stark gesteigert wird, sollte man allerdings vorsichtig sein, weil bei mehreren hintereinandergeschalteten Leitungen die Verluste stark zunehmen, besonders durch die Rückwirkungen, die die Leerlaufzeiten auf den Leitungen stark vergrößern.

Auch die Ausnutzung der Fernleitungen in der Hauptverkehrsstunde wird in Minuten oder auch in Prozenten der Zeit angegeben. Wird z. B. eine Leitung mit 40 min ausgenutzt, so heißt das, die Leitung ist in der Hauptverkehrsstunde 40 min lang belegt. Diese Belegungszeit setzt sich zusammen aus einer tatsächlichen Gesprächszeit, für die bezahlt wird, und aus einer Leerlauf- oder Verlustzeit, für die nicht bezahlt wird. In die Leerlaufzeiten fallen: die Verbindungsherstellung und Trennung, Besetztverbindungen, Wartezeiten bis zur Meldung des Gerufenen, Manipulationsfehler usw. Aus wirtschaftlichen Gründen muß natürlich eine möglichst kleine Leerlauf- oder Verlustzeit und eine möglichst große Gesprächszeit angestrebt werden. Zur Entscheidung der Frage, halbautomatischen oder vollautomatischen Betrieb auf den Fernleitungen, spielen diese Zeiten eine ausschlaggebende Rolle. Die bei großen Verlusten auftretenden Rückwirkungen rühren von den Teilnehmern her, die bei erfolglosen Rufen immer und immer wieder versuchen, doch zu ihrer Verbindung zu kommen, wodurch die Leerlaufzeiten natürlich vergrößert werden. Die bekannten Grundsätze für den richtigen Netzaufbau bei Sofortverkehr und automatischen Systemen, abgesehen von weitgehender Dezentralisation, sind:

1. Zusammenfassung vieler kleiner Bündel zu großen, möglichst 100er-Bündeln, weil die Ausnutzung der Leitungen mit der Bündelgröße steigt.
2. Einführung von Durchgangs- und Knotenämtern unter Vermeidung von unwirtschaftlichen Querverbindungen.

Wenn auch, besonders im Fernverkehr, 100er-Bündel in vielen Fällen nicht zu erzielen sind, so muß doch die größtmögliche Leitungszahl in den Bündeln zur Erzielung der besten Ausnutzung angestrebt werden. Der wirtschaftliche Einfluß auf das Netz ist durch die Anwendung der modernen Grundsätze um so größer, je kleiner die Leitungsbündel bisher waren.

Da im alten Fernleitungsnetz im allgemeinen sehr kleine Bündel, in vielen Fällen nur eine Leitung, vorhanden waren, deren Ausnutzung im Sofortverkehr äußerst klein ist, so ist der wirtschaftliche Erfolg bei Einführung der Grundsätze besonders groß.

Eine Leitung leistet bei 1% Verlust überhaupt nur etwas weniger als 1 min in der Hauptstunde. In Bündeln von 2 Leitungen steigt die Leistung je Leitung auf 5 min. Weil 1 Leitung so wenig leistet, deshalb treten auch verhältnismäßig große Verluste im Ortsverkehr in der Zahl der Besetzverbindungen auf. Dort sind zum größten Teil nur Teilnehmereinzelleitungen vorhanden, die also bei 1% Verlust weniger als 1 min leisten. Da aber in der Hauptverkehrsstunde jede Teilnehmerleitung im Mittel mit etwa 2 bis 6 min belastet ist, so sind die als Besetzverbindungen beobachteten hohen Verluste von 10 bis 25% vollkommen erklärlich und als Beweis für die geringe Leistung von Einzelleitungen anzusehen. Eine Leitung, aber auch Bündel mit nur 2 Leitungen, können daher für Sofortverkehr wegen ihrer geringen Leistung nicht in Betracht kommen. Daher muß eine Bildung möglichst großer Bündel angestrebt werden. Es fragt sich, welche Leistungen kommen nun eigentlich im normalen Fernverkehr vor und welche Bündel sind zu bilden.

Die mittleren Leistungen, wie sie im manuellen Fernverkehr vorhanden sind, können aus dem Handwörterbuch der Fernmeldetechnik abgeleitet und für Sofortverkehr die erforderlichen Bündelgrößen bei 1% Verlust errechnet werden, wobei 3,5 min mittlere Gesprächsdauer und 13% Konzentration zugrunde gelegt worden sind. Diese Werte gelten für Fernwahlbetrieb, während für manuellen Betrieb noch erhebliche Zeiten für die Leerlaufarbeit hinzuzurechnen wären. Folgende Tabelle gibt darüber Aufschluß:

Fernleitungsgespräche Länge	pro Tag	Ausnutzung pro HVSt	Bündelgröße bei 1% Verlust	Bündelgröße bei 5% Verlust
10— 25 km	40	18 min	5 Leitungen	3 Leitungen
26— 50 „	50	23 „	8 „	4 „
51—100 „	60	27 „	11 „	6 „
101—200 „	70	32 „	15 „	9 „
201—400 „	80	36,5 „	25 „	13 „
401—600 „	90	41 „	40 „	20 „
über 600 „	100	45,5 „	65 „	40 „

Tabelle 7.

Wenn es gelingt, durch Zusammenfassung der Leitungen derartige Bündel, wie Tabelle 7 angibt, zu bilden, so erreicht man den Sofortverkehr mit sehr billigen Mitteln.

Während beim alten manuellen, maschenförmigen Netz zwischen den verschiedenen Ämtern viele Bündel mit je wenigen Leitungen vorhanden

waren, faßt man die Bündel beim Sofortverkehr zur Ausnutzungssteigerung anders, zu wenigen, aber möglichst großen Bündeln zusammen und führt einen Teil des Verkehrs über Durchgangsamter. Die Verbindungen verlaufen dann zwar z. T. über einen Umweg, doch bringt die erhebliche Ausnutzungssteigerung der Leitungen so große Vorteile, daß trotz des Umweges ein großer Vorteil für den Leitungsbedarf übrigbleibt. Außerdem erhält man eine erhebliche Verminderung in der Leitungsführung, was wirtschaftlich von großer Bedeutung ist.

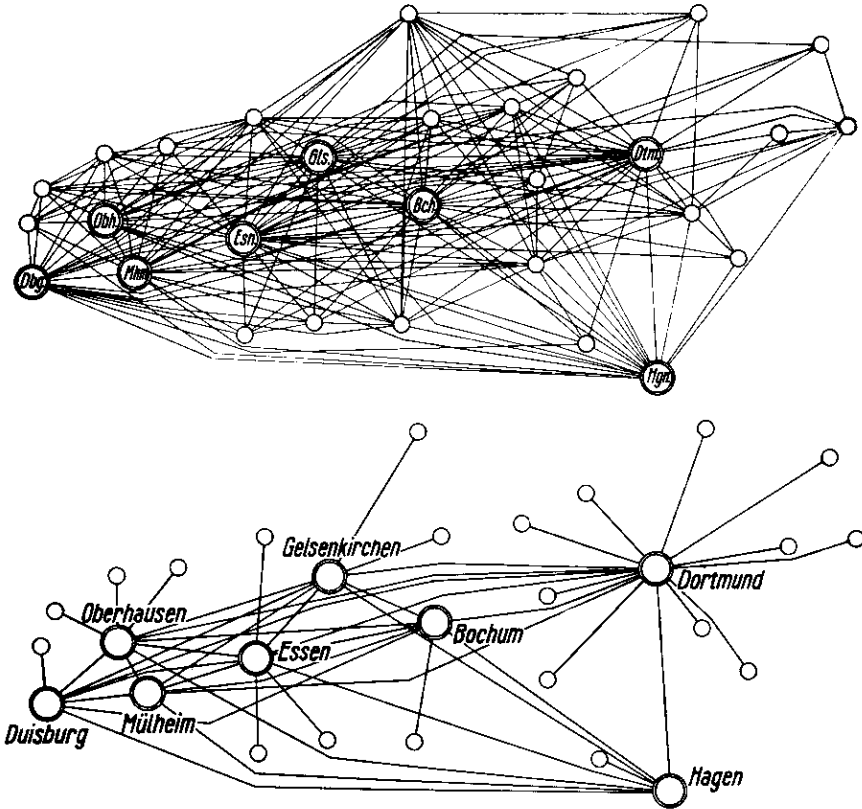


Abb. 168. Netz für das Rheinisch-Westfälische Industriegebiet (oben Handbetrieb, unten Wählerbetrieb).

Abb. 168 zeigt oben ein typisches Maschennetz, wie es für manuellen Fernverkehr mit Wartezeiten in Betrieb war. Es ist ein Teil des Rheinisch-Westfälischen Industriegebietes. Das ganze Land war in dieser Weise mit vielen Fernleitungen in dichten Maschen durchzogen. Wird nun Wählerbetrieb eingeführt, die vielen kleinen Bündel mit wenigen Leitungen zu großen Bündeln mit vielen Leitungen zusammengezogen und der Durchgangsverkehr vermehrt, so wird das Netz einfach und klar, wie Abb. 168 unten erkennen läßt. Früher waren 29 Fernämter in diesem Bezirk vorhanden, jetzt sind

noch 8 Fernämter in Betrieb. Es kann die Frage aufgeworfen werden, kann eine weitere Zusammenlegung der Fernämter und damit Vereinfachung des Netzes erfolgen, oder ist durch den vorhandenen starken Verkehr der Ämter untereinander die Beibehaltung der 8 Fernämter begründet? Wenn die Fernleitungsbündel bei den 8 Fernämtern schon genügend groß sind, so kann an Fernleitungen durch die Zusammenlegung weiterer Bündel und Fernämter nichts gespart werden, sondern nur an Fernämtern selbst, einigen Fernplätzen und Beamtinnen.

Beim manuellen Fernverkehr sind in allen kleinen Orten Fernämter vorhanden, von denen aus die Fernverbindungen hergestellt werden. Diese große Zahl von Fernämtern mit ihren vielen Verkehrsrichtungen machen das Fernnetz unübersichtlich und teuer, besonders, wenn man die im internationalen Verkehr zugelassenen maximalen Dämpfungen nicht überschreiten will, und

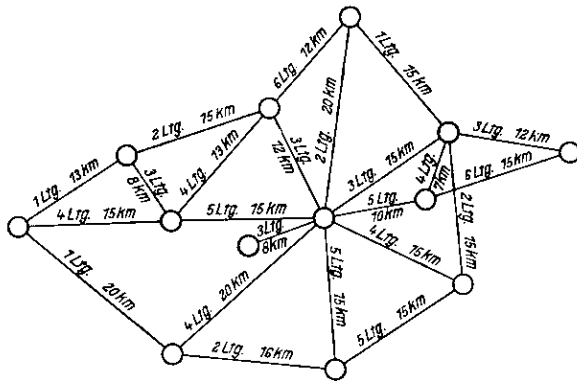


Abb. 169. Netzgestaltung eines Landbezirkes, wie sie bisher ausgeführt wurde.

erschweren und verteuern den Betrieb. Man hat deshalb bei der Einführung des Wählerbetriebes eine Gruppe von kleinen Fernämtern zu einem einzigen größeren Fernamt zusammengezogen, das im wirtschaftlichen Mittelpunkt der Gruppe liegt. Da der telephonische Verkehr immer in Richtung der wirtschaftlichen Interessen verläuft und da die wirtschaftlichen Interessen eines Gebietes sich immer auf bestimmte Zentren konzentrieren, so ist es richtig, in diesen Zentren die Fernämter eines derartigen Gebietes zu errichten. Eine derartig zusammengefaßte Gruppe von Ämtern nennt man Netzgruppe, die etwa eine Fläche von 15 bis 35 km Radius umfassen kann.

Die Größe der Netzgruppen kann sehr verschieden sein und hängt von den örtlichen wirtschaftlichen Beziehungen und von der Größe des Verkehrs ab. Je kleiner der Verkehr, je mehr wird man durch Zusammenlegen der Bündel sparen, eine um so größere Fläche wird man mit einer Netzgruppe erfassen können. Man kann als allgemeine Richtlinie annehmen, daß für starken Verkehr kleine Netzgruppen, für schwachen Verkehr große Netzgruppen zweckmäßig sind.

Abb. 169 zeigt die Netzgestaltung eines Landbezirkes, wie sie bisher ausgeführt wurde.

Bei der Bildung der Netzgruppen dürfen aber zusammenhängende Wirtschaftsgebiete nicht willkürlich auseinandergerissen werden, auch auf die Gefahr hin, daß die Netzgruppe nicht die Form einer Kreisfläche, sondern die irgendeiner anderen Fläche bekommt. Das ganze Land wird in derartige Netzgruppen eingeteilt und es erhalten, wie schon angegeben, nur die Verkehrszentren ein Fernamt. Der Fernverkehr zwischen den Orten innerhalb einer Netzgruppe kann selbsttätig vermittelt werden, wobei auch die Gebührenberechnung selbsttätig erfolgt. Er kann aber auch von einer Beamtin vermittelt werden. Die als zweckmäßig gefundene Netzgestaltung ist ganz unabhängig von der Art des Fernsprechbetriebes der Orte untereinander.

Es ist nun die Frage: Wie ist die günstigste Netzgestaltung einer derartigen Netzgruppe? Soll die bestehende Netzanlage beibehalten, wie soll sie erweitert oder soll sie gegebenenfalls grundlegend geändert werden? Zur Beantwortung dieser Frage sind folgende Überlegungen anzustellen:

Greift man zunächst einen wichtigen Teil der Netzgruppe heraus, z. B. wie in Abb. 170 zwei Ämter, die etwa gleich weit vom Verkehrszentrum entfernt sind und starken Verkehr miteinander haben, so sind vier Arten der Netzgestaltung möglich:

1. Jedes Unteramt ist mit dem Hauptamt verbunden, außerdem besteht eine Querverbindung zwischen den Unterämtern wie bisher.
2. Die Querverbindung fällt weg, und alle Verbindungen, auch diejenigen, die über die bisherige Querverbindung gingen, verlaufen über die beiden Leitungswege zum Hauptamt.
3. Die Querverbindung bleibt bestehen, aber nur ein Unteramt B erhält eine Verbindung zum Hauptamt, so daß der Verkehr des anderen Unteramtes A mit dem Hauptamt über das erste Unteramt verläuft.
4. Wie unter 3., nur erhält das Unteramt A die Verbindung zum Hauptamt, das zweite, B, nicht.

A I. Werden nun bestimmte Annahmen gemacht, z. B.: Unteramt A hat zum Hauptamt 5 Leitungen und ist 20 km entfernt; Unteramt B hat zum Hauptamt 5 Leitungen und ist ebenfalls 20 km entfernt, zwischen A und B verlaufen ebenfalls 5 Leitungen von 10 km Länge, so ist für dieses Netz folgender Aufwand erforderlich:

Zu 1. Der Gesamtaufwand beträgt 250 km Doppelleitung mit 50 km Kabelkanal oder Freileitungsgestänge.

Zu 2. Wenn der Verkehr der Unterämter untereinander über das Hauptamt verläuft, so sind

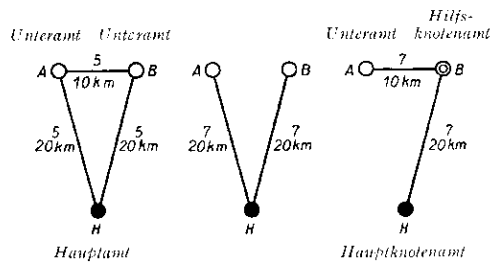


Abb. 170. Verschiedene Arten der Verbindung zweier etwa gleich entfernter Unterämter mit einem Hauptamt.

dafür von jedem Amt 7 Leitungen zum Hauptamt erforderlich, weil 7 Leitungen dasselbe leisten wie 2 mal 5 Leitungen. Hier werden 280 km Doppelleitungen erforderlich, aber nur 40 km Kabelkanal.

Zu 3. In diesem Falle verlaufen zwischen den Unterämtern 7 Leitungen und zwischen dem einen Unteramt und dem Hauptamt ebenfalls 7 Leitungen,

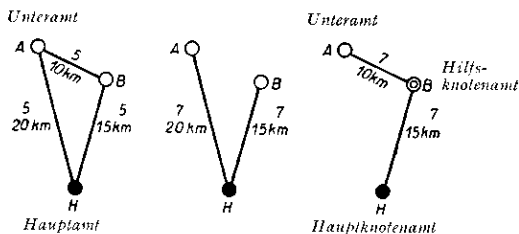


Abb. 171. Verschiedene Arten der Verbindung zweier verschieden weit entfernter Unterämter mit einem Hauptamt.

nach der oben gegebenen Begründung. Der erforderliche Aufwand beträgt 210 km Doppelleitung und 30 km Kabelkanal.

Zu 4. Dieser Fall ist gleich 3., braucht daher nicht besonders untersucht zu werden.

Die Fälle 3 und 4 sind bei weitem die günstigsten, es ist nicht nur die geringste Zahl von Doppelleitungskilometern erforderlich, sondern auch die Kabelkanäle erhalten, was wirtschaftlich sehr wichtig ist, die geringste Länge. Man kann daher den Satz aufstellen: „Es ist empfehlenswert, unter den angenommenen Bedingungen nicht eine Querverbindung zwischen den Unterämtern herzustellen und beide an das Hauptamt anzuschließen, sondern den Verkehr eines Unteramtes über das zweite Unteramt zu leiten“.

A II. Ist nun der Verkehr zwischen den Ämtern nicht gleich stark, wie bisher angenommen, sondern zum Hauptamt stärker als der Verkehr der Unterämter untereinander, sind z. B. zum Hauptamt je 6 Leitungen, zwischen den Unterämtern nur 4 Leitungen nötig, so wäre hierzu folgender Aufwand erforderlich:

Zu 1:	280 km Doppelleitung und 50 km Kabelkanal.
Zu 2:	280 „ „ „ 40 „ „
Zu 3 und 4:	230 „ „ „ 30 „ „

Auch bei diesem Verkehr sind Fall 3 und 4 die günstigsten.

A III. Ist der Verkehr der Unterämter untereinander stärker als der Verkehr zum Hauptamt, sind z. B. zum Hauptamt je 4 Leitungen, zwischen den Unterämtern je 6 Leitungen nötig, so ist folgender Aufwand erforderlich:

Zu 1:	220 km Doppelleitung und 50 km Kabelkanal.
Zu 2:	280 „ „ „ 40 „ „
Zu 3 und 4:	170 „ „ „ 30 „ „

In allen diesen Fällen sind stets Fall 3 und 4 am günstigsten. Der oben aufgestellte Grundsatz wird also auch für verschieden starken Verkehr bei der angenommenen Lage der Ämter zueinander bestätigt.

B I. Wenn nun die Unterämter nicht gleich weit vom Hauptamt entfernt sind, so wird das Ergebnis noch günstiger. Eine kurze Überschlagsrechnung wird das zeigen: In unserem Beispiel sei das eine Unteramt nur 15 km vom Hauptamt entfernt, die anderen Entfernungen seien ungeändert (Abb. 171). Dann gelten für die erste Durchrechnung, also bei überall gleichem Verkehr mit je 5 Leitungen, folgende Werte:

Zu 1:	225 km Doppelleitung und 45 km Kabelkanal.
Zu 2:	245 „ „ „ 35 „ „
Zu 3:	175 „ „ „ 25 „ „
Zu 4:	210 „ „ „ 30 „ „

Fall 4 ist ungünstig, wie es vorauszusehen war.

C I. Mit je größerer Annäherung die Unterämter und das Hauptamt in einer Richtung liegen, um so günstiger wird Fall 3. Liegt z. B. das eine Unteramt zwischen Hauptamt und dem anderen Unteramt Abb. 172, dann ist für den Verkehr mit je 5 Leitungen folgender Aufwand erforderlich:

Zu 1:	200 km Doppelleitung und 20 km Kabelkanal.
Zu 2:	210 „ „ „ 20 „ „
Zu 3:	140 „ „ „ 20 „ „
Zu 4:	210 „ „ „ 20 „ „

Für die anderen Verkehrsfälle, wie unter A II und III angegeben, würde sich ähnliches ergeben. Der aufgestellte Grundsatz: „Keine Querverbindungen in Netzgruppen“, ist daher für diese Fälle ebenfalls richtig.

Das Ergebnis wird noch günstiger, wenn die Unterämter näher beieinander liegen, wie jede kurze Nachrechnung zeigen wird.

D I. Es seien z. B. 5 km Unteramtsentfernung und 20 km Hauptamtsentfernung bei überall 5 Leitungen vorhanden; dann ergibt sich:

Zu 1:	225 km Doppelleitung und 45 km Kabelkanal.
Zu 2:	280 „ „ „ 40 „ „
Zu 3 und 4:	175 „ „ „ 25 „ „

Es fragt sich nun: Wie liegt der Fall, wenn die Unterämter weiter voneinander entfernt sind? Mit zunehmender Entfernung wird ein Augenblick eintreten, von wo an Fall 2 günstiger werden wird als die Fälle 3 und 4. Von dieser Entfernung an werden die Verbindungen der Unterämter über das Hauptamt geführt werden müssen. Es fragt sich: von welcher Entfernung an tritt dies ein?

E I. Zur Untersuchung wird Abb. 170 zugrunde gelegt, und es soll

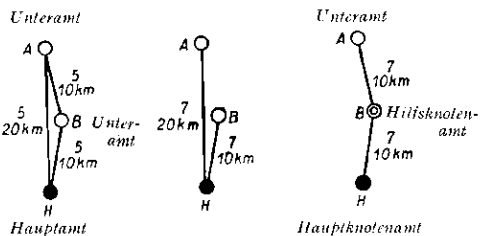


Abb. 172. Verschiedene Arten der Verbindung zweier annähernd in derselben Richtung liegender Unterämter mit einem Hauptamt.

zunächst die Entfernung der Unterämter 20 km wie vom Hauptamt betragen. Der Verkehr soll wieder durch je 5 Leitungen bewältigt werden können. Dann sind erforderlich:

Zu 1:	300 km Doppelleitung und 60 km Kabelkanal.
Zu 2:	280 „ „ „ 40 „ „
Zu 3 und 4:	280 „ „ „ 40 „ „

Bei gleicher Entfernung und gleichem Verkehr ist demnach Fall 2 gleich den Fällen unter 3 und 4.

F I. Es sei weiter die Entfernung der Unterämter 30 km, der Verkehr der gleiche, dann sind notwendig:

Zu 1:	350 km Doppelleitung und 70 km Kabelkanal.
Zu 2:	280 „ „ „ 40 „ „
Zu 3 und 4:	350 „ „ „ 50 „ „

Ist die Entfernung der Unterämter voneinander größer als die Entfernung zum Hauptamt, so müssen demnach die Verbindungen über das Hauptamt geführt werden.

Ist nun der Verkehr verschieden stark, wie bei A II und III, so wird sich auch die Grenze etwas verschieben. Eine kurze Rechnung zeigt, daß bei stärkerem Verkehr der Unterämter untereinander deren Entfernung größer sein kann, bei schwächerem Verkehr eine kleinere Entfernung die Grenze an gibt. Die Verschiedenheiten sind jedoch nicht erheblich, so daß ganz allgemein der Grundsatz aufgestellt werden kann:

„In Netzgruppen sind Querverbindungen wirtschaftlich nicht gerechtfertigt. Bei großer Entfernung der Unterämter untereinander müssen die Verbindungen über das Hauptamt, bei kleiner Entfernung die Verbindungen eines Unteramtes über das dem Hauptamt näher liegende Unteramt geführt werden. Die Grenze, bis zu der die Leitungsführung zwischen den beiden Unterämtern vorteilhafter ist, ist dann erreicht, wenn die Entfernung der Unterämter etwa gleich der Entfernung zum Hauptamt ist. In zweifelhaften Fällen entscheidet eine einfache Rechnung.“

Da sich nun die Netzgruppen aus mehreren solchen Gebilden, wie sie soeben untersucht worden sind, Netzgruppenelementen, zusammensetzen, so ist damit der erste Teil der Frage, nämlich die nach der wirtschaftlichsten Netzgestaltung beantwortet.

Es soll nun noch die Anwendung des gefundenen Grundsatzes auf die in Abb. 169 dargestellte Netzgruppe gezeigt werden.

Die angenommene Netzgruppe, bestehend aus 13 Ämtern mit der für den bisherigen Handbetrieb vorgesehenen Netzgestaltung und den dazu notwendigen, in Abb. 169 eingetragenen Verbindungsleitungen erfordert:

1062 km Doppelleitung mit 321 km Kabelkanälen oder Freileitungsgestänge.

Wird die Netzgruppe nach dem oben gefundenen Grundsatz umgebaut, wie Abb. 173 zeigt, so ist nur noch folgender Aufwand erforderlich:

787 km Doppelleitung und 132 km Kabelkanal.

Es würde also durch die Anwendung des Grundsatzes über 30% an km Doppelleitungsdarn und über 50% an km Kabelkanal oder Freileitungsgestänge erspart werden. Damit ist die große wirtschaftliche Bedeutung des aufgestellten Grundsatzes an einem Beispiel nachgewiesen.

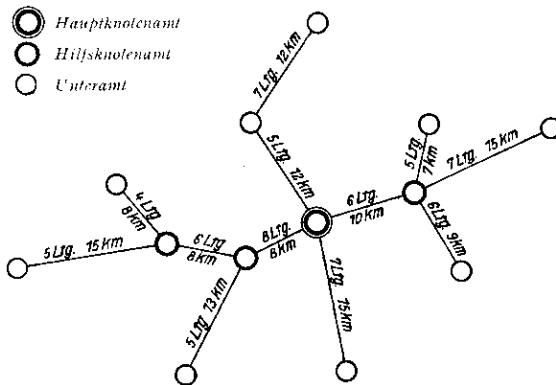


Abb. 173. Netzgestaltung desselben Landbezirks wie in Abb. 169, aber nach dem neuen Grundsatz.

Der zweite Teil der aufgeworfenen Frage: Soll eine bestehende Netzanlage mit ihrem für Automatenbetrieb unwirtschaftlichen Aufbau bestehen bleiben oder soll sie grundlegend geändert werden, ist nicht so einfach zu beantworten, weil die örtlichen Verhältnisse eine große Rolle dabei spielen. Eins ist klar: neue Anlagen würde man nur nach dem gefundenen Grundsatz aufbauen, ebenso natürlich Anlagen, die verbraucht sind und gänzlich erneuert werden müssen. Bei Anlagen, die wohl in der Netzgestaltung nach dem Vorhergesagten als veraltet anzusehen, deren Teile aber durchaus noch nicht verbraucht sind, wie es meistens der Fall sein wird, muß man wirtschaftliche Überlegungen der oben crörterten Art von Fall zu Fall anstellen. Erweiterungen wird man möglichst nach dem neuen Gesichtspunkt vornehmen, und diejenigen Teile einer bestehenden Anlage, die als besonders unwirtschaftlich anzusehen sind, wird man unbedenklich nach dem aufgestellten Grundsatz erneuern können. Ebenso, wenn Freileitungen durch Kabel ersetzt werden sollen. Es wird dann nur noch wenige Fälle geben, in denen die Leitungen nach dem alten Netzaufbau zunächst liegenbleiben müssen. Auch diese Netze wird man, wenn der Zeitpunkt gekommen ist, der die Änderung rechtfertigt, umändern.

Falsch wäre es auf jeden Fall, wenn man zu dem Schluß käme, man müsse, weil nun einmal die alten Netzanlagen vorhanden sind, diese auch bestehen

lassen und in der alten Weise erweitern; das würde heißen, bis in die ferne Zukunft bei der alten Netzgestaltung bleiben.

In Abb. 174 ist die alte und neue Netzgestaltung einer Netzgruppe nochmals gegenübergestellt und sind die Ersparnisse angegeben.

Typische Netzgruppen sind die Netzgruppe Lausanne, Abb. 175, und die Netzgruppe Nürnberg, Abb. 176.

Man erkennt deutlich die sternförmige Netzgestaltung mit der Richtung der Leitungen zum wirtschaftlichen Mittelpunkt, dem Hauptamt, in dem sich auch das Fernamt für den gesamten Weitfernverkehr der Netzgruppe befindet. Weiter sind die Knotenämter zu sehen, zu denen die Leitungen der zugehörigen Unterämter bzw. Hilfsknotenämter geführt sind. Zu den Hilfsknotenämtern sind wieder die Leitungen ihrer zugehörigen Unterämter geführt. Wenn der Netzaufbau richtig in Richtung der wirtschaftlichen Interessen erfolgt, die Grenzen der Netzgruppe, das Hauptamt und die Zuordnung der Unterämter zu den Knoten- und Hilfsknotenämtern richtig gewählt sind, so wird damit das Minimum an Netzkosten erreicht.

Der richtige Aufbau der Netzgruppen, den die Bilder erkennen lassen, ist daher von großer Bedeutung.

Die Verbindungsherstellung innerhalb einer Netzgruppe kann voll- oder halbautomatisch erfolgen, denn die Netzgestaltung ist unabhängig von der Art des Wählerbetriebes. Vollautomatisch erfolgt sie durch Teilnehmerwahl, wobei die Gebühren nach der Zeit und Zone durch sog. Zeitzonenzähler erfaßt und auf den Teilnehmerzähler in Mehrfachzählung als Mehrfaches der Grundgebühr übertragen werden, halbautomatisch durch Beamtinnen im Fernamt, die dann auch diese Verbindungen über Wähler herstellen. Hierbei erfolgt

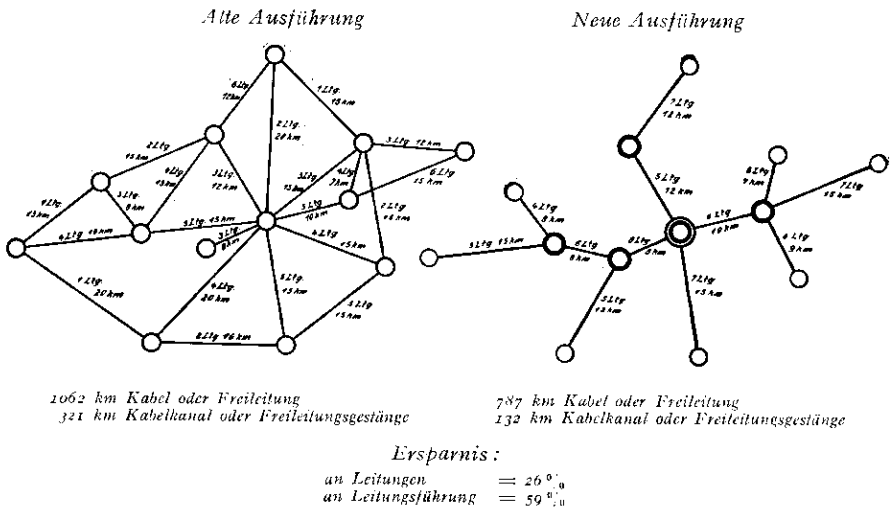


Abb. 174. Alte und neue Netzgestaltung einer Netzgruppe.

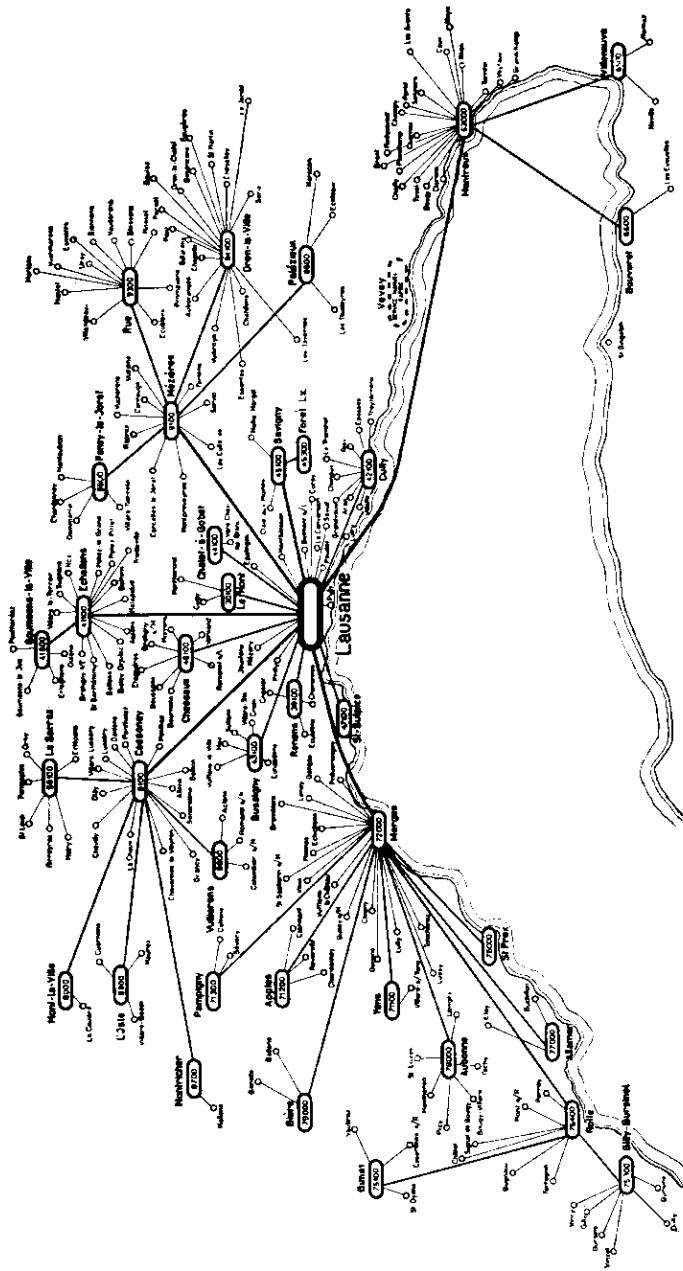


Abb. 175. Netzgruppe Lausanne.

die Gebührenverrechnung entweder durch die bekannten Gesprächszettel oder aber, die aufgelaufenen Gebühren werden als Mehrfachzahlung auf den Teilnehmerzähler übertragen. Es kann auch gemischter Verkehr halb- und vollautomatisch in einer Netzgruppe vorgesehen werden, wobei dieselben Verbindungsleitungen für beide Verkehrsarten gemeinsam benutzt werden. Ein typisches Beispiel hierfür ist die Netzgruppe St. Malo, Abb. 177, wo die Ämter mit starkem Verkehr vollautomatisch, diejenigen mit schwachem Verkehr halbautomatisch, sogar mit Ortsbatteriestationen betrieben werden. Die Bedienung aller halbautomatischen Teilnehmer erfolgt in St. Malo. Halb-,

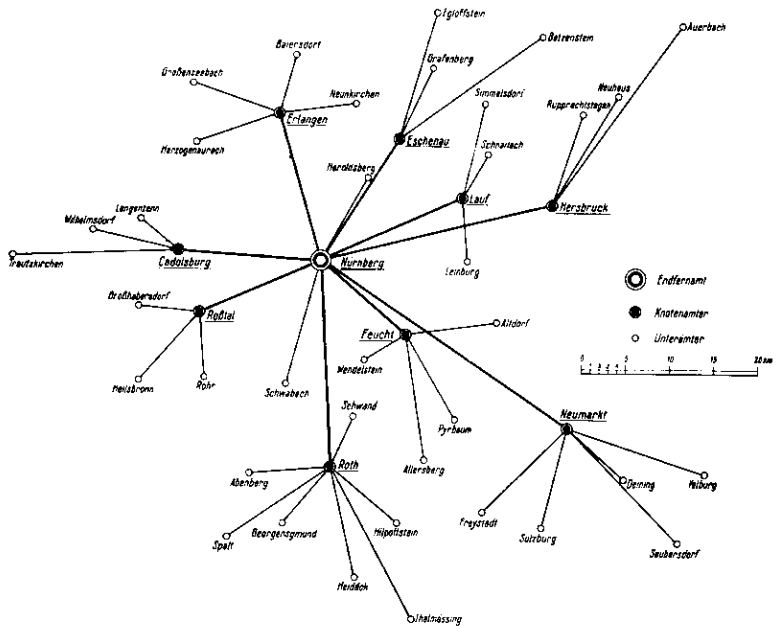


Abb. 176. Netzgruppe Nürnberg.

vollautomatische und gemischte Netzgruppen werden später noch näher behandelt.

Zur Entwicklung eines zweckmäßigen Fernleitungsnetzes teilt man das Land zunächst in Netzgruppen ein, die den Vorortverkehr umfassen und nach streng wirtschaftlichen Gesichtspunkten gebildet werden müssen. Der Mittelpunkt des Wirtschaftslebens muß auch Mittelpunkt der Netzgruppe sein. Da derartige zusammenhängende Wirtschaftsgebiete in der Praxis ganz verschiedene Größen haben, so kann auch die Größe der Netzgruppen nicht allgemein festgelegt werden. Die Mittelpunkte aller Netzgruppen eines Landes werden nun zu einem Fernnetz mit Durchgangsämtern zusammengefaßt, bei dem die erwähnten Grundsätze streng durchgeführt werden sollten. Abb. 178 zeigt ein in Netzgruppen eingeteiltes Land. Zur Entwicklung des Fern-

leitungsnetzes zwischen den Netzgruppen ist die Darstellung der Knoten- und Unterämter in den einzelnen Netzgruppen nicht mehr erforderlich. Sie werden daher in den weiteren Abbildungen nicht mehr gezeichnet und die Netzgruppenmittelpunkte als Quellen des Fernverkehrs angesehen. In Abb. 179

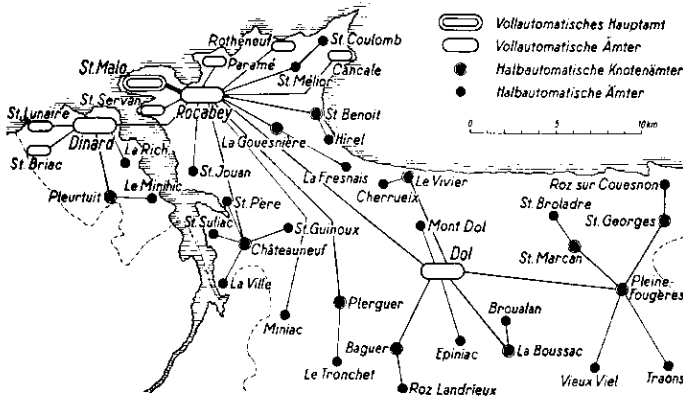


Abb. 177. Netzgruppe St. Malo.

ist das Fernnetz des Landes in gewöhnlicher Weise entwickelt, und sind alle Netzgruppenmittelpunkte untereinander direkt verbunden. Dieses Fernleitungsnetz erfordert sehr viele Leitungen und Leitungsführung. Abb. 180 zeigt ein etwas vereinfachtes Netz, bei dem man schon etwa 27% an Leitungen und 48% an Leitungsführung erspart. Führt man die Grundsätze bei diesem Netz streng durch, so erhält man ein Fernnetz, das in Abb. 181 dargestellt ist. Man erspart gegenüber Abb. 179 etwa 48% an Leitungen und 83% an Leitungsführung. Aus diesem Bild ist ohne weiteres der große Vorteil der modernen Netzgestaltung auch für den Weitfernverkehr zu ersehen. Während die Netzgruppenmittelpunkte in gewöhnlicher Netzgestaltung alle untereinander mit kleinen Bündeln in Verbindung stehen, wird bei der neuen Gestaltung der Verkehr in größeren Bündeln über gewisse zentral gelegene Hauptämter geführt. Als Hauptämter werden die wichtigsten Großstädte des Landes gewählt, weil zu diesen der größte Teil des Verkehrs hinfließt. Bei diesen Hauptämtern befinden sich auch die Fernämter, die den Weitfernverkehr des Bezirks vermitteln. Es muß stets das Bestreben sein, die Hauptbündel in die Richtung des Hauptverkehrs zu legen, so

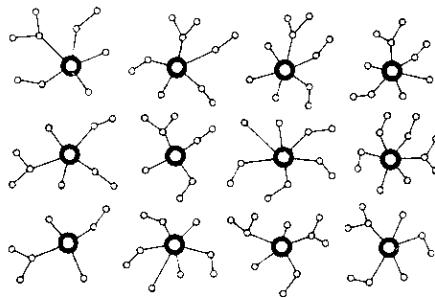


Abb. 178.

Einteilung eines Landes in Netzgruppen.

daß für diesen der kürzeste Leitungsweg erreicht wird. Der Verkehr gewöhnlicher Landesnetzgruppen untereinander wird im allgemeinen klein sein, so daß dieser Verkehr auf einen Umweg wie bei Ortsnetzen über die Hauptämter geleitet werden kann. Die Entwicklung des Fernverkehrs unter Berücksichtigung der jeweilig vorliegenden besonderen Verhältnisse, also in der Richtung der natürlichen wirtschaftlichen Beziehungen, führt zur günstigsten und wirtschaftlichsten Lösung.

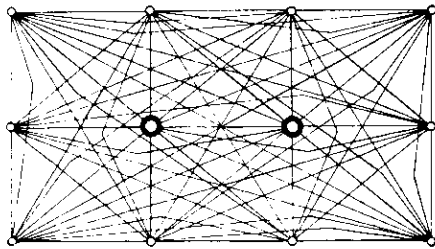


Abb. 179. Verbindung der Netzgruppenhauptämter untereinander durch Fernleitungen.

Alle Netze, sowohl für Orts- als besonders auch für Vorort- und Fernverkehr, sollten wegen der hohen dafür erforderlichen Kosten ganz unabhängig von dem verwendeten automatischen Telefonsystem entwickelt werden und sollten die Systeme die entwickelte zweckmäßigste Netzgestaltung mit den billigsten Mitteln zulassen. Die verwendeten Systeme müssen daher außerordentlich anpassungsfähig sein. Diese Forderung ist äußerst wichtig, denn es treten bei der Verwirklichung neuer moderner Fernleitungsnetze neue Probleme auf, die die Systeme lösen müssen.

Um ein modernes Fernleitungsnetz wirtschaftlich aufbauen zu können, dürfen auch die Leitungsquerschnitte nicht groß werden. Die erforderlichen Leitungsquerschnitte richten sich nach der zulässigen Dämpfung, die vom Comité Consultatif International festgelegt worden ist und von Teilnehmer

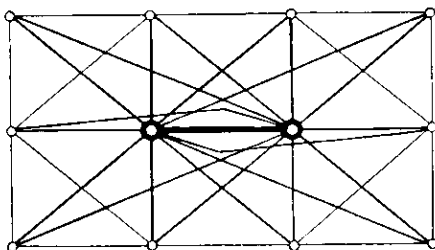


Abb. 180.
Vereinfachung des Fernleitungsnetzes.

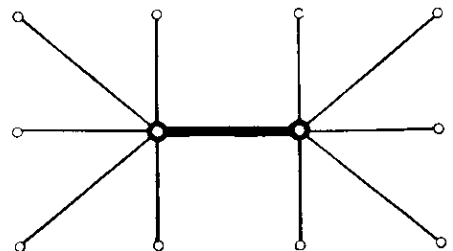


Abb. 181.
Fernleitungsnetz bei Anwendung der Grundsätze für zweckmäßige Netzgestaltung.

zu Teilnehmer nicht mehr als 3,3 Neper betragen darf. Wie sich diese Dämpfung auf die einzelnen Leitungsabschnitte verteilen soll, ist vielfach in der Literatur¹⁾ zu finden. Da bei der modernen Netzgestaltung viele Fernverbindungen auf einem Umwege über Durchgangsämter hergestellt werden, weil Querverbindungen zwischen den Ämtern nicht mehr vorhanden sind,

¹⁾ Hartz, „Zur Gestaltung des deutschen Fernleitungsnetzes“, Europäischer Fernsprechdienst, Sept. 30.

so würde eine Verstärkung der Leitungsquerschnitte trotz Pupinisierung erforderlich werden, wodurch ein Teil der Ersparnisse wieder aufgezehrt werden würde. Das kann man in der modernen Technik bekanntlich durch Verstärker vermeiden, die evtl. in den Durchgangsämtern einzuschalten sind. Die Einschaltung der Verstärker kann aber beim automatischen Betrieb nicht durch Hand, sondern muß automatisch erfolgen, damit der Betrieb ohne Einschränkungen zwanglos abgewickelt werden kann. Derartige automatische Verstärker erfordern keine besondere Wartung oder Regulierung, schalten sich ohne besondere Manipulation seitens eines Teilnehmers oder einer Beamtin vollkommen selbsttätig unter Erfüllung aller erforderlichen Bedingungen in eine verstärkungsbedürftige Verbindung ein, zünden selbst und sind in der Praxis schon erprobt worden. Durch automatische Verstärker läßt sich natürlich auch der Durchgangsverkehr in den Fernämtern für Weitverkehr vereinfachen. Die Schwierigkeiten, die Durchgangsämter bisher im Fernverkehr durch die manuelle Einschaltung von Verstärkern dem Betrieb bereitet haben, fallen vollkommen weg, so daß die Einsprüche gegen eine Vermehrung der Durchgangsämter selbst im Weitfernverkehr nicht mehr am Platze sind.

Das Fernleitungsnetz für Sofortverkehr läßt sich daher modern aufbauen, die Leitungen selbst lassen sich normal dimensionieren und die Dämpfungen durch Verstärker in gewissen Verbindungen auf den erforderlichen Wert einhalten. Die anderen Forderungen für Leitungen, kein Mitsprechen, keine besonderen Reflexionen usw., werden durch die moderne Netzgestaltung nicht berührt.

Es ist demnach eine zweckmäßige Netzgestaltung für das Fernleitungsnetz eines Landes mit den geringsten Mitteln ohne weiteres gegeben, wenn entsprechende Systeme verwendet werden, die die auftretenden modernen Forderungen der Technik leicht erfüllen. Die für Ortsanlagen aufgestellten Grundsätze für zweckmäßige Netzgestaltung gelten daher auch für Vorort- und Fernnetze, wenn eine Modernisierung und Verbesserung des Betriebes mit Sofortverkehr und Fernwahl eingeführt werden soll.

Um nun das gesamte Fernnetz eines Landes richtig zu entwickeln und die Fernämter richtig zu gruppieren, verfährt man folgendermaßen:

Fernämter bestehen nur noch in den Netzgruppenmittelpunkten, die als Endfernämter bezeichnet werden. Eine wirtschaftlich zusammenhängende Gruppe von solchen Endfernämtern wird — wie gezeigt worden ist und wie es auch in den Netzgruppen mit den Ortsämtern geschieht — zusammengefaßt und das wichtigste Endfernamt dieser Gruppe zum Hauptfernamt der Gruppe gemacht, das dann Verteilerfernamt genannt wird. Die Fläche, die eine derartige Gruppe von Endfernämtern umfassen kann, kann einen Radius von etwa 140 km haben. Das Fernnetz innerhalb dieser Gruppe bezeichnet man als Endfernnetz und die gesamte Gruppe als Endfernnetzgruppe.

Eine Gruppe von Verteilerfernämtern kann man nun wieder zu einem höheren Gebilde zusammenfassen und das wichtigste Verteilerfernamt dieser Gruppe zum Hauptfernamt erheben, das dann Durchgangsfernamt genannt

wird. Die Fläche, die eine derartige Gruppe umfaßt, kann einen Radius von etwa 700 km haben. Das Fernnetz in dieser Gruppe wird Verteilerfernnetz genannt. Die gesamte Gruppe wird als Verteilerfernnetzgruppe bezeichnet.

Eine Gruppe von solchen Durchgangsfernämtern wird wieder zu einem Gebilde höherer Ordnung zusammengefaßt und das wichtigste Durchgangsfernamt zum Hauptfernamt dieser Gruppe erhoben, das dann Weltfernamt genannt wird. Die Fläche, die eine derartige Gruppe umfaßt, kann einen Radius von etwa 3500 km haben. Das Fernnetz innerhalb dieser Gruppe wird als Durchgangsfernnetz bezeichnet, die gesamte Gruppe selbst als Durchgangsfernnetzgruppe. Eine Gruppe von Weltfernämtern kann dann noch zu einem Weltfernnetz zusammengefaßt werden.

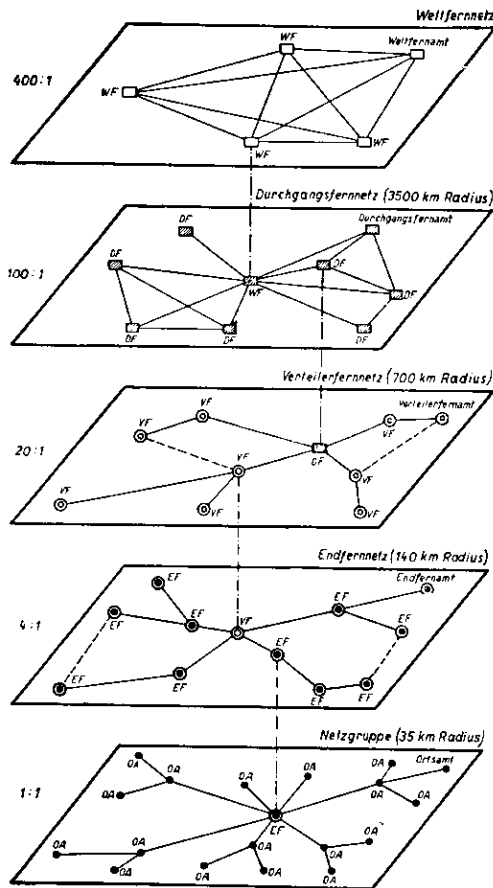


Abb. 182. Fernnetzgliederung in Ebenen.

Bei der Bildung der Ferngruppen müssen die wirtschaftlichen Beziehungen, wie in den Netzgruppen, sorgfältig beobachtet werden, weil eine willkürliche Trennung der Beziehungen zu einer unnötigen Verteuerung des Fernnetzes führt. Die angegebenen Größen der Netz- und Ferngruppen sind nur Richtwerte, die örtlichen Verhältnisse und die wirtschaftlichen Beziehungen sind die Grundlagen zur richtigen Bestimmung der Gruppengröße.

Die Netzgestaltung innerhalb dieser Ebenen richtet sich nun nach der Art der Herstellung der Fernverbindungen und der Stärke des Verkehrs. Erfolgt die Herstellung der Fernverbindungen über Wähler im Sofortverkehr, so ist die zweckmäßigste Netzgestaltung dann ein Sternnetz, wenn durch Bildung großer Bündel eine genügende Steigerung der Leitungsausnutzung erreicht wird. Sind schon große Bündel im Maschennetz vorhanden, so ist die Beibehaltung desselben zweckmäßig. Erfolgt aber die Herstellung der Fernverbindungen mittels Hand, so ist ein Maschennetz stets das Gegebene,

weil dann Durchgangsämter zu vermeiden sind. Die Art der Fernleitungen innerhalb der einzelnen Netzebenen ist gleichartig, aber verschieden in den verschiedenen Ebenen.

Eine andere Darstellung des Fernnetzes zeigt Abb. 183 mit der natürlichen Lage der Ebenen übereinander, aus der ebenfalls die Netzgruppen, das Endfernnetz, das Verteilerfernnetz und das Durchgangsfernnetz ersehen werden können.

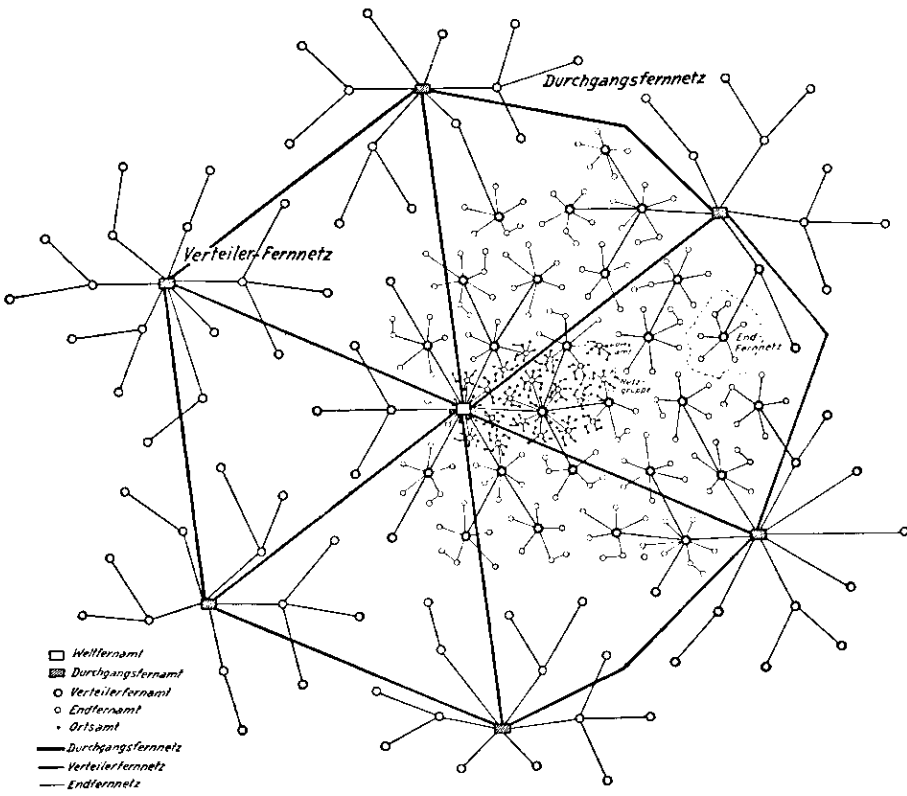


Abb. 183. Fernnetzgliederung.

Querverbindungen sind im allgemeinen im Sternnetz vermieden. Sie sind natürlich jederzeit möglich und zweckmäßig, wenn schon Leitungen vorhanden oder wenn sie wirtschaftlich gerechtfertigt sind. Das wird aber für neue Leitungen sehr selten der Fall sein, weil nur große Bündel die Wirtschaftlichkeit ergeben. Wenn aber einmal große Bündel als Querverbindungen gefordert werden sollten, dann sollte nochmals geprüft werden, ob der gesamte Netzaufbau richtig ist. Im allgemeinen sind neue Querverbindungen wegen ihrer geringen Leitungszahl unwirtschaftlich.

Die Umänderung der Netze braucht nun nicht plötzlich mit erheblichen Kosten zu erfolgen, sondern kann langsam mit der zunehmenden Entwick-

lung der Anlagen vor sich gehen. Erfolgen die Erweiterungen der Netze in Richtung der zukünftigen Netzgestaltung, so wird das Netz allmählich ohne besondere Kosten in den Endzustand überführt.

Bei Diskussionen über Umänderung der Fernleitungsnetze werden teilweise Fragen aufgeworfen, ob für die Umänderung bestehender Netze und Einführung des Sofortverkehrs nicht erhebliche Kosten aufgewendet

werden müßten, weil schon Kabel für maschenförmige Netzgestaltung verlegt sind. Zur Klärung dieser Frage sind Untersuchungen an vorhandenen Kabeln angestellt worden, wobei nachstehendes Ergebnis erzielt wurde:

Die verlegten Kabel haben gewöhnlich eine große Zahl von mehr als 100 Leitungen. Diese Leitungen sind sehr stark unterteilt und in viele kleine Bündel zersplittert, von denen manche nur aus sehr wenigen Leitungen, vielfach auch nur aus einer Leitung bestehen. Wenn die in einem solchen Kabel für manuellen Fernverkehr vorgesehenen 30 bis 40 und mehr Bündel so umgruppiert werden, daß an Stelle der vielen kleinen Bündel wenige große Bündel gebildet werden, so erreicht man eine solche Steigerung der Ausnutzung der Fernleitungen, daß Sofortverkehr praktisch ohne Leistungsvermehrung möglich wird. Als Beispiel ist ein Kabel von

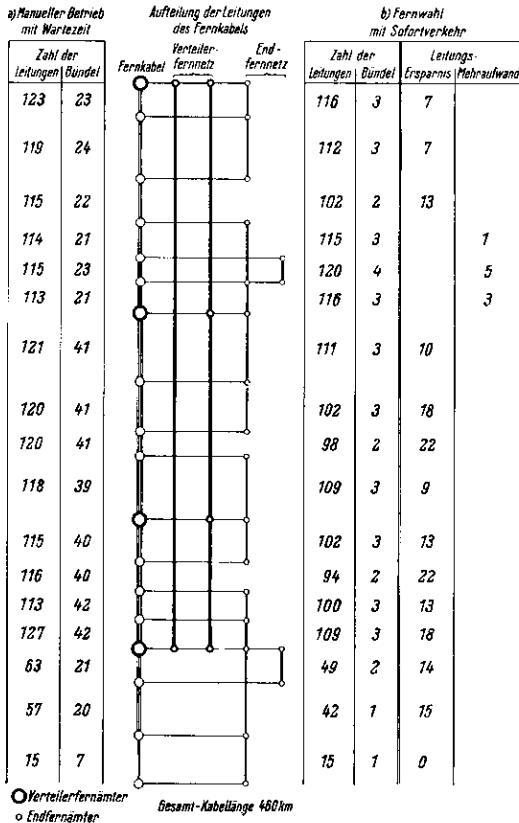


Abb. 184.

Aufteilung eines Fernkabels in Leitungsbündel.

460 km Länge, das in 17 Abschnitte geteilt war, untersucht worden, und man hat die erwähnte große Zersplitterung der Leitungen gefunden, wie sie in Abb. 184 links zu sehen ist. Für die einzelnen Abschnitte ist die Leitungs- und Bündelzahl angegeben. Es waren zwar einige große Bündel vorhanden, aber zum großen Teil bestanden die Bündel nur aus 1 oder 2 Leitungen. Wenn nun die Leitungen für vergrößerten Durchgangsverkehr umgruppiert werden, so kann man wenige große Bündel bilden, wie es in Abb. 184 rechts angegeben ist. Die Zahl der Bündel, die beim Handbetrieb im Mittel 30 beträgt, ist beim automatischen

Betrieb auf 2,5 Bündel reduziert worden. Dadurch erhält man eine derartige Leistungssteigerung, daß bei derselben Verkehrsleistung im automatischen Verkehr ein Mehrbedarf an Leitungen praktisch nicht nötig wird. In den beiden Spalten rechts ist die Ersparnis oder der Mehrbedarf beim automatischen Betrieb für jeden Abschnitt angegeben. Man ersieht, daß die Ersparnis den Mehrbedarf überwiegt, so daß man tatsächlich sagen kann, bei zweckmäßiger Verteilung der Leitungen und Bildung großer Bündel ist die Ein-

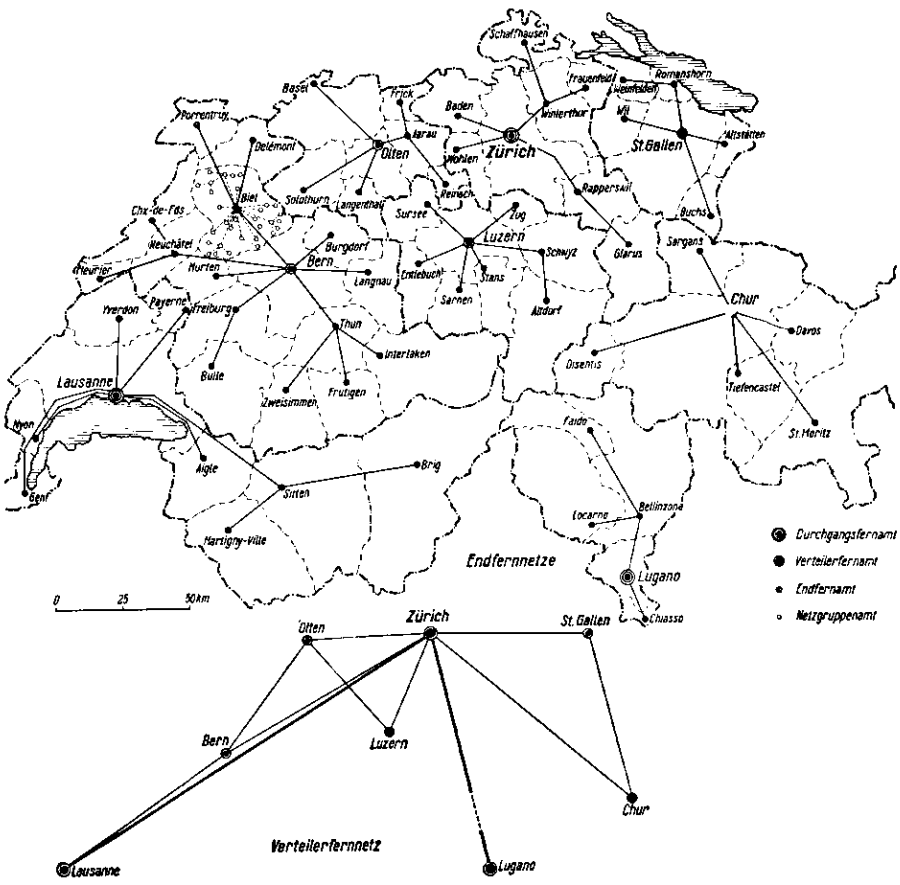


Abb. 185. Fernnetzgestaltung Schweiz.

führung des Sofortverkehrs mit billigen Mitteln zu erreichen. Aus der Abb. 184 sind auch noch gesondert die Leitungen für das Verteilerfernnetz und für die Endfernetze zu ersehen. Bei den Bündeln für automatischen Verkehr war die Zeichnung der einzelnen Bündel möglich, bei manuellem Verkehr nicht, weil die vielen Bündel eine ganz unübersichtliche Zeichnung ergeben hätten.

In welcher Weise in verschiedenen Ländern Vorschläge für die Umgestaltung des Fernleitungsnetzes gemäß dieser Grundlagen zur Diskussion stehen, soll nun gezeigt werden.

Abb. 185 zeigt die Einteilung der Schweiz in 66 Netzgruppen, von denen nur die Endfernmänter gezeigt sind. Die Netzgestaltung innerhalb der Netzgruppen ist sternförmig und entspricht den gezeigten Anordnungen. Der mittlere Radius der Netzgruppen beträgt etwa 14 km. Es sind 8 Verteilerfernmänter vorgeschlagen, deren Bereich besonders angegeben ist. Man ersieht die sternförmige Gestaltung der 8 Endfernnetze. Das Verteilerfernnetz mit

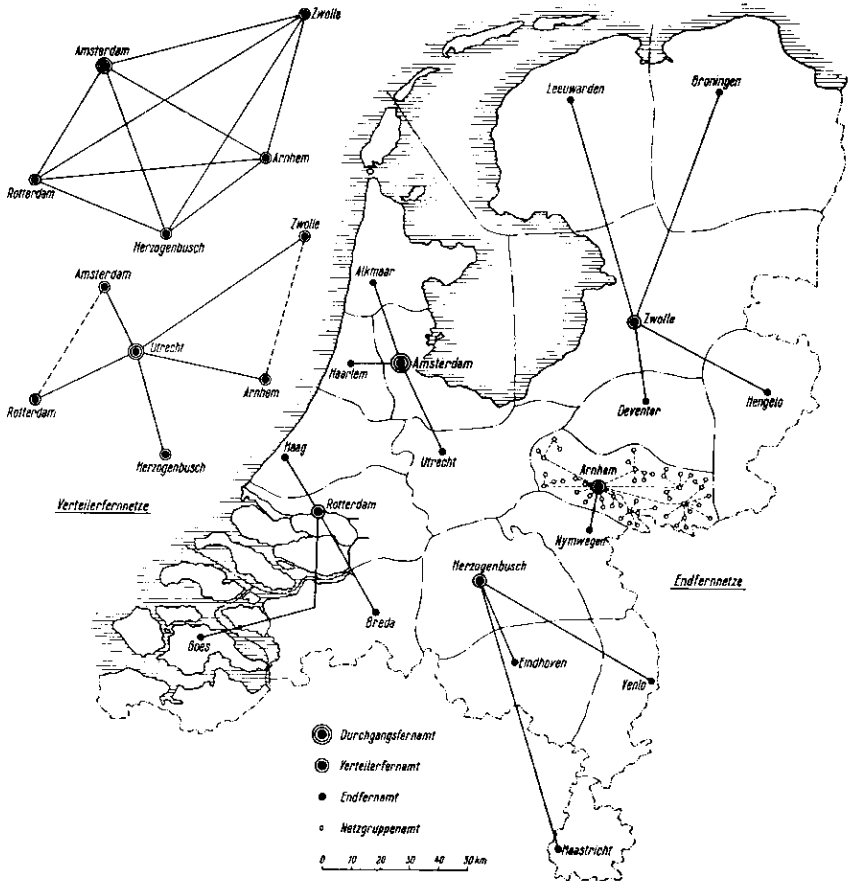


Abb. 186. Fernnetzgestaltung Holland.

den 3 vorgeschlagenen Durchgangsfernmäntern Zürich, Lugano und Lausanne ist unten besonders herausgezeichnet. Für die ganze Schweiz ist Fernwahlverkehr vorgesehen, und das gesamte Fernnetz der Schweiz ist im allgemeinen sternförmig vorgeschlagen worden.

Abb. 186 zeigt die 19 Netzgruppen in Holland mit ihren Endfernmäntern. Die Netzgestaltung innerhalb der Netzgruppen ist wieder sternförmig vorgesehen, wie es aus der Netzgruppe Arnheim zu ersehen ist. Der mittlere Radius der Netzgruppen beträgt 25 km. Die Endfernmänter sind zu 5 Verteiler-

fernämtern zusammengefaßt, diese wieder zu dem Durchgangsfernamt Amsterdam. Da in Holland Fernwahlverkehr durch das ganze holländische Netz vorgesehen ist, ist auch hier die Netzgestaltung der Endfernnetze sternförmig vorgesehen. Das Verteilerfernnetz ist in Abb. 186 besonders herausgezeichnet und kann, wie angegeben, entweder sternförmig mit dem Durchgangsfernamt Utrecht oder maschenförmig mit dem Durchgangsfernamt Amsterdam ausgeführt werden, wenn durch die Sternform keine Leistungssteigerung der Fernleitungen möglich wird.

In Italien wird ebenfalls an der Bildung von Netzgruppen mit Endfernnämtern und an dem Aufbau des Fernnetzes mit Verteiler- und Durchgangs-

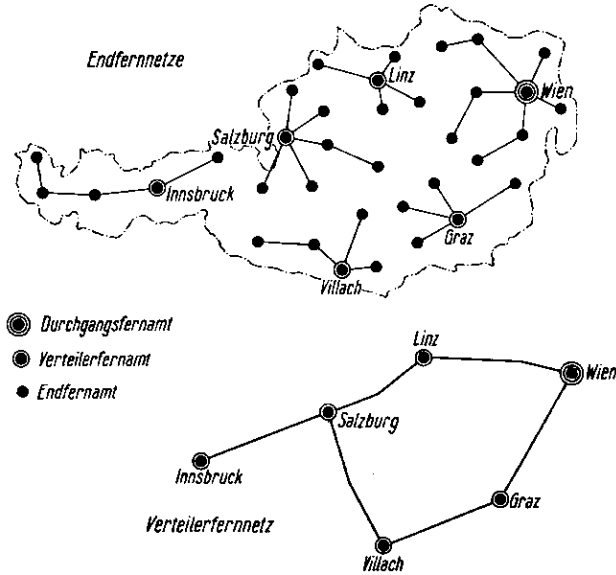


Abb. 187. Fernnetzgestaltung Österreich.

fernämtern nach modernen Grundsätzen intensiv gearbeitet. Es ist beabsichtigt, die Fernwahl in noch größerem Umfang als bisher einzuführen.

Für Österreich sind 36 Netzgruppen und Endfernnämter mit einem mittleren Radius von 26 km, 6 Verteilerfernämter mit dem Durchgangsfernamt Wien vorgesehen. Die Netzgestaltung in den Netzgruppen ist sternförmig, die der Endfernnetze und des Verteilerfernnetzes ist aus Abb. 187 zu erschen.

Abb. 188 zeigt Jugoslawien, wo 60 Netzgruppen und Endfernnämter mit mittlerem Radius von 35 km, 8 Verteilerfernämter und das Durchgangsfernamt Belgrad vorgeschlagen sind. Die vorgeschlagene Fernnetzgestaltung ist in den Grundzügen dieselbe, wie in den vorhergehenden Abb. gezeigt.

In Deutschland sind 650 Netzgruppen und Endfernnämter vorgesehen, die Flächen mit einem mittleren Radius von 15 km umfassen. In Abb. 189 ist ein Plan mit diesen Netzgruppen, 55 Verteilerfernämtern und 15 Durchgangsfernämtern gezeigt. Die Netzgestaltung in den Netzgruppen ist stern-

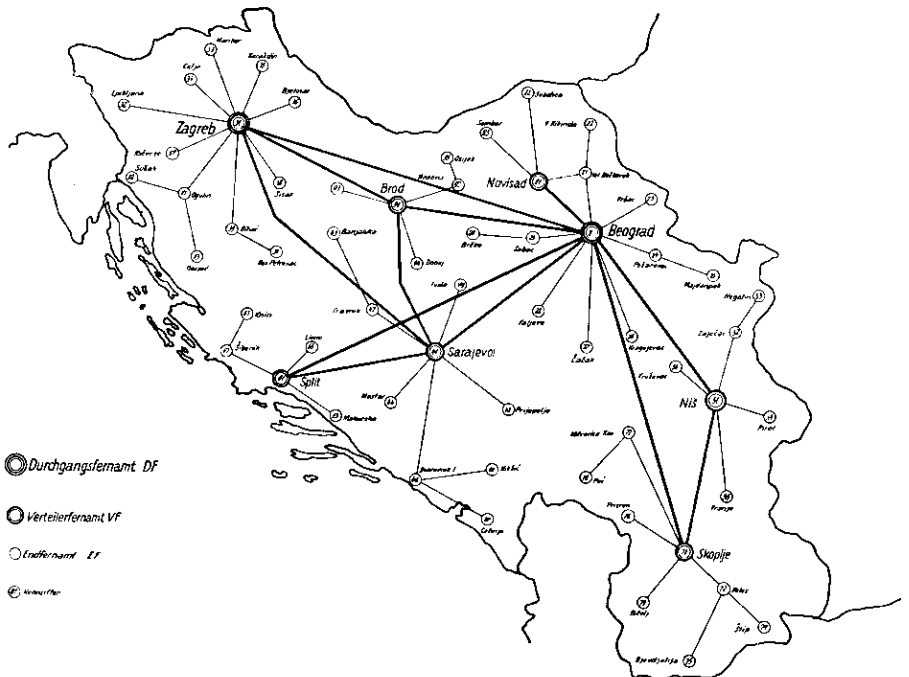


Abb. 188. Fernnetzgestaltung Jugoslawien.

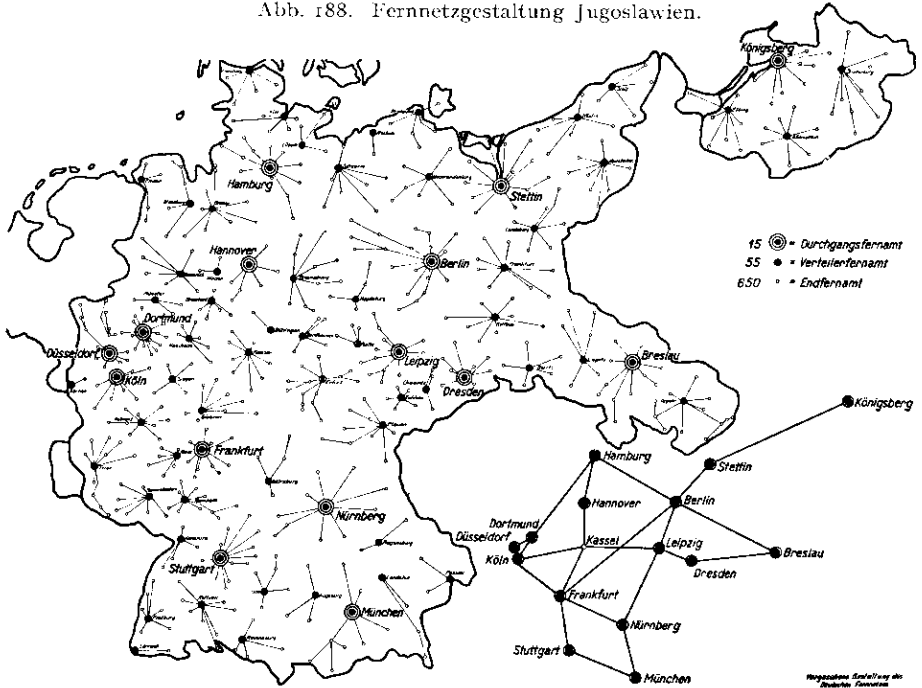


Abb. 189. Fernnetzgestaltung Deutschland.

förmig, aber wegen ihrer geringen Bildgröße nicht gezeigt. Die Gestaltung der Endfernetze ist ebenfalls sternförmig zugrunde gelegt. Ob die Verteilerfernetze und das Durchgangsfernetz sternförmig zu gestalten sind, hängt von örtlichen Verhältnissen und von der Größe des Verkehrs, also von der durch Bündelung zu erreichenden Leistungssteigerung der Fernleitungen ab. Das wird noch geprüft, ebenso, ob eine Vergrößerung einzelner Netzgruppen und damit eine Reduzierung der Zahl derselben wirtschaftlich zweckmäßig ist.

Das Fernnetz Europas wird durch die bekannte Abb. 190 dargestellt. Die Frage, ob später einmal Fernwahl in Aussicht genommen werden kann, ist noch vollkommen offen. Einstweilen hat man Handbetrieb mit Wartezeiten in kleinen Bündeln mit möglichst direkter Verbindung der Weltferntämter untereinander. Man könnte auch hier bündeln und den Durchgangsverkehr steigern, da aber heute z. T. erhebliche Wartezeiten bestehen, wodurch eine hohe Leitungsausnutzung erreicht wird, ist es fraglich, ob so große Bündel gebildet werden können, daß die erforderliche Ausnutzung im Sofortverkehr ohne Leistungsvermehrung erhalten werden kann. Außerdem bestehen administrative Schwierigkeiten in der Verrechnung der Gebühren, die aber durch automatische Kontrolleinrichtungen überwunden werden könnten. Im Weltverkehr wird daher wohl Handbetrieb für einige Zeit noch bestehen bleiben.

Aus diesen Netzen kann man den Schluß ziehen, daß in den Netzgruppen und im Endfernetz die Sternform vorherrscht, daß aber im Verteiler- und Durchgangsfernetz die Frage, Maschen- oder Sternform, von Fall zu Fall zu prüfen ist.

Die Zusammenschaltung der Fernleitungen in dem Weltfernetz, Durchgangsfernetz und Verteilerfernetz macht die geringsten Schwierigkeiten, weil überall Vierdraht-Leitungen verwendet werden und die Durchschaltung von Vierdraht-Leitungen ohne besondere Verstärker erfolgen kann, indem die Restdämpfung der Leitungen durch Ausschaltung von Leitungsverlängerungen auf das notwendige Maß herabgesetzt wird. Bei der Zusammenschaltung vieler Vierdraht-Fernleitungen muß aber auf die Sicherstellung einer ausreichenden kleinen Restdämpfung bei genügender Stabilität der Gesamtleitung geachtet werden.

Schwieriger ist die Zusammenschaltung der Vierdraht-Fernleitungen der höheren Ebenen mit den Zweidraht-Leitungen des Endfernetzes, wo noch Knotenämter vorhanden sein können. Hier müssen entweder automatisch eingeschaltete und regulierte Verstärker in den Verteilerferntämtern oder Endverstärker in allen Zweidraht-Leitungen vorgesehen werden. Z. T. haben Verwaltungen auch für das Endfernetz Vierdraht-Leitungen vorgesehen, um diese Schwierigkeiten zu umgehen.

Im Endfernamt erfolgt endlich die Zusammenschaltung der Fernleitungen mit den pupinisierten und z. T. nichtpupinisierten Leitungen der Netzgruppe und mit der nichtpupinisierten Teilnehmerleitung.

Die Zusammenschaltung der verschiedenen Leitungen innerhalb der Netzgruppe ist übertragungstechnisch meistens nicht gut, weil diese Leitungen,

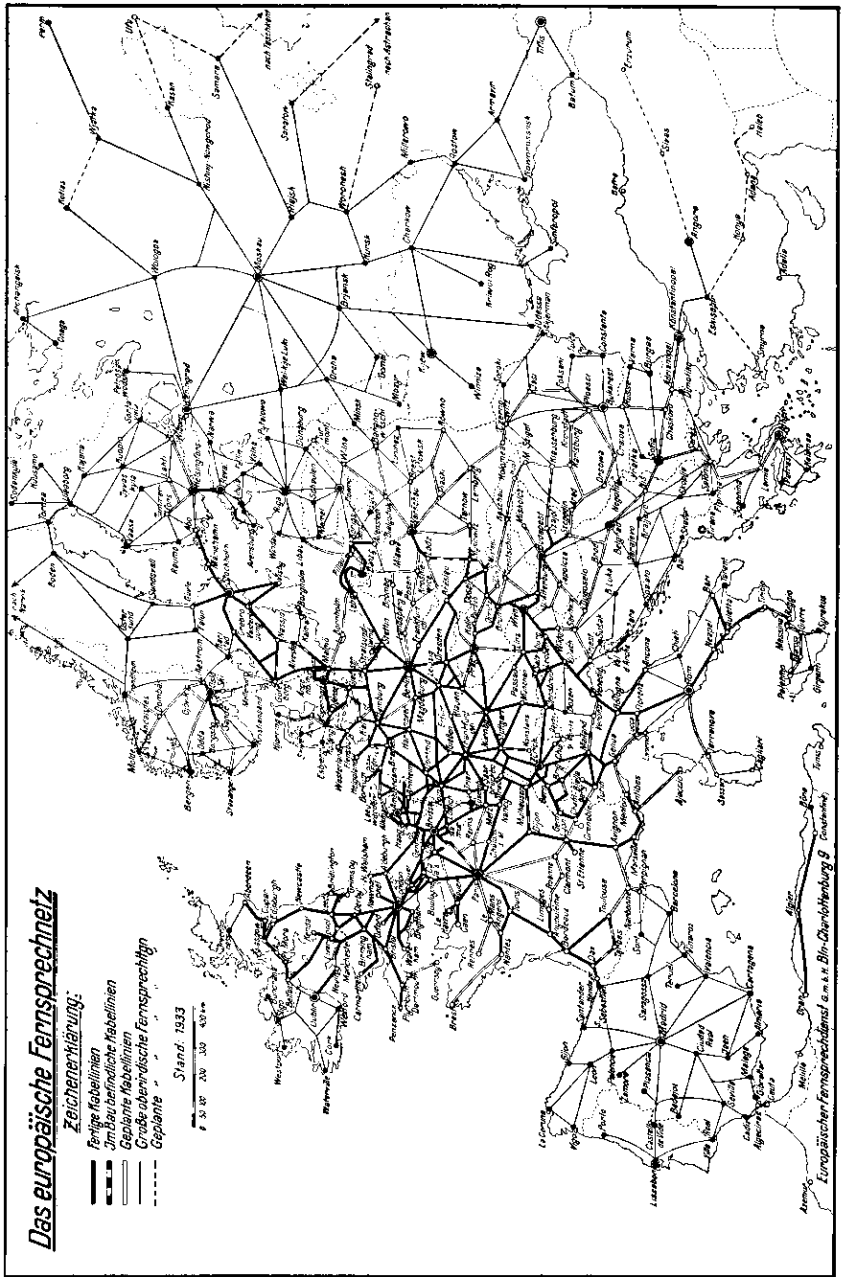


Abb. 100. Fernnetz Europa, September 1933 (aus „Europ. Fernsprechnetz“).

die früher zum Fernnetz gehörten, nicht einander angepaßt sind und verschiedene Scheinwiderstände besitzen. Die Fernleitungen im Endfernamt werden durch den Abschlußübertrager allgemein auf den Scheinwiderstand von 800Ω gebracht, weil die unpupinisierten Verbindungs- und Teilnehmerleitungen sowohl als auch der Teilnehmerapparat selber bei 800 Hz einen Scheinwiderstand in dieser Größenordnung haben. In dieses Netz, das eine gewisse Anpassung wenigstens für die Frequenz 800 Hz zeigt, sind durch die Vergrößerung des Versorgungsbereiches der Endfernamter infolge der Bildung von Netzgruppen pupinisierte Verbindungsleitungen eingefügt worden, die meistens einen Scheinwiderstand von 1600Ω besitzen. Dadurch entsteht ein Leitungszug vom Endfernamt bis zum Teilnehmer, dessen Leitungsstücke aus pupinisierten und nichtpupinisierten Leitungen bestehen, die nicht zusammen passen. Um übertragungstechnisch die Verhältnisse zu bessern, müßten die pupinisierten Leitungen wie die Fernleitungen durch Abschlußübertrager abriegelt werden, die wieder den Scheinwiderstand der Leitungen auf 800Ω herabsetzen. Da diese Abriegelung aber Schwierigkeiten bei der Impuls- und Signalgabe macht, kann die Abriegelung durch Autoübertrager erfolgen, wodurch die pupinisierten Leitungen in ihrem Scheinwiderstand den anderen Gebilden angepaßt werden, ohne die Impuls- und Signalgabe zu erschweren.

Die unpupinisierten Leitungen haben im Gegensatz zu den pupinisierten Leitungen einen für die verschiedenen Sprechfrequenzen verschiedenen Scheinwiderstand. Das heutige Sprachfrequenzband, bestimmt durch die Fernleitungen, umfaßt Frequenzen zwischen 300 und 2400 Hz . Der Scheinwiderstand von unpupinisierten Verbindungsleitungen von $0,8 \text{ mm}$ Durchmesser schwankt zwischen 950Ω für 300 Hz und 370Ω für 2400 Hz , und der Scheinwiderstand von $0,6 \text{ mm}$ Teilnehmerleitungen zwischen 1200Ω für 300 Hz und 480Ω für 2400 Hz . Diese Scheinwiderstandsänderungen können durch eine Nachpupinisierung erheblich gemildert werden.

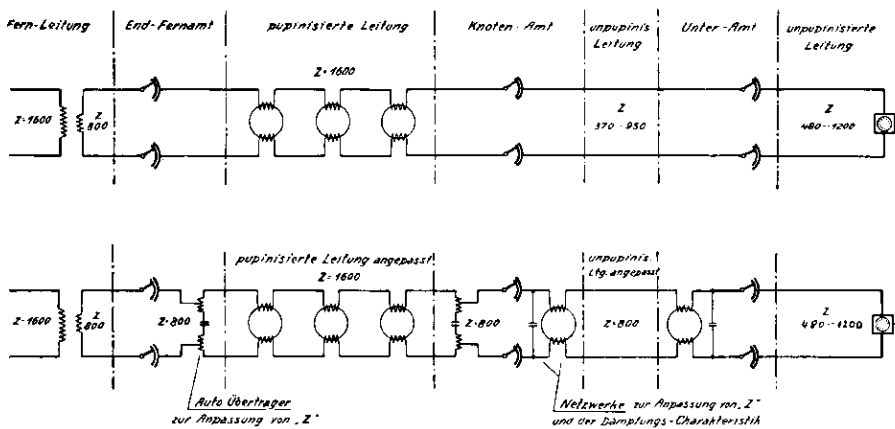


Abb. 191. Anpassung der Netzgruppenleitungen.

Die Anpassung unpupinisierten Leitungen läßt sich dadurch erreichen, daß man am Anfang und Ende jeder dieser Leitungen am Hauptverteiler oder an anderen geeigneten Stellen kleine Netzwerke, bestehend aus Spulen und Kondensatoren, einschaltet, wodurch sich eine erhebliche Verbesserung ergibt. Abb. 191 zeigt oben den Netzgruppenaufbau mit nicht angepaßten Leitungen und unten den Aufbau mit angepaßten Leitungen, wobei die jeweiligen

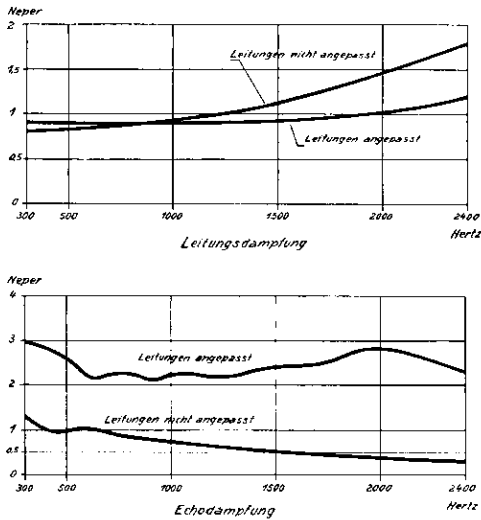


Abb. 192. Dämpfungen angepaßter und nicht angepaßter Leitungen in Netzgruppen.

angepaßte Leitungen innerhalb der Sprechfrequenzen von 300 bis 2400 Hz zu ersehen ist. Die Kurven sind durch Messungen vom Endfernamt aus ermittelt worden. Angepaßte Leitungen haben eine geringere Änderung der Leitungsdämpfung und eine erheblich höhere Echodämpfung für die verschiedenen Sprechfrequenzen als nicht angepaßte Leitungen.

Wie sich ein modernes Fernnetz von einem alten Netz und wie sich der moderne Fernbetrieb vom alten Betrieb unterscheiden, gemäß der vorstehenden Ausführungen, soll in der nachstehenden Gegenüberstellung zusammengefaßt werden.

Altes Fernnetz

1. Viele Richtungen mit je wenig Fernleitungen, daher Zersplitterung der Bündel. Maschennetz.
2. Möglichst nur direkte Fernleitungen, Bevorzugung des Endverkehrs.
3. Vermeidung von Durchgangsfernämtern und Durchgangsverkehr.

Modernes Fernnetz

- Wenige Richtungen mit je vielen Fernleitungen, daher Zusammenfassung der Leitungen zu großen Bündeln. Sternnetz.
- Wenige direkte Fernleitungen. Bevorzugung des Durchgangsverkehrs.
- Vergrößerte Zahl von Durchgangsfernämtern.

Das moderne Fernleitungsnetz ist daher wie ein modernes Ortsnetz besonders gekennzeichnet durch die Zusammenfassung vieler kleiner Bündel zu wenigen großen Bündeln unter Vermehrung der Durchgangsamter und Vermeidung von Querverbindungen.

Der alte Fernbetrieb mit manueller Herstellung der Verbindungen unterscheidet sich vom modernen Betrieb mit Fernwahl folgendermaßen:

Alter Betrieb	Moderner Betrieb
1. Verkehr mit zum Teil recht großen Wartezeiten.	Sofortverkehr ohne Wartezeiten.
2. Manuelle Herstellung der Verbindungen über Fernleitungen und im Ortsamt über Vorschalterschranke mit Hilfe mehrerer Beamtinnen.	Fernwahl über Fern- und Ortsleitungen bis zum Teilnehmer durch höchstens eine Beamtin. Fernwahl in besonderen Fällen direkt vom Teilnehmer.
3. Stets Aufschaltung auf bestehende Ortsverbindungen und Trennung derselben.	Keine Störung ortsbesetzter Leitungen, evtl. nur Aufschaltung.
4. Manuelle Durchschaltung in Durchgangsfernämtern, evtl. mit manuellen Verstärkern.	Automatische Durchschaltung in Durchgangsfernämtern, evtl. mit automatisch eingeschalteten und regulierten Verstärkern.
5. Gebührenverrechnung durch Beamtinnen mit Gesprächszettel.	Gebührenverrechnung durch Beamtinnen mit Gesprächszettel oder mit Zählübertragung auf den Teilnehmerzähler. In besonderen Fällen bei Fernwahl durch den Teilnehmer automatische Zählung.

Hiernach wird die Einführung der Fernwahl und des Sofortverkehrs in Verbindung mit der Bündelung der Fernleitungen und der entsprechenden Gestaltung des Fernnetzes eine wesentliche Verbesserung im Fernverkehr ermöglichen.

3. Wirtschaftlichste Betriebsform der Landanlagen.

Der Fernsprechverkehr des flachen Landes macht allen Verwaltungen in der ganzen Welt die größten Schwierigkeiten, weil derartige Anlagen wohl in allen Fällen unwirtschaftlich arbeiten. Für die Einrichtung dieser Anlagen wird einerseits verhältnismäßig sehr viel Kapital erforderlich, so daß die durch Tilgung und Verzinsung entstehenden jährlichen Kosten, wozu noch erhebliche Personalkosten infolge von nicht günstiger Ausnutzung des Personals hinzukommen, recht groß werden, andererseits ist die Einnahmequelle, der Verkehr selbst, sehr klein. Um eine Landanlage wirklich wirtschaftlich zu betreiben, müßten die Gebühren so hoch gewählt werden, daß selbst der geringe Verkehr nahezu vollkommen erdrosselt, die Anlage dadurch gewisser-

maßen beseitigt würde. Aus volkswirtschaftlichen Gründen unterhalten aber die Verwaltungen derartige Anlagen bei zu geringen Gebühren, was jedoch ein ungesunder und daher verbesserungsbedürftiger Zustand ist. Es besteht also für die Technik die sehr wichtige Aufgabe, den Fernsprechverkehr des Landes so zu gestalten, daß er wirtschaftlich wird und trotzdem den Teilnehmern bei mäßigen Gebühren einen guten Dienst bietet. Das Mittel zur Lösung dieser Aufgabe könnte zunächst in der Einführung des selbsttätigen Betriebes gesucht werden. Da aber die Wirtschaftlichkeit dieser Betriebsform mit abnehmendem Verkehr ebenfalls abnimmt, und auf dem Lande ganz allgemein ein sehr schwacher Verkehr vorhanden ist, so scheint dadurch die Wirtschaftlichkeit noch nicht gegeben zu sein. Im Gegenteil kann durch die Automatisierung die Wirtschaftlichkeit sogar sinken, weil der Verbindungsverkehr zwischen den Orten bei automatischem Betrieb unter Umständen mehr Leitungen als bei Handvermittlung erfordert, wenn es nicht gelingt durch Bildung größerer Bündel die Leistung der Leitungen genügend zu steigern. Durch die einfache Automatisierung der ländlichen Fernsprechanlagen ist daher die Aufgabe noch nicht gelöst. Es muß vielmehr, um eine wirtschaftliche Betriebsform auf dem Lande zu finden, nicht nur der Ortsverkehr untersucht, sondern auch der Nachbarorts- und auch der Fernverkehr, die beide einen beträchtlichen Teil des Gesamtverkehrs ausmachen, zu gleicher Zeit mit in Rechnung gesetzt werden.

Man kann im großen und ganzen die in Betrieb befindlichen ländlichen Fernsprechanlagen etwa in fünf Betriebsarten (Abb. 193) einteilen:

1. In Anlagen mit dem alten Handbetrieb, bei dem in der einfachsten Form in jeder Ortschaft eine kleine Zentrale mit Handbedienung steht, an der die Verbindungen sowohl im eigenen Ort als auch zu den Nachbarorten und zu den Orten des Weitfernverkehrs hergestellt werden. Obwohl aus wirtschaftlichen Gründen, nämlich um die Betriebskosten nicht allzu hoch anwachsen zu lassen, die Benutzung des Fernsprechers an eine recht beschränkte Betriebszeit gebunden ist, ist der Betrieb besonders wegen des unregelmäßigen Verkehrszuflusses und der sich dadurch ergebenden schlechten Ausnutzung des Personals recht kostspielig (Abb. 193a). In ganz kleinen Anlagen wurde der Betrieb einem Privatmanne, gewöhnlich einem Gastwirt, anvertraut, der die verlangten Orts- und Fernverbindungen nebenamtlich herstellte.

2. In Anlagen, die derart halbautomatisiert sind, daß die Verbindungen durch Beamtinnen über Wähler hergestellt werden, die Beamtinnen einer ganzen Reihe von Orten aber in einem Ort zentralisiert sind. Von der Zentralstelle aus werden alle gewünschten Verbindungen sowohl im eigenen Ort als auch in Nachbarorten und Orten des Weitfernverkehrs hergestellt; die Teilnehmer benötigen keine Fingerscheibe, sondern arbeiten mit ihrer normalen alten Station. Der Amtsanruf geschieht durch Drehen des Induktors. Ist die Verbindungsleitung zum Beamtinnenplatz frei, so wird der Anruf sofort zur Beamtin durchverbunden. Ist die Leitung besetzt, so wird der Anruf aufgespeichert und später, wenn die Leitung frei wird, selbsttätig durchge-

schaltet. Der Teilnehmer braucht nicht einmal am Apparat zu warten, sondern er meldet ohne Abnehmen des Hörers seinen Anruf an. Tritt die Beamtin nach Durchschaltung der Verbindung ein, so läutet sie zunächst den Teilnehmer an, worauf sich dieser meldet und seine gewünschte Verbindung anmeldet. Die Verrechnung der Gebühren geschieht in bekannter Weise auf Grund des Meldezettels. Durch die Zentralisation werden die Beamtinnen, auch weil der Verkehrszufluß regelmäßiger als vorher ist, besser ausgenutzt; es wird also erheblich an Beamtinnen gespart. Man kann infolgedessen den Teilnehmern einen unbeschränkten Betrieb bieten (Abb. 193 b).

3. In Anlagen, die vollkommen automatisiert sind, so daß die Teilnehmer daher mittels Fingerscheiben ihre Verbindungen im eigenen Ort herstellen können, während für Nachbarorte und für Weitfernverbindungen durch die Wahl einer bestimmten Nummer wieder ein zentral gelegener Beamtinnenplatz angerufen wird. Die Beamtin nimmt die Anmeldung derartiger Verbindungen entgegen und füllt einen Meldezettel aus. Ist die Fernleitung frei, so stellt die Beamtin, wie unter 2 angegeben, die Verbindung her und ruft den Teilnehmer wieder an. Die Gebühr wird auf Grund des Meldezettels verrechnet (Abb. 193 c).

4. In vollautomatischen Anlagen mit selbsttätigem Ortsverkehr wie unter 3, bei denen jedoch die Nachbarortsverbindungen durch die Beamtin sofort im sog. Schnellverkehr hergestellt werden, so daß der Teilnehmer nicht mehr seinen Fernhörer einzuhängen und auf seine Verbindung zu warten hat. Unter Schnellverkehr soll hier eine sofortige Herstellung von Nahfernverbindungen ohne jede Wartezeit verstanden werden, wobei Weitfernverbindungen über dieselben Verbindungsleitungen wie die Nahfernverbindungen geführt werden. Ein Gesprächszettel wird aber für die Gebührenverrechnung trotz der sofortigen Verbindungsherstellung ausgestellt. Im Weitfernverkehr

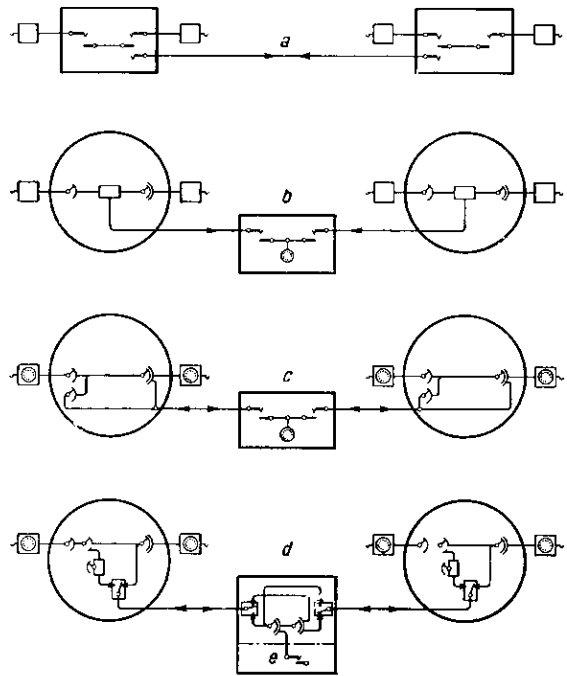


Abb. 193. Ländliche Fernsprechtsbetriebsarten.

- a : Hand-Orts- und -Nachbarortsverkehr,
- b : Halbautomatischer Orts- und Hand-Nachbarortsverkehr,
- c : Automatischer Orts- und Hand-Nachbarortsverkehr und sofortverkehrsmäßiger Fernbetrieb,
- d : Automatischer Orts- und Nachbarortsverkehr,
- e : Fernamt.

dagegen stellt man die Verbindungen wie gewöhnlich her, nämlich nach Anmeldung mit Wartezeit, bis die Fernleitung frei ist, wie unter 2 und 3. Die Gebührenverrechnung ist dieselbe (Abb. 193c).

5. In vollautomatische Anlagen wie unter 4, bei denen aber auch die Verbindungen zu Nachbarorten unmittelbar mit Hilfe der Fingerscheibe durch Wahl der betreffenden Nummer des gewünschten Teilnehmers hergestellt werden können. Die Gesprächsgebühr wird auf Grund der Amtsentfernung und der Gesprächszeit durch einen Zeit- und Zonenzähler festgestellt. Die Gebühren werden automatisch verrechnet durch mehrmalige der Gebühr entsprechende **Betätigung** des Gesprächszählers. Für den Weitfernverkehr wird das Gespräch angemeldet und die Verbindung wie unter 2, 3 und 4 hergestellt und verrechnet (Abb. 193d).

Es fragt sich, welche von den angegebenen Verkehrsgestaltungen für gewisse Anlagen die wirtschaftlichsten sind und für welche Verkehrsfälle sich die eine oder die andere Gestaltung am besten eignet. Kann man vielleicht noch wirtschaftlichere Verfahren dadurch finden, daß man mehrere der vorstehend angegebenen Betriebsarten in derselben Anlage vereint? Zweifellos werden sich für bestimmte Verkehrsfälle bestimmte Verfahren am besten eignen; da aber in einem Bezirk bei einer Gruppe von Ämtern sicher ganz verschiedene Verkehrsfälle auftreten werden, so ist eine gewisse Wahrscheinlichkeit vorhanden, daß sich die eine Art für eine Gruppe von Ämtern, eine andere Art für eine andere Gruppe von Ämtern eignet und angewendet werden kann. Es fragt sich, ob eine solche Verknüpfung zweckmäßig und empfehlenswert ist.

In der nachfolgenden Untersuchung soll eine gewisse Klarstellung der vielen noch schwebenden Fragen über die zweckmäßige Ausgestaltung der einfachen ländlichen Fernsprechnetze angestrebt werden an Hand von Kurven, die auf Wirtschaftlichkeitsberechnungen und bestimmten Annahmen beruhen und die Richtung der Entwicklung deutlich erkennen lassen. Es soll hier nicht die absolute Ertragsfähigkeit, die auf einem Vergleich der Einnahmen mit den Ausgaben beruht, sondern eine relative Ertragsfähigkeit ermittelt werden durch angenäherte Errechnung der geringsten jährlichen Betriebskosten unter mehreren Betriebsformen. Dr. Schreiber hat einen großen Teil dieser Frage in anderer Weise in „Die Wirtschaftlichkeit des geplanten Netzgruppensystems in den Ortsfernsprechanlagen Bayerns“, Verlag Oldenbourg, ausführlich unter Verwendung sehr reicher statistischer Angaben behandelt.

Von den bisher gekennzeichneten fünf Arten von Anlagen erfordern die Anlagen unter 1 das geringste Anlagekapital für die Amtseinrichtungen, aber die größten Ausgaben für die Bedienung, obwohl diese durch Einschränkung der Dienstzeit möglichst herabgesetzt wird. Für die Teilnehmer entsteht durch diese Einschränkung natürlich ein wenig befriedigender Betrieb. Die Verbindungsleitungen zwischen verschiedenen Orten können dann allerdings gut ausgenutzt werden, wenn ein genügender Verkehrszufluß vorliegt, meistens ist das aber nicht der Fall. Die Teilnehmer müssen ihre Fernge-

sprache anmelden und dann warten, bis die Leitung frei ist, worauf die Beamtin die Verbindung herstellt und sie wieder anruft.

Bei den Anlagen unter 2 sind die Anlagekosten für die automatischen Apparate größer als bei den Anlagen unter 1; es wird aber durch die Zentralisierung der Beamtinnen erheblich an Beamtinnenkosten gespart, so daß bei dieser Einrichtung die Betriebszeit bis zur unbeschränkten Dienstzeit verlängert und dadurch den Teilnehmern ein guter Betrieb geboten werden kann. Die Ausnutzung der Verbindungsleitungen kann gut, gleich der der Anlagen unter 1, teilweise sogar besser sein, besonders wenn eine Aufspeicherung der Anrufe vorgesehen wird; es müssen die Leitungen aber auch für die Anmeldung der Gespräche und für die Herstellung der Verbindungen im eigenen Amt verwendet werden. Danach werden die Verbindungsleitungen aber frei. Die Teilnehmer haben keine Fingerscheibe, sondern es werden alle, auch die Ortsverbindungen, von der Beamtin hergestellt. Ist die Zahl der Ortsverbindungen sehr klein, so wird wahrscheinlich der Betrieb in dieser Form gerechtfertigt sein, ist der Ortsverkehr erheblich, so wird wohl die Ausführung nach der unter 3 angegebenen Form zweckmäßiger sein, wo die Teilnehmer Fingerscheiben für den eigenen Ortsverkehr erhalten.

Den erhöhten Anlagekosten für die Fingerscheiben stehen die verminderten Personalkosten der für diesen Verkehr im Hauptamt ersparten Beamtinnen und der ersparten Verbindungsleitungen gegenüber. Wenn Tilgung, Verzinsung und Unterhaltung der Fingerscheiben und der ersparten Verbindungsleitungen kleiner sind als die Minderung der jährlichen Beamtinnenkosten, so ist die Einführung der Fingerscheiben gerechtfertigt. Der Verbindungsverkehr zwischen verschiedenen Nachbarorten ist derselbe wie in den unter 2 beschriebenen Anlagen. Ist er sehr lebhaft, so kann er in Form des Sofort- oder Schnellverkehrs erfolgen, wodurch die Anlagen nach 4 entstehen. Der Schnellverkehr erfordert aber, weil die Wartezeiten der Teilnehmer wegfallen, besonders bei kleinen Bündeln, wenn eine Vergrößerung der Bündel durch Zusammenfassung von Leitungen nicht möglich ist, mehr Leitungen, so daß auch hier Rechnungen vorgenommen werden müssen, um die Zweckmäßigkeit der Einführung des Schnellverkehrs zu ermitteln. Dem Mehraufwand an Leitungen stehen also Ersparungen an Beamtinnen gegenüber, weil im Schnellverkehr die Beamtinnen mehr leisten als im einfachen Fernverkehr.

Gestaltet man den Schnellverkehr zu Nachbarorten vollkommen automatisch mit selbsttätiger Gebührenverrechnung, so kommt man zu Anlagen wie unter 5. Die Zahl der erforderlichen Leitungen für diesen Fall ist etwa dieselbe wie bei Anlagen unter 4, es sind aber für die Gesprächszählung, die in allen bisherigen Fällen durch Gesprächszettel geschah, jetzt selbsttätige Einrichtungen erforderlich. Auch hierfür müssen Wirtschaftlichkeitsberechnungen aufgestellt werden. Es stehen sich gegenüber: Abschreibung und Verzinsung des Mehraufwandes an Apparaten, dazu die erforderliche Unterhaltung und Ersparnisse an Beamtinnenkosten im Hauptamt. Die Netzgestaltung der Betriebsarten 2 bis 5 entspricht Abb. 173.

Zusammenfassend kann man auf Grund des kurzen Überblicks wohl folgendes sagen: Ist der Verkehr innerhalb der Orte und zwischen den benachbarten Orten schwach, so sind wahrscheinlich halbautomatische Anlagen nach 2 empfehlenswert. Für starken Ortsverkehr und schwachen Nachbarortsverkehr sind Anlagen nach 3 wahrscheinlich zu empfehlen. Für Anlagen mit starkem Ortsverkehr und starkem Nachbarortsverkehr können die Anlagen unter 4 bis 5 verwendet werden, die beide etwa den gleichen Leitungsaufwand bedürfen. Während die Anlagen unter 4 höhere Personalkosten verursachen, haben die Anlagen unter 5 wegen ihres höheren Anlagekapitals größere jährliche Kapitalkosten, also Tilgung und Verzinsung des Anlagekapitals. Der günstigste Fall für jede Anlage muß durch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung, die alle wesentlichen Umstände umfaßt, ermittelt werden. Ausschlaggebend für die Rechnung sind einerseits die jährlichen Personalkosten, andererseits die jährlichen Kapitalkosten, die durch die automatischen Einrichtungen und den Mehrbedarf an Leitungen verursacht werden. Die anderen Posten der Wirtschaftlichkeitsberechnung, Energiebedarf, Raumkosten, Kosten der Ersatzteile usw., treten gegenüber diesen Kosten vollkommen zurück, so daß sie für generelle Übersichten, die durch diese Untersuchung geschaffen werden sollen, vernachlässigt werden können.

Aus den bisherigen Betrachtungen ergeben sich daher zunächst folgende ganz allgemeine Fragen:

1. Wann lohnt sich die Zentralisierung der Beamtinnen und die Einführung des halbautomatischen Verkehrs?
2. Von welcher Größe des Ortsverkehrs an sind Fingerscheiben bei den Teilnehmern wirtschaftlich?
3. Von welcher Größe des Nachbarortsverkehrs an ist Schnellverkehr zu empfehlen?
4. Unter welchen Bedingungen eignet sich selbsttätiger Nachbarortsverkehr?

Die zur Beantwortung dieser Fragen erforderlichen Berechnungen, die, wie schon angegeben, nur ganz allgemein durchgeführt werden, um Richtlinien in Kurven für die Gestaltung derartiger Anlagen zu ermitteln, und die nur solche Punkte berücksichtigen, die bestimmenden Einfluß auf das Ergebnis haben, sollen an einer Anlage mit 15 verschieden großen Ämtern durchgeführt werden, die sich etwa auf eine Kreisfläche von 50 km Durchmesser verteilen. Von diesen 15 Ämtern sollen fünf Ämter je 20 Teilnehmer, fünf je 50 und fünf je 100 Teilnehmer, die ganze Anlage also 850 Teilnehmer enthalten. Die Netzgestaltung soll so gut wie möglich für Betriebsart 1 nach Abb. 169 und für die Betriebsarten 2 bis 5 nach Abb. 173 zugrunde gelegt werden.

Als Verkehr, wie er z. T. in derartigen Landnetzen vorhanden ist, seien im Durchschnitt für die ganze Anlage zwei Rufe je Tag und Teilnehmer für Orts-, Nachbarorts- und Fernverkehr angenommen. Davon sollen 0,7 Rufe als Ortsverbindungen und 1,3 Rufe als Nah- und Weitfernverbindungen, für die Gesprächszettel auszustellen sind, verlangt werden.

Zur Beantwortung der ersten Frage: „Wann lohnt sich die Zentralisierung der Beamtinnen und die Einführung des halbautomatischen Verkehrs?“ soll bei den Ämtern mit 20 Teilnehmern für einen beschränkten Dienst von einigen Stunden mit etwa $\frac{3}{4}$ Beamtin einschließlich Urlaub, Krankheit usw. gerechnet werden. Die Beamtin ist nicht ständig am Schrank tätig, sondern erledigt z. B. noch Schalterdienst; für außergewöhnliche Fälle muß aber stets Ersatz vorhanden sein, so daß etwa $\frac{3}{4}$ Beamtin für den Schrankdienst in der Rechnung einzusetzen ist. Weiter sollen bei 50 Teilnehmern und beschränkter Dienstzeit 1,25 Beamtinnen und bei 100 Teilnehmern 2,5 Beamtinnen vorgesehen werden. Bei diesen kleinen zerstreut liegenden Ämtern ist wegen der geringen Personenzahl, bei der ein gegenseitiger Ausgleich bei Ereignissen schwer möglich ist, und wegen des unregelmäßigen Verkehrsflusses infolge der kleinen Teilnehmergruppen verhältnismäßig viel Personal für die Bedienung notwendig, auch wenn zur Aushilfe Personal mit stundenweiser Bezahlung mitheringezogen wird. Es würden in der ganzen Anlage bei dezentralisiertem Betrieb demnach $5 \cdot \frac{3}{4} + 5 \cdot 1,25 + 5 \cdot 2,5 = 22,5$ Beamtinnen tätig sein.

Um die Zahl der erforderlichen Beamtinnen bei zentralisiertem Betrieb und bei unbeschränkter Betriebszeit errechnen zu können, muß man bestimmte Leistungen der einzelnen Beamtinnen zugrunde legen. Rechnet man die Leistung einer Fernbeamtin mit Nachbarortsverbindungen mit 30 Verbindungen und die Leistung einer Meldebeamtin mit 60 Verbindungen in der Stunde, so ergibt sich, daß eine Anmeldung $\frac{1}{60}$ und die Herstellung einer Nachbarortsverbindung $\frac{1}{30}$ Beamtinnenstunde kostet. Die Gesamtkosten für die Herstellung einer Nachbarorts- und Fernverbindung sind demnach $\frac{1}{60} + \frac{1}{30} = \frac{1}{20}$ Beamtinnenstunde. Rechnet man weiter, daß für Ortsverbindungen die Beamtin 180 Verbindungen in der Stunde leistet, so würden für den Ortsverkehr, da in der Hauptstunde bei einer Konzentration von 120% $850 \cdot 0,7 \cdot 0,12 = 72$ Verbindungen zu erledigen sind, $\frac{72}{180} \approx \frac{1}{2}$, für den Nah- und Fernverkehr, da $850 \cdot 1,3 \cdot 0,12 = 132$ Verbindungen in der Hauptstunde zu erledigen sind, $\frac{132}{20} = 6,6$ Beamtinnenplätze erforderlich sein. Rechnet man mit einem Personalfaktor von 2, der wahrscheinlich abhängig von der Größe der Anlage ist und mit der Größe der Anlage sinkt, und unter dem man die Zahl der Beamtinnen je Arbeitsplatz versteht, die vorgesehen werden müssen, um 24stündige Betriebszeit, Urlaub, Krankheit und sonstige Ereignisse bewältigen zu können, so ergibt sich die Zahl der erforderlichen Beamtinnen zu 14, so daß also im ganzen 14 zentralisierte Beamtinnen für die Anlage genügen würden. Man spart daher 8,5 Beamtinnen, die bei 2500 RM Einkommen im Jahr einschl. Pension 21250 RM jährliche Kosten verursachen. Rechnet man für die Unterhaltung der Selbstanschlußeinrichtungen gegenüber dem alten Zustand zwei Mechaniker mit einem Einkommen von je 3600 RM einschl. Pension mehr, so macht das jährlich 7200 RM aus, so daß ein Mehraufwand für Personal von 14050 RM übrigbleibt. Dieser Betrag, mit 10% kapitalisiert, würde 140500 RM Kapital ergeben, so daß für die Mehraufwendung an Amtsapparatur je Teilnehmer, wenn halbauto-

matischer Betrieb ausgeführt würde, etwa 105 RM zur Verfügung ständen. Da das erforderliche Anlagekapital bei zweckmäßigem Ausbau der Zentralen mit einfachem System und genügender aber nicht übergroßer Kraftanlage nur einen Bruchteil dieses Betrages ausmacht, so ist die Zentralisierung der Beamtinnen wohl in allen Fällen, wo ähnliche Verhältnisse, wie bisher zugrunde gelegt, vorliegen, als wirtschaftlich zu betrachten. Die Kosten des zentralen Fernamtes seien hier sogar etwa gleich der Summe der Kosten aller kleinen Handzentralen gesetzt, also zuungunsten der Halbautomatisierung gerechnet.

Die größere Belastung der Leitungen durch die erforderlichlich werdenden Anmeldungen und Herstellung von Ortsverbindungen wird durch die zweckmäßigere Netzgestaltung gegenüber Betriebsfall 1 mehr als aufgewogen. Durch die bessere Netzanlage, Abb. 173 gegenüber Abb. 169, kann bis zu 25% an Verbindungsleitungslänge und bis zu 60% an Leitungsführung gespart werden, was nicht in Rechnung gezogen worden ist, weil ein Teil davon durch die erwähnten Anmeldungen und Ortsverbindungs-Herstaltungen wieder aufgewogen wird. Verwendet man Ortsbatteriestationen mit Induktorbetrieb und Aufspeicherung der Anrufe, so kann man durch die Einführung der Wartezeiten für die Teilnehmer an Leitungen sparen. Weiter brauchen an die Teilnehmerleitungen nicht die hohen Anforderungen gestellt zu werden, wie bei Verwendung von Zentralbatteriestationen, weil Speise- und Überwachungsströme nicht über die Teilnehmerleitung fließen. Die Ansprüche an derartige Teilnehmerleitungen sind nicht größer als bei gewöhnlichen Ortsbattericanlagen. Da aber bei diesen Anlagen die automatische Schlußzeichengabe fehlt und das Schlußzeichen durch Abläuten mit dem Induktor gegeben werden soll, dieses aber häufig vergessen wird, so muß eine automatische Trennung alter Verbindungen nach einer gewissen Zeit, z. B. nach 3, 6 oder 9 min erfolgen.

Zur Beantwortung der zweiten Frage: „Von welcher Größe des Ortsverkehrs an sind Fingerscheiben bei den Teilnehmern wirtschaftlich?“ ergibt die Überlegung, daß die jährlichen Ausgaben für die Fingerscheiben, Abschreibung, Verzinsung und Unterhaltung einen gewissen Betrag ausmachen, der nahezu unabhängig vom Verkehr ist. Die Ersparnis an Beamtinnenkosten durch Einführung der Fingerscheiben ist aber um so größer, je größer der Ortsverkehr ist, je mehr Verbindungen also mit der Fingerscheibe durch die Teilnehmer hergestellt werden. Führt man die Rechnung für verschiedenen Ortsverkehr durch und trägt die gefundenen Werte in ein Kurvenblatt ein, so kommt man zu einem Kurvenbild, das in Abb. 194 dargestellt ist. Auf der Abszisse sind die Ortsverbindungen je Tag und Teilnehmer aufgetragen, auf der Ordinate die jährlichen Kosten. In dem Kurvenblatt gibt die Kurve a die jährlichen Kosten für die erforderlichen Fingerscheiben, die Kurven b und c die entstehenden jährlichen Beamtinnenkosten an, die bei halbautomatischem Betrieb zur Herstellung der Ortsverbindungen erforderlich werden. Kurve b beruht auf einer Beamtinnenleistung von 150, Kurve c auf einer solchen von 180 stündlichen Ortsverbindungen. Der Schnittpunkt der Kurven liegt bei etwa 0,3 Ortsverbindungen je Tag und Teilnehmer, so daß also von diesem Ortsverkehr an sich die Einführung der Fingerscheiben bezahlt macht. Rech-

net man aber vollkommen neue Stationen, ohne den Wert der alten Stationen in Abrechnung zu bringen, so gibt Kurve *d* die dann jährlich entstehenden Betriebskosten an. Der Schnittpunkt liegt hier bei etwa 0,9 bis 1,1 Ortsverbindungen, so daß sich von diesem Verkehr ab sogar neue Stationen bezahlt machen würden. Rechnet man aber den Wert der alten Stationen z. B. zu 10 RM, so liegt der Schnittpunkt etwa bei 0,7 Ortsverbindungen. Die Kurven geben einen Anhalt, unter welchen Bedingungen Fingerscheiben bei den Teilnehmern eingeführt werden können und welchen Einfluß die Beamtinnenleistung auf das Ergebnis hat. Die Kurven berücksichtigen noch nicht den Einfluß des Leitungsnetzes, der wegen der vielen veränderlichen Faktoren schwierig zu erfassen ist. Wenn Fingerscheiben eingeführt werden, also vollautomatischer Verkehr, so muß die Zahl der Verbindungsleitungen vergrößert werden, denn der halbautomatische Verkehr bedeutet Wartezeiten, der vollautomatische Sofortverkehr. Halbautomatische kleine Ämter können über nur eine Leitung betrieben werden, vollautomatische nicht, weil eine Leitung im Sofortverkehr praktisch nichts leistet. Rechnet man nur mit einer Vermehrung um eine Leitung, so verschieben sich die Linien *a* und *d* in Abb. 194 um 5 bis 10 Einheiten nach oben, abhängig von den Kosten der neuen Verbindungsleitung und der Zahl der Teilnehmer pro Amt. Bei einer größeren Zahl von zusätzlichen Leitungen wird das Ergebnis noch ungünstiger. Man wird aber daraus schließen können, daß unter etwa 1 Lokalverbindung pro Tag ein vollautomatischer Verkehr nicht gerechtfertigt ist. Nach Dr. Steidle¹⁾ nimmt mit zunehmender Teilnehmerzahl der Ortsverkehr zu, der Fernverkehr ab, und zwar führen nach Statistiken die Teilnehmer verschieden großer Ämter folgenden Orts- und Fernverkehr je Tag:

Amtsgröße	50	100	1000 Teilnehmer
Ortsverkehr	0,6	1,1	3,6 Verbindungen
Fernverkehr	1,02	1	0,8 „

Danach würde ein vollautomatischer Verkehr für Ämter unter 80 Teilnehmer für Gebiete, die eine geringe zukünftige Entwicklung zeigen, nicht gerechtfertigt sein.

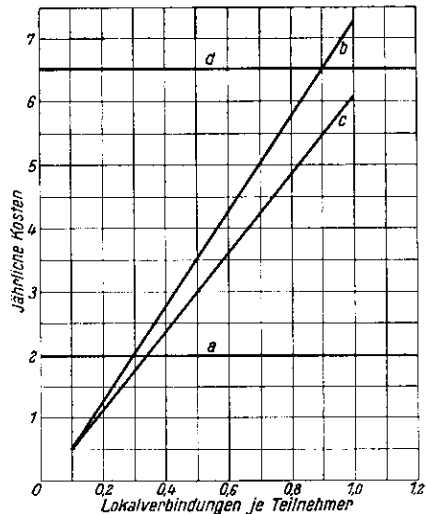


Abb. 194. Jährliche Kosten für die Herstellung der Ortsverbindungen, der Fingerscheibe und neuer Stationen.

- a* = Jährliche Kosten der Fingerscheiben,
- b* = Beamtinnenleistung 150 Ortsverbindungen,
- b* und *c* = Beamtinnenkosten im Jahr für Herstellung der Ortsverbindungen,
- c* = Beamtinnenleistung 180 Ortsverbindungen,
- d* = Jährliche Kosten neuer Stationen.

¹⁾ Dr. Steidle: „Der Selbstanschluß-Landverkehr“, Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 29, Heft 2.

Um die dritte Frage, „Von welcher Größe des Nachbarortsverkehrs an ist Schnellverkehr zu empfehlen?“ zu beantworten, sind folgende Überlegungen anzustellen:

Wenn zwischen zwei Orten eine Gruppe von Verbindungsleitungen verläuft und fernamtsmäßig betrieben wird, so schwankt die Ausnutzung der Leitungen in dieser Gruppe von 35 bis 50 min

in der Hauptverkehrsstunde; es kommen sogar Leistungen bis 54 min vor, allerdings nur dann, wenn sehr reger Verkehr vorhanden ist, so daß keine Leerzeiten auf den Leitungen auftreten. Die hohe Ausnutzung wird erzielt durch Einfügung von Wartezeiten bei den Teilnehmern, die aber nicht allzu groß werden dürfen, so daß praktisch die Beamtinnen in jeder Leitung ein Gespräch an das andere reihen können.

Wenn eine Gruppe von Leitungen dagegen im Schnellverkehr betrieben wird, so daß keine Wartezeiten für die Teilnehmer entstehen dürfen, so müssen so viele Leitungen vorhanden sein, als Verbindungen gleichzeitig gemäß dem reinen Zufall bestehen können. Da die Verkehrsschwankungen um so größer sind, je kleiner das Bündel ist, so hängt die Leitungsausnutzung allein von der Größe des Bündels ab. Die Ausnutzung schwankt bei einem Bündel mit nur einer Leitung, von 1 min bis zu

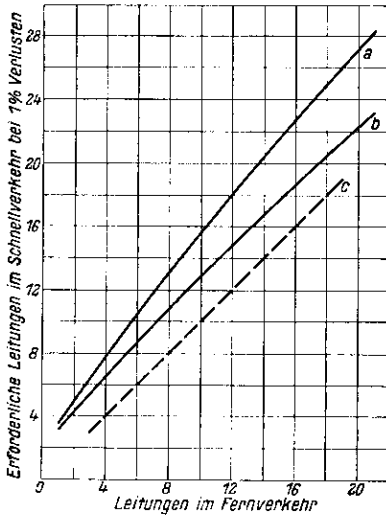


Abb. 195. Mehrbedarf an Leitungen bei Einführung von Schnellverkehr.

a -- Ausnutzung der Fernleitung 45 min,
 b -- Ausnutzung der Fernleitung 35 min,
 c -- Leitungszahl für Fern- und Schnellverkehr.

einem 100er-Bündel, in welchem die Ausnutzung jeder Leitung 45 min beträgt. Rechnet man bei fernamtsmäßig betriebenen Leitungen mit einer Ausnutzung von 35 min, so könnte nur dann Schnellverkehr ohne Vermehrung der Leitungen eingeführt werden, wenn mindestens 35 Leitungen je Bündel vorhanden sind, weil in einem Bündel mit 35 Leitungen die Ausnutzung jeder Leitung 35 min beträgt (Abb. 5). Rechnet man mit 45 min, so müßten mindestens 100 Verbindungsleitungen je Bündel vorhanden sein. Eine Ausnutzung von mehr als 45 min ist im Schnellverkehr praktisch nicht möglich.

Wie groß der Einfluß besonders für kleine Bündel ist, geht aus Abb. 195 hervor, worin angegeben wird, welche Leitungszahl für Schnellverkehr gegenüber einfachem Fernverkehr erforderlich wird. Auf der Abszisse ist die Zahl der Fernleitungen, auf der Ordinate die Zahl der notwendigen Leitungen angegeben, wenn diese denselben Verkehr im Schnellverkehr bewältigen sollen. Kurve a gibt die für Schnellverkehr erforderliche Leitungszahl an, wenn eine Ausnutzung der Fernleitung von 45 min zugrunde gelegt wird, Kurve b eine solche, wenn 35 min angenommen werden. Für z. B. zwei Leitungen bei einfachem Fernverkehr sind vier bis fünf Leitungen im Schnellverkehr

erforderlich. Bemerkenswert ist, daß von 3 bis etwa 18 Fernleitungen, wenn ihre Ausnutzung zu 35 min angenommen wird, stets drei Leitungen mehr für Schnellverkehr erforderlich werden. Die eingetragene Hilfslinie c, die die Gleichheit der Leitungszahl für Fern- und Schnellverkehr angibt, läßt den Mehrbedarf an Leitungen deutlich erkennen. Daraus ergibt sich, daß in Landnetzen bei Einführung des Schnellverkehrs immer mit einer Vermehrung der Leitungen zu rechnen sein wird, wenn es nicht gelingt, durch bessere Bündelung der Leitungen eine genügende Leistungssteigerung zu erreichen. Nun treten aber gewisse Ersparnisse an Beamtinnen ein, weil diese im Schnellverkehr mehr als im gewöhnlichen Fernverkehr leisten können, wodurch das Bild verändert wird. Rechnet man neben den früher zugrunde gelegten Werten die Leistung einer Schnellverkehrsbeamtin mit Ausstellung von Meldezetteln zu 55 Verbindungen, so ergibt sich ganz allgemein für ein Leitungs­bündel zwischen zwei Ämtern, unabhängig von dem bisher zugrunde gelegten Beispiel, folgendes:

Die Beamtinnenkosten für ein Ferngespräch betragen nach der früher angegebenen Rechnung $\frac{1}{20}$ Beamtinnenstunde. Die Beamtinnenkosten für eine Schnellverkehrsverbindung betragen $\frac{1}{55}$ Beamtinnenstunde. Im Schnellverkehr werden demnach für die Verbindung $\frac{1}{20} - \frac{1}{55} = \frac{7}{220}$ Beamtinnenstunden erspart, oder bei 31 Schnellverkehrsverbindungen eine Beamtinnenstunde. Wenn nun die Ersparnisse an Beamtinnen die jährlichen Mehrkosten für die Leitungen übersteigen, so ist die Einführung des Schnellverkehrs gerechtfertigt. Angenommen sei eine mittlere Verbindungsdauer von drei Minuten, wieder ein Beamtinnenfaktor von 2 und die Leistung einer Schnellverkehrsleitung in der Hauptstunde zu zwei Verbindungen,

von 2 Leitungen zu 5 Verbindungen
„ 3 „ „ 10 „
„ 4 „ „ 20 „
„ 6 „ „ 40 „
„ 8 „ „ 70 „

In Abb. 196 sind die jährlichen Ersparnisse abhängig von der Zahl der Schnellverkehrsleitungen aufgetragen. In derselben Abb. sind die jährlichen Kosten für die Leitungen, die gegenüber einfachem Fernverkehr erforderlich werden, ebenfalls eingetragen, wenn die Länge der Leitungen 10, 20 oder 30 km beträgt und eine Ausnutzung der Fernleitung von 35 min und 45 min zugrunde gelegt würde. Angenommen sind hierbei die Kosten

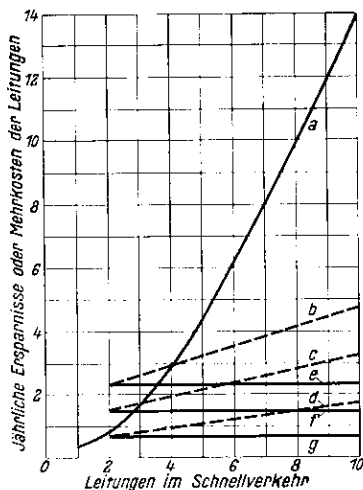


Abb. 196. Jährliche Ersparnisse im Schnellverkehr und Kosten der hierfür mehr erforderlichen Leitungen.

- a = Ersparnisse im Schnellverkehr
- b = 30 km } Ausnutzung
- c = 20 km } der Fernleitungen
- d = 10 km } 45 min
- e = 30 km } Ausnutzung
- f = 20 km } der Fernleitungen
- g = 10 km } 35 min

eines Kilometers Doppelleitung mit 250 RM. Für einen anderen Wert ist das Ergebnis etwas anders. Die Kurven für die Leitungskosten verlaufen bei 35 min Fernleitungsausnutzung geradlinig horizontal, weil stets nur drei Leitungen für Schnellverkehr hinzukommen, während bei 45 min Fernleitungsausnutzung diese Kosten zunehmen. Daraus ergibt sich, daß unter den zugrunde gelegten Bedingungen und bei einer Entfernung von z. B. 20 km die Einführung des Schnellverkehrs schon von drei bis vier Leitungen ab wirtschaftlich ist. Die Kurven gelten nur für ein einziges Bündel. Demnach eignet sich die Einführung von Schnellverkehr auch für schwache Verkehrsbeziehungen, wenn die angenommene Beamtenersparnis zutrifft.

Hierbei kann darauf hingewiesen werden, daß die Gebührenverrechnung im Schnellverkehr und unter Umständen auch im Fernverkehr, wenn Vorsorge dafür getroffen wird, mittels einer Taste oder der Fingerscheibe vom Beamtenplatz aus erfolgen kann. Die Beamtin betätigt die Taste oder ihre Fingerscheibe entsprechend der fälligen Gebühr, wodurch der Teilnehmerzähler weiterschaltet wird.

Die Ausstellung eines Gesprächszettels ist dann überflüssig, und die Kosten für die Verrechnung des Zettels werden erspart, die etwa einen Betrag von 0,05 RM je Zettel ausmachen. Eine Rückprüfung, ob der Teilnehmer seine Nummer im Schnellverkehr richtig angegeben hat, ist bei Zählung mittels der Fingerscheibe nicht mehr nötig.

Weiter kann hingewiesen werden, daß im Schnellverkehr und im automatischen Schnellverkehr, wenn die Orte zu einer Netzgruppe zusammengefaßt sind, weitere Ersparnisse gemacht werden können durch Zusammenfassung des Fernverkehrs mehrerer derartiger Netzgruppen zu einem gemeinsamen Fernamt. Diese Zusammenfassung kann ständig, kann aber auch nur zu schwachen Verkehrszeiten erfolgen.

Um die vierte Frage zu beantworten: „Unter welchen Bedingungen eignet sich selbsttätiger Nachbarortsverkehr?“ sind wieder die Ersparnisse den Aufwendungen gegenüberzustellen.

Erspart werden zunächst die für Schnellverkehrsverbindungen erforderlichen Beamten, während die Kosten für die Einrichtungen des automatischen Verkehrs, der Zeitzonenzählung und der Übertrager für doppelgerichteten Verkehr sowie die Personalkosten für die Unterhaltung dieser Einrichtungen hinzukommen. Um Mehrkosten an Leitungen zu vermeiden, muß doppelgerichteter Verkehr wie bei den anderen Betriebsarten vorgesehen werden. Leitungsersparnisse durch Verknüpfung zweier Stammleitungen bleiben hierbei unberücksichtigt, weil diese bei jeder Betriebsart verwendet werden und auf Grund einer besonderen Wirtschaftsberechnung jederzeit eingeführt werden können. Da die für den automatischen Schnellverkehr erforderlichen Einrichtungen größtenteils den Leitungen zugeordnet sind und proportional mit diesen wachsen, so richtet sich der Kostenaufwand hierfür größtenteils nach der Zahl der Verbindungsleitungen, so daß, wenn man die Kosten in Kurven darstellen will diese abhängig von der Zahl der Leitungen gezeichnet werden können. In Abb. 197 sind Kurven ge-

zeichnet, die die Betriebskosten abhängig von der Zahl der Schnellverkehrsleitungen sowohl für den Handschnellverkehr als auch für automatischen Schnellverkehr angeben. Eine Kurve (a) gibt die Betriebskosten für die Herstellung der Schnellverkehrsverbindungen, zwei andere (b und c) geben die Betriebskosten für automatischen Schnellverkehr an, wenn ein Mechaniker die Einrichtungen für 15 Leitungen und ein Mechaniker die Einrichtungen für 20 Leitungen pflegen kann. Daraus ergibt sich, daß bei den zugrunde gelegten Daten der automatische Schnellverkehr von vier Leitungen ab wirtschaftlich ist. Dieser Wert sinkt natürlich, wenn durch Ermäßigung der zu erfüllenden Bedingungen die für den automatischen Schnellverkehr erforderlichen Apparate einfacher werden, z. B. durch Einführung von Zonengruppen an Stelle der genauen durch die Luftlinie gegebenen Zonen, der Dreiminuten- statt Sechs- oder Zwölfminuten-Trennung usw.

Überblickt man die gesamten Ergebnisse, so findet man, daß in den Landnetzen sich eine Zentralisierung der Beamtinnen wohl immer empfiehlt, wenn ein einfaches System in zweckmäßiger Anordnung vorgesehen wird. Es steht nicht viel Kapital zur Verfügung, so daß sehr vorsichtig unter Wahrung der größten Sparsamkeit vorgegangen werden muß. Eine Ausrüstung der Teilnehmer mit Fingerscheiben ist zweckmäßig von 1 Ortsruf an. Die Einführung von Handschnellverkehr zwischen zwei Orten ist unter den zugrunde gelegten Bedingungen schon wirtschaftlich begründet, wenn zwei Schnellverkehrsleitungen erforderlich sind bei 10 km Amtsentfernung und von drei Leitungen bei 20 km Entfernung, oder wenn im Tag etwa 80 Verbindungen hergestellt werden müssen. Automatischer Schnellverkehr ist zweckmäßig, wenn mehr als vier Schnellverkehrsleitungen zwischen zwei Orten vorhanden sind.

Wenn in einem Bezirk eine Reihe von Ämtern vorhanden ist, für die der eine oder der andere Verkehr paßt, so müßten strenggenommen, weil die Verkehrsbeziehungen verschieden sind, verschiedene Arten des Verkehrs zwischen den Ämtern eines Bezirkes vorgesehen werden. Wie weit man hierin gehen will, hängt von den örtlichen Verhältnissen und von der Gestaltung des Betriebes ab. Wenn aus einer Gruppe von Ämtern nur einzelne den Verkehrsbedingungen nicht entsprechen, so kann man aus Betriebsrücksichten natürlich trotzdem gleichmäßige Betriebsart für alle Ämter vorsehen.

Es ist wohl möglich, zwischen Ämtern mit großen Verkehrsbeziehungen Schnellverkehr von Hand oder automatischen Schnellverkehr vor-

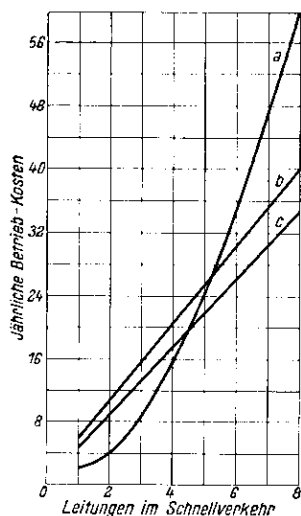


Abb. 197. Unterschiedliche Betriebskosten im Schnellverkehr von Hand und im automatischen Schnellverkehr.

- a - Betriebskosten für die Herstellung der Schnellverkehrsverbindung von Hand,
- b - Betriebskosten für zusätzliche Einrichtung des autom. Schnellverkehrs, ein Mechaniker für 15 Verbindungsleitungen,
- c - Betriebskosten für zusätzliche Einrichtung des autom. Schnellverkehrs, ein Mechaniker für 20 Verbindungsleitungen.

zusehen, während für kleine Ämter mit geringen Beziehungen gewöhnlicher Fernverkehr auch für die Nachbarorte bestehen bleibt.

Es soll hier nicht behauptet werden, daß unter allen Umständen die ermittelten Kurven gelten. Für andere zugrunde gelegte Leistungen von Beamtinnen oder Kosten der Leitungen und Apparate werden natürlich die Kurven eine etwas andere Lage zueinander einnehmen. Z. T. ist der Einfluß verschiedener Beamtinnenleistung aus den bekanntgegebenen Kurven schon zu ersehen. Ebenso werden gewisse örtliche Eigenarten einen bestimmenden Einfluß auf das Ergebnis haben. Die gezeigte Berechnungsart läßt aber erkennen, in wie verhältnismäßig einfacher Weise Kurven und grundsätzliche Übersichten über das vicumstrittene Gebiet, die sich ohne weiteres den jeweiligen Verhältnissen anpassen lassen, erhalten werden können. Weiter kann man erschen, welchen Einfluß Beamtinnenleistung, Leistungsvermehrung, Kapitalbedarf für selbsttätige Einrichtungen auf die Tendenz der Kurven haben, so daß daraus die Art und Richtung des Aufbaues von derartigen Landanlagen erschen werden kann.

4. Halb- und vollautomatische Systeme.

Wie sollen nun die Systeme für die verschiedenartigen Betriebsfälle des Landes aufgebaut sein und arbeiten?

Die zur Verwendung kommenden Systeme sollen besonders folgende Aufgaben erfüllen:

1. 24stündiger Betrieb.
2. Verbesserung und Verbilligung des Betriebes, insbesondere der Bedienung.
3. Möglichst kleine Kapitalkaufwendungen, besonders keine Verteuerung des Netzes.
4. Verwendung von sehr einfachen und äußerst betriebssicheren Systemen, die auch mit wenig Pflege noch gut arbeiten.
5. Leichte Anpassung der Systeme an alle vorkommenden Betriebsfälle und Anpassung an deren Änderung.

Um diese Forderungen für alle möglichen Betriebsfälle zu erfüllen, gibt es zunächst mehrere Lösungen, weil die jeweilige Art der Lösung abhängig ist von dem jeweiligen Betriebsfall, der durch die örtlichen Verhältnisse gegeben ist. Dabei sind von Einfluß die Größe und Ausdehnung der Anlage, die Teilnehmerdichte, das ist die Teilnehmerzähl pro Flächeneinheit, die Stärke und die Art des Verkehrs, die Verkehrsbeziehungen, die Unterhaltungsmöglichkeit der Einrichtungen und besonders auch die der Leitungen. Da mit manuellen Betriebsmethoden die Aufgaben nicht befriedigend gelöst werden können, müssen automatische Methoden zur Lösung herangezogen werden. Es gibt für diese Zwecke halb- und vollautomatische Systeme, die mit Ortsbatteriestationen (OB) und mit Zentralbatteriestationen (ZB) arbeiten.

Es sollen zunächst die verschiedenen Arten der Systeme für die Lösung dieser Aufgaben an Hand eines allgemeinen Planes besprochen werden.

In Abb. 198 sind die für die gekennzeichneten Aufgaben möglichen halb- und vollautomatischen Systeme mit ihren grundsätzlichen Bedingungen, ihrer Eignung für bestimmte Betriebsfälle, mit Verwendung von OB- und ZB-Stationen angegeben. Die wünschenswerte Zusammenfassung der verschiedenen Arten von Stationen in gemeinsamen Ämtern und die der verschiedenen Ämter zu sog. Netzgruppen ist ebenfalls gezeigt. Es ergeben sich zunächst 4 Systeme, die sich folgendermaßen unterscheiden:

System 1 ist ein halbautomatisches OB-System, das einfachen Zustand der Teilnehmerleitungen, also geringe Pflege der Leitungen zuläßt, mit Wartezeiten beim Einleiten einer Verbindung und Speicherung des Anrufes und daher geringer Verbindungsleitungszahl arbeitet und bei dem die Verbindungsherstellung an zentralen, im Hauptamt angeordneten Beamtinnenplätzen erfolgt.

System 2 ist ein halbautomatisches ZB-System, das guten Zustand der Teilnehmerleitungen, also gute Pflege voraussetzt, mit Wartezeiten, Anrufspeicherung und wenigen Verbindungsleitungen arbeitet und bei dem ebenfalls die Verbindungsherstellung an zentralen Beamtinnenplätzen erfolgt.

System 3 ist ein vollautomatisches OB-System, das einfachen Zustand der Teilnehmerleitungen, also geringe Pflege zuläßt, aber mit Sofortverkehr und daher vielen Verbindungsleitungen und mit Nummernschaltern bei den Teilnehmern arbeitet.

System 4 ist das normale vollautomatische ZB-System, das guten Zustand der Teilnehmerleitungen voraussetzt, Sofortverkehr und viele Verbindungsleitungen und Nummernschalter bei den Teilnehmern umfaßt.

Mit diesen 4 Systemen lassen sich alle Betriebsfälle des flachen Landes, wie noch näher ausgeführt werden wird, erfassen. Zu den charakteristischen Eigenarten der Systeme ist noch folgendes zu sagen:

Die halbautomatischen Systeme 1 und 2 haben gegenüber den vollautomatischen 3 und 4 den Vorteil, daß sie eine geringere Anzahl von Verbindungsleitungen benötigen, weil sie Wartezeiten mit Speicherung des Anrufes besitzen, während die vollautomatischen Systeme Sofortverkehr vor-

	<i>OB-Stationen</i> <i>Einfacher Zustand der</i> <i>Teilnehmerleitungen</i> <i>Geeignet für lange</i> <i>Teilnehmerleitungen</i>	<i>ZB-Stationen</i> <i>Guter Zustand der</i> <i>Teilnehmerleitungen</i> <i>Geeignet für kurze</i> <i>Teilnehmerleitungen</i>	
<i>Halbautomatische Systeme</i> <i>Wenig Verbindungsleitungen</i> <i>mit Wartezeit</i> <i>Zentrale Beamtinnenbedienung</i> <i>Geeignet für schwachen Verkehr</i>	<i>System 1</i>	<i>System 2</i>	<i>Verschiedenartige Ämter</i> <i>aber zusammengefaßt in</i> <i>denselben Netzgruppen</i> <i>mit gemeinsamer Benutzung</i> <i>der Verbindungsleitungen</i>
<i>Vollautomatische Systeme</i> <i>Viele Verbindungsleitungen</i> <i>mit Sofortverkehr</i> <i>Nummernschalter a. d. Teiln.-Stat.</i> <i>Geeignet für starken Verkehr</i>	<i>System 3</i>	<i>System 4</i>	
<i>Verschiedenartige Teilnehmerstationen</i> <i>aber zusammengefaßt in gleichen Ämtern</i>			

Abb. 198. Schema der verschiedenartigen Systeme in ihren Grundbedingungen und der möglichen Zusammenfassung derselben zu einem Universalsystem in Netzgruppen.

aussetzen, der bei demselben Verkehr mehr Verbindungsleitungen beansprucht. Bei den halbautomatischen Systemen werden die Verbindungsleitungen durch die Wartezeit unabhängig von ihrer Zahl gut ausgenutzt, während bei den vollautomatischen Systemen die Ausnutzung der Leitungen nur von der Bündelgröße abhängt. Je größer bekanntlich die Zahl der Leitungen pro Bündel ist, desto größer ist die Ausnutzung. Bei einem Verlust von 1% leistet in der Hauptverkehrsstunde:

1 Leitung weniger als	1 min
2 Leitungen je	5 „
3 „ „	14 „
20 „ „	35 „
100 „ „	49 „

Da auf dem Lande im allgemeinen die Leitungszahl klein ist, so ist auch deren Ausnutzung klein, wie aus der Zahlentafel zu ersehen ist.

Bei der Verwendung von OB-Stationen bei den Teilnehmern hat man gegenüber den ZB-Stationen den Vorteil, daß an den Isolationszustand der Teilnehmerleitungen geringere Anforderungen gestellt werden können, weil keine Gleichstromspannung an den Leitungen liegt und dadurch keine Stromverluste auftreten können. Dafür sind aber besondere Mikrophonbatterien bei den Teilnehmern zu unterhalten und müssen die Teilnehmerstationen mit einem besonderen Anrufaggregat, z. B. einem Induktor, ausgerüstet sein.

Die vier Systeme eignen sich nun für folgende Betriebsfälle:

Hat man in den kleinen Ämtern einen sehr schwachen Verkehr, bei geringer Teilnehmerdichte, und lange, schlecht zu pflegende Teilnehmerleitungen, haben die Ämter keine große Bedeutung und keine besondere Entwicklungsmöglichkeit, so verwendet man das halbautomatische System 1, mit OB-Stationen mit Wartezeiten, mit geringen Verbindungsleitungszahlen und mit Beamtinnenbedienung in einem zentralen Hauptamt. Die Teilnehmer rufen das Hauptamt durch Kurbeln des Induktors an, ohne zunächst die Fernhörer abzuhängen. Der Anruf wird im Amt gespeichert und zum Beamtinnenplatz im Hauptamt automatisch, gegebenenfalls auch über andere Knotenämter durchgeschaltet, wenn die Verbindungsleitungen frei sind. Die Beamtin tritt ein, ruft den Teilnehmer an, der Teilnehmer meldet sich, verlangt seine Verbindung und die Beamtin stellt die Verbindung durch gewöhnliche Nummernwahl über die Verbindungsleitungen her. Die Gesprächszählung kann entweder mit Hilfe der bekannten Gesprächszettel erfolgen, wobei eine Rückkontrolle der Teilnehmernummer stattfinden muß, oder aber, sie erfolgt, wenn der Teilnehmer Gesprächszähler hat, über die Verbindungsleitungen durch die Beamtin.

Liegen etwa dieselben Betriebsfälle vor, wie soeben behandelt, aber sind bei größerer Teilnehmerdichte die Teilnehmerleitungen nur verhältnismäßig kurz und lassen sich in einfacher Weise gut instand halten, so verwendet man das halbautomatische System 2 mit ZB-Stationen. Man erspart dadurch die Mikrophonbatterien und den Induktor bei den Teilnehmerstationen, muß aber dafür mehr Pflege für die Teilnehmerleitungen aufwenden.

Der Amtsanruf erfolgt entweder durch Abnahme des Mikrotelephons oder durch Druck auf eine besondere Anruftaste. Die weitere Verbindungsherstellung und Zählung erfolgt wie in System 1.

Hat man starken Verkehr bei geringer Teilnehmerdichte und lange, schlecht zu pflegende Teilnehmerleitungen, so wird das vollautomatische System 3 mit OB-Stationen zweckmäßig verwendet. Die Stationen enthalten Mikrofonbatterien und für die Wahl besondere Einrichtungen, die die Wahl- und Signalimpulse über die Leitungen in besonderer Art übertragen, erspart aber dadurch die Pflege der Teilnehmerleitungen. Die Gesprächszählung erfolgt gegebenenfalls automatisch.

Liegt starker Verkehr bei großer Teilnehmerdichte und verhältnismäßig kurzen, leicht pflegbaren Teilnehmerleitungen vor, haben die Ämter eine gewisse Bedeutung und sind sie entwicklungsfähig, so verwendet man das bekannte vollautomatische System 4 mit ZB-Stationen.

Mit den besprochenen verschiedenartigen vier Systemen beherrscht man vier bestimmte Betriebsfälle. In der Praxis gibt es aber nicht nur vier sich scharf voneinander unterscheidende Betriebsfälle, sondern viel mehr Fälle, die sich gewöhnlich nicht scharf voneinander unterscheiden lassen, sondern deren Grenzen verwischt sind, so daß eine klare Scheidung gar nicht möglich ist. Z. B. wird man überall Ämter mit kurzen, leicht zu pflegenden und langen, schlecht zu pflegenden Teilnehmerleitungen vereinigt finden. Ebenso wird man in einer großen Anlage Orte finden, für die sich besonders halbautomatische, andere wieder, wo sich vollautomatische Systeme eignen. Das günstigste Ergebnis wird daher durch eine Mischung aller Systeme zu einem allgemeinen Universalsystem zu erreichen sein, das für alle nur möglichen Fälle auf gemeinsamer Grundlage aufgebaut ist.

Ein derartiges Universalsystem, das gewissermaßen die angegebenen vier Systeme umfaßt, hat viele Vorzüge, weil bei Änderung des Charakters einer Gegend und bei Änderung des Verkehrs sich ohne weiteres die eine an Stelle der anderen Betriebsform bei den Teilnehmerstationen einführen läßt, ohne daß die Art des Systems geändert zu werden braucht. Nur die Änderung des Betriebes von halb- in vollautomatische Form würde naturgemäß einen gewissen Eingriff bedeuten, der aber bei guter Projektierung der Anlage wohl selten vorkommen wird und gegebenenfalls auch durchgeführt werden kann. Dafür ist aber das Zusammenarbeiten halb- und vollautomatischer Ämter über dasselbe Netz und über die gleichen Verbindungsleitungen anzustreben. Das moderne, anpassungsfähige Schrittwählersystem mit Einzelantrieb und direkter Steuerung erfüllt alle diese Bedingungen und läßt jede Anpassung an alle Betriebsfälle in einfacher Weise, wie gezeigt werden wird, zu. Es kann daher als ein alles umfassendes Universalsystem angesehen werden.

Die halbautomatischen Systeme 1 und 2 lassen sich zunächst zu einem System zusammenfassen, das sowohl die Verwendung von OB- als auch ZB-Stationen ohne weiteres gestattet. Die Unterscheidung zwischen diesen beiden Arten von Stationen im Amt erfolgt durch sehr einfache Umschaltung an den in Betracht kommenden Teilnehmeraggregaten, wobei weiter unterschieden

werden kann, ob die Teilnehmer mit ZB-Apparaten durch Tastendruck oder durch einfaches Abnehmen des Mikrotelephons das Amt anrufen.

Die vollautomatischen Systeme 3 und 4 lassen sich ebenfalls zu einem System zusammenfassen, bei dem wahlweise die Verwendung von OB- oder ZB-Stationen durch Anpassung des Teilnehmeraggregates und Zuordnung eines Wählerzusatzes ermöglicht wird.

Man wird aber das vollautomatische System etwas verschieden ausgestalten, je nachdem der Prozentsatz der Teilnehmer mit OB- und ZB-Apparaten auszurüsten ist. Überwiegt der Prozentsatz der OB-Stationen, so wird man das System so ausgestalten, daß bei den ZB-Stationen ein Zusatz im Amt erforderlich wird. Überwiegen die ZB-Stationen, so werden im normalen vollautomatischen System die Teilnehmer mit OB-Stationen mit einem Wählerzusatz ausgerüstet. In der Praxis wird man größtenteils das normale System 4 verwenden, weil im allgemeinen bei guter Dezentralisation die meisten Teilnehmer verhältnismäßig kurze Leitungen haben und weil das System den erstrebenswerten Endzustand verkörpert, während das System 3 nur in Spezialfällen verwendet werden wird.

Bei der Projektierung der Einrichtungen für den telephonischen Verkehr eines Landes wird man folgendermassen vorgehen:

Wie schon behandelt, faßt man auf dem Lande eine Gruppe von wirtschaftlich zusammengehörenden Ämtern zu Netzgruppen zusammen und errichtet im wirtschaftlichen Mittelpunkt das Hauptamt der Gruppe, in dem auch das Endfernamt für den Weitfernverkehr aller Netzgruppenteilnehmer sich befindet. Die Netzgestaltung innerhalb der Gruppe ist entsprechend den wirtschaftlichen Beziehungen sternförmig und ist unabhängig von der Art des zukünftigen halb- oder vollautomatischen Betriebes. Das ganze Land wird in derartige Netzgruppen eingeteilt. Je richtiger dabei die wirtschaftlichen Beziehungen berücksichtigt werden, mit um so geringeren Mitteln für das Netz wird man auskommen.

Nachdem die Netzgruppen eines Landes mit sämtlichen Ämtern und ihre Netzgestaltung nach streng wirtschaftlichen Gesichtspunkten bestimmt sind, wird man die Art des Betriebes in den einzelnen Ämtern und für die verschiedenen Teilnehmer festlegen. Als allgemeine Richtlinie kann dabei folgende gelten:

Ämter mit starkem Verkehr, großer Teilnehmersdichte, großer telephonischer Bedeutung und Entwicklungsmöglichkeit wird man von vornherein mit vollautomatischem Betrieb ausführen, wobei gegebenenfalls, wenn es sich lohnt, einzelne Teilnehmer mit besonders langen, schwierig zu unterhaltenden Leitungen, mit OB-Stationen und Wählerzusatz im Amt ausgerüstet werden können. Ämter mit sehr schwachem Verkehr und geringer telephonischer Bedeutung und Entwicklung wird man von vornherein mit halbautomatischem Betrieb ausrüsten, wobei im Hauptamt der Netzgruppe die Bedienung der Teilnehmer mit halbautomatischem Betrieb erfolgt. Dabei wird man Teilnehmer mit kurzen Leitungen mit ZB-Stationen, Teilnehmer mit langen, schlecht zu pflegenden Leitungen mit OB-Stationen ausrüsten und

die Teilnehmeraggregate im Amt entsprechend schalten. In Zweifelsfällen empfiehlt sich das vollautomatische System, weil dieses den erstrebenswerten Endzustand verkörpert.

Gewöhnlich werden im Zentrum der Netzgruppe und in der Nähe derselben sich vollautomatische Ämter empfohlen, weil diese Ämter im allgemeinen starken Verkehr und große Teilnehmerdichte besitzen und auch eine gewisse Bedeutung und Entwicklungsfähigkeit haben, während nach der Peripherie zu der Verkehr, die Teilnehmerdichte und auch die Bedeutung und Entwicklungsfähigkeit der Ämter abnehmen, so daß für diese Gegend halbautomatische Ämter mehr und mehr an Wichtigkeit gewinnen.

In derartigen Netzgruppen sollten deshalb halb- und vollautomatische Ämter beliebig gemischt werden können, wobei sich der Verkehr für alle Teilnehmer mit halb- und vollautomatischem Betrieb über dasselbe Verbindungsleitungsnetz, also ohne Bündeltrennung abwickelt. Die Teilnehmer mit vollautomatischem Betrieb rufen alle Teilnehmer der ganzen Netzgruppe, auch die halbautomatischen direkt an, als wenn die ganze Gruppe vollautomatisch wäre. Die Teilnehmer mit halbautomatischem Betrieb erhalten Tag und Nacht ihre Verbindungen durch die im Hauptamt zentralisierten Beamtinnen.

Es soll nun ein solches Universalsystem in seinem grundsätzlichen Aufbau an Hand eines Planes beschrieben werden.

In Abb. 199 ist eine Netzgruppe mit Universalsystem für halb- und vollautomatischen Betrieb und beliebiger Verwendung von OB- und ZB-Stationen bei den Teilnehmern in grundsätzlicher Darstellung gezeigt. Die Netzgruppe besteht aus dem Hauptamt, 4 Knotenämtern und 4 Unterämtern; sie kann in der dargestellten Weise beliebig vergrößert gedacht werden, ohne daß neue Aufgaben entstehen. Das Hauptamt und 2 Knotenämter haben vollautomatischen, 2 Knoten- und 4 Unterämter halbautomatischen Betrieb. Im Hauptamt sind die Plätze für die Bedienung der Teilnehmer mit halbautomatischem Betrieb und die Plätze des Endfernamtes für den Weitfernverkehr zu ersehen.

Die Erläuterung der gesamten Netzgruppe läßt sich am besten durch Beschreibung des Aufbaues der verschiedenartigsten Verbindungen durchführen.

Ein Teilnehmer des Hauptamtes wünscht einen Teilnehmer des Hauptamtes:

Der Teilnehmer nimmt sein Mikrotelephon ab. I. und II. VW stellen sich auf einen freien I. GW ein, der I. GW, II. GW und LW werden nacheinander in bekannter Weise durch die Wählpulse des Teilnehmers eingestellt, wodurch der gewünschte Teilnehmer erreicht wird. Die eigentliche Einstellung der Wähler, das Rufen, die spätere Auslösung usw. sind als bekannt vorauszusetzen.

Ein Teilnehmer eines vollautomatischen Knotenamtes wünscht einen Teilnehmer des Hauptamtes:

Der Teilnehmer nimmt sein Mikrotelefon ab. Die I. VW und der Umsteuerwähler des Knotenamtes stellen sich auf eine freie Verbindungsleitung zum Hauptamt ein, der Umsteuerwähler dieser Leitung im Hauptamt belegt einen freien I. GW. Der Teilnehmer stellt darauf durch Nummernwahl die I. GW, II. GW und LW nacheinander auf den gewünschten Teilnehmer ein.

Ein Teilnehmer eines vollautomatischen Knotenamtes wünscht einen Teilnehmer des eigenen Knotenamtes:

Der Teilnehmer nimmt ab; ein I. GW des Hauptamtes wird, wie vorher beschrieben, belegt. Der Teilnehmer wählt mit der ersten Ziffer die Nummer

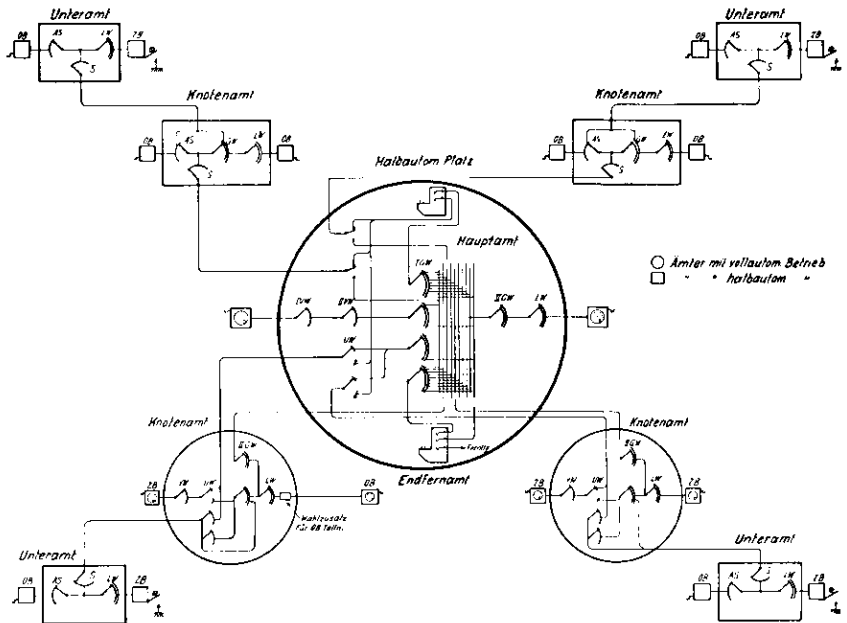


Abb. 199. Netzgruppe mit Universalsystem für halb- und vollautomatischen Betrieb und beliebiger Verwendung von OB- und ZB-Teilnehmerstationen.

des eigenen Knotenamtes, darauf steuert der Umsteuerwähler im Knotenamt um und belegt einen II. GW des eigenen Knotenamtes, der durch die weiteren Nummernstromstöße seitens des Teilnehmers eingestellt wird, ebenfalls der nachfolgende LW, bis zum gewünschten Teilnehmer. Die Umsteuervorgänge erfolgen in bekannter Weise ohne jede Verzögerung zwischen den Dekaden, die Verbindungsleitung zum Hauptamt wird nach der Umsteuerung sofort frei.

Ein Teilnehmer eines vollautomatischen Knotenamtes wünscht einen Teilnehmer eines anderen vollautomatischen Knotenamtes:

Der Teilnehmer nimmt ab, der I. GW im Hauptamt wird belegt, dieser wird durch Nummernstromstöße eingestellt, sucht eine freie Leitung zu dem gewünschten Knotenamt, dort wird der II. GW und dann der LW durch die Wählimpulse bis zum gewünschten Teilnehmer eingestellt.

Der Teilnehmer eines halbautomatischen Unteramtes wünscht über ein vollautomatisches Knotenamt eine Verbindung mit einem Teilnehmer des Hauptamtes:

Der Teilnehmer leitet seine Verbindung durch Kurbeln des Induktors oder durch Tastendruck ein. Der Ruf wird zunächst im eigenen Amt gespeichert und wenn die Verbindungsleitungen frei sind, zum Hauptamt durchgeschaltet. Es stellt sich der Anrufer (AS) auf den Teilnehmer im Unteramt ein. Ein Sucher der Verbindungsleitung zwischen Unteramt und Knotenamt belegt den AS; die Verbindungsleitung führt im Knotenamt zu einem kleinen Drehwähler, der eine freie Verbindungsleitung zum Hauptamt sucht, im Hauptamt steuert der der Verbindungsleitung zugeordnete Umsteuerwähler, infolge einer besonderen Beeinflussung zu den halbautomatischen Plätzen, worauf dort eine Anruflampe erscheint. Die Beamtin tritt in die Leitung ein, ruft den Teilnehmer an, hört seinen Wunsch, belegt einen I. GW des Hauptamtes und stellt durch gewöhnliche Nummernwahl I. GW, II. GW und LW auf den gewünschten Teilnehmer ein und schaltet die Verbindung durch. Die Auslösung erfolgt später durch Stöpselziehen.

Ein Teilnehmer eines halbautomatischen Unteramtes wünscht eine Verbindung mit einem Teilnehmer des vollautomatischen Knotenamtes, über das seine Verbindung geführt ist.

Der Teilnehmer leitet durch Kurbeln oder Tastendruck seine Verbindung ein; die Verbindung wird zu den halbautomatischen Plätzen in der vorher beschriebenen Weise durchgeschaltet. Die Beamtin meldet sich, erfährt die verlangte Nummer und stellt nun die Verbindung her, indem sie über die bereits belegte Verbindungsleitung und über einen kleinen, der Leitung im Knotenamt zugeordneten Drehwähler, einen II. GW belegt und diesen und den nachfolgenden LW durch Wählimpulse einstellt. Meldet sich der Teilnehmer, so löst die Beamtin durch Stöpselziehen die Verbindung bis zum Knotenamt aus. Die Sprechverbindung belegt dann nur die Verbindungsleitung zwischen Unteramt und Knotenamt. Auslösung ist abhängig vom Teilnehmer des halbautomatischen Amtes, aber automatische Trennung nach 6 min, um unabhängig von der Schlußzeichengabe zu sein.

Ein Teilnehmer eines Unteramtes verlangt einen Teilnehmer des eigenen Unteramtes:

Der Teilnehmer leitet seine Verbindung ein. Der Anruf wird, wenn die Leitungen frei sind, in der beschriebenen Weise bis zum Beamtinnenplatz durchgeschaltet. Die Beamtin ruft den Teilnehmer an, erfährt sein Verlangen und stellt über die bereits belegte Verbindungsleitung zunächst im Knotenamt über einen kleinen Drehwähler den GW ein. Durch diese Einstellung wird im Unteramt der dem AS zugehörige LW freigegeben, der durch die weitere Nummernwahl auf den gewünschten Teilnehmer eingestellt wird. Meldet sich dieser, so löst die Beamtin durch Stöpselziehen die Verbindung vom Hauptamt bis zum Unteramt über das Knotenamt aus und gibt die Verbindungsleitung frei. Das Gespräch findet nun rein lokal statt. Auslösung

abhängig vom Rufenden. Um unabhängig von der Schlußzeichengabe zu sein, wird das Gespräch nach 6 min automatisch ausgelöst.

Verbindungen eines Unteramtsteilnehmers, der über ein halbautomatisches Knotenamt mit dem Hauptamt in Verbindung steht, vollziehen sich in ähnlicher Weise.

Ein Unteramtsteilnehmer verlangt eine Verbindung zu einem Teilnehmer des halbautomatischen Knotenamtes, über das seine Verbindungen verlaufen:

Er meldet seine Verbindung an, der AS des eigenen Amtes stellt sich ein, der Leitungssucher stellt sich auf den AS ein. Ein AS des Knotenamtes stellt sich auf die Verbindungsleitung vom Unteramt ein, der Verbindungsleitungssucher der zum Hauptamt führenden Leitung stellt sich auf den AS des Knotenamtes ein, die Lampe erscheint am halbautomatischen Platz. Die Beamtin tritt ein, ruft den Teilnehmer an, erfährt seinen Wunsch und stellt über dieselbe Verbindungsleitung den GW des Knotenamtes und den LW durch Nummernwahl ein. Wenn sich der gerufene Teilnehmer meldet, löst sie die Verbindung bis zum Knotenamt aus. Die Verbindung beansprucht nur die Leitung zwischen Unteramt und Knotenamt. Auslösung abhängig vom Rufenden oder automatisch nach 6 min.

Ein Unteramtsteilnehmer wünscht einen Unteramtsteilnehmer des gleichen Unteramtes über ein halbautomatisches Knotenamt:

Der Teilnehmer meldet seine Verbindung an. Die Verbindung wird bis zur Beamtin in der beschriebenen Weise durchgeschaltet. Die Beamtin ruft den Teilnehmer an, erfährt seinen Wunsch und stellt durch Nummernwahl über die belegten Verbindungsleitungen die Verbindung in folgender Weise her: Zunächst wird der GW des Knotenamtes eingestellt, was für das Knotenamt keine Bedeutung hat, aber es wird dadurch der LW im Unteramt für den Empfang der nächsten Impulsserien vorbereitet. Dieser LW wird nun durch die Beamtin auf den verlangten Teilnehmer eingestellt. Meldet sich der Gerufene, so löst die Beamtin alle Verbindungsleitungen aus, die Verbindung besteht rein lokal. Auslösung abhängig vom Rufenden oder automatisch nach 6 min.

Die vollautomatischen Teilnehmer der Netzgruppe rufen nicht nur die vollautomatischen, sondern auch die halbautomatischen Teilnehmer ohne Hilfe der Beamtin direkt durch gewöhnliche Nummernwahl an. Für sie ist die ganze Netzgruppe gewissermaßen vollautomatisiert.

Ein Teilnehmer des Hauptamtes wünscht einen Teilnehmer eines Unteramtes:

Der Teilnehmer nimmt sein Mikrotelephon ab, belegt über I. und II. VW den GW. Dieser wird eingestellt und sucht eine freie Verbindung zum Knotenamt, belegt dort einen II. GW, der II. GW wird eingestellt und belegt eine freie Verbindung zum Unteramt, dort über einen Mischwähler den LW, worauf der LW bis zum gewünschten Teilnehmer eingestellt wird. Auslösung in diesen Fällen nur abhängig vom Rufenden.

Der Fernplatz, wo die Fernverbindungen angemeldet und hergestellt werden, wird von allen vollautomatischen Teilnehmern durch Einstellung des I. GW direkt erreicht. Die halbautomatischen Teilnehmer rufen für Fernverbindungen in bekannter Weise den halbautomatischen Platz an; dort wird ein Gesprächszettel ausgeschrieben, der den Fernplätzen übergeben wird. Die Fernplätze stellen die Fernverbindungen zu allen Teilnehmern über die Wähler der Anlage in der beschriebenen Weise durch Nummernwahl her.

Für die Zählung der Gespräche aller Teilnehmer mit vollautomatischem Betrieb werden, wenn bei ausgedehnten Anlagen Mehrfachzählung gefordert wird, Zeitzonenzähler in die Verbindungsleitungen eingeschaltet, die die Gebühr, abhängig von der Entfernung und der Gesprächszeit, als Mehrfachzählung auf den Teilnehmerzähler übertragen. Die Zeitzonenzähler sind als solche bekannt und in Abb. 199 nicht eingetragen.

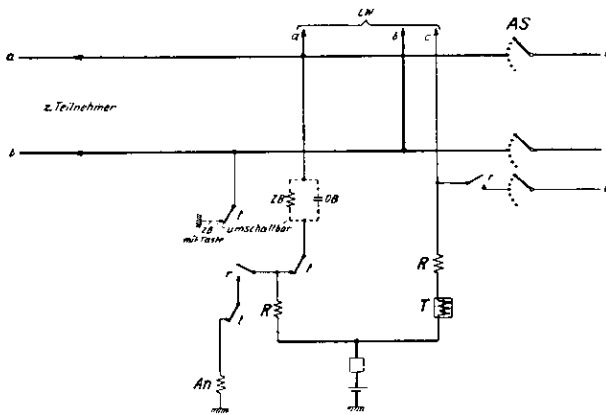


Abb. 200. Umschaltung am Teilnehmeraggregat für OB- und ZB-Stationen.

Die Zählung der Gespräche aller Teilnehmer mit halbautomatischem Betrieb liegt in der Hand der Beamtin; entweder werden Gesprächszettel verwendet oder die Beamtin überträgt die Gebühr durch Mehrfachzählung auf den Teilnehmerzähler.

In wie einfacher Weise die Umschaltung von OB- auf ZB-Stationen im halbautomatischen System möglich ist, läßt Abb. 200 erkennen. Für OB-Stationen ist in die Zuführung vom Anrufrelais R zur a -Leitung ein Kondensator eingeschaltet. Für ZB-Stationen mit Anruf durch Abnehmen des Mikrotelephons wird der Kondensator durch einen Widerstand ersetzt. Für ZB-Stationen mit Anruf durch Erdtaste wird außerdem die Erdverbindung an der b -Leitung entfernt. In allen drei Fällen bindet sich das R -Relais beim Anruf so lange, bis der Anrufsucher AS den Anruf aufgenommen und weitergeleitet hat.

Mit diesem einfachen, leicht an alle Betriebsfälle anpassungsfähigen Universalsystem sind alle Aufgaben in der technisch besten und wirtschaft-

lichsten Weise einwandfrei zu lösen. Das System ist mit großen Sicherheiten ausgestattet, ist daher nicht störungsanfällig, hat z. B. an allen Stellen Doppelkontakte, die die den Betrieb recht hemmenden Kontaktstörungen auf $\frac{1}{40}$ herabsetzen, so daß die kleinen Ämter in den Landanlagen mit der geringsten Pflege auskommen. Solche Ämter können monatelang ohne Wartung arbeiten, wie die Praxis gezeigt hat. Das beschriebene Universalsystem umfaßt demnach alle Betriebsfälle, von den einfachsten bis zu den vollkommensten Anlagen und läßt eine zwanglose Entwicklung von den einfachsten bis zu den vollkommensten zu. Die am Anfang der Arbeit aufgestellten Hauptforderungen werden damit von diesem System voll und ganz erfüllt.

5. Wirtschaftlicher Aufbau ländlicher Fernsprechämter.

Landämter sind größtenteils unwirtschaftlich. Beim Aufbau muß daher nach Möglichkeit gespart werden. Folgende Punkte sind dabei zu beachten:

1. Wahl des zweckmäßigsten Systems.
2. Große Betriebssicherheit, Verwendung von Doppelkontakten.
3. Einfache Kraftanlage mit automatischer Steuerung der Batterieladung.
4. Vereinfachte Zonenerfassung bei automatischem Vorortverkehr.
5. Fernüberwachung, zweckmäßige Signale.
6. Einfache Pflege und Prüfung.
7. Selbstabschaltung fehlerhafter Leitungen.
8. Richtige Anpassung der Verkehrsmittel.

Zu diesen Punkten ist folgendes zu sagen:

Zu 1: Als zweckmäßigste Systeme für Landzentralen haben sich bisher die Systeme mit Einzelantrieb erwiesen, weil ihre Einfachheit, Verständlichkeit, Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit von keinem anderen System bisher erreicht worden ist. Daher sind praktisch auch bisher nur diese Systeme in Landanlagen verwendet worden, die allein die Erfüllung aller erforderlichen Bedingungen mit den einfachsten Mitteln bei den verschiedensten Betriebsmethoden erwiesen haben.

Zu 2: Die Betriebssicherheit in Landanlagen muß besonders groß sein, weil die Ämter ohne Überwachung arbeiten sollen. Natürlich darf durch die verlangte große Sicherheit die Wirtschaftlichkeit nicht verschlechtert werden. Es läßt sich aber in vielen Fällen die Sicherheit auch ohne Verschlechterung der Wirtschaftlichkeit steigern, z. B. durch Verwendung von Doppelkontakten an allen Stellen, durch die die Kontaktstörungen erheblich herabgesetzt werden, praktisch ohne besondere Erhöhung der Anlagekosten. Große Sicherheiten in den Kraftmagneten und Relais beeinflussen die Kosten der Kraftanlage und die Energiekosten bei weitem nicht in dem Maße, wie z. B. die Antriebsmotore der Maschinensysteme. Trotzdem soll der Stromverbrauch der Anlage so klein wie nur irgend möglich gemacht werden, damit nicht die Kraftanlage mit der Batterie und Ladeeinrichtung unnötig vergrößert wird.

Zu 3: Bei der Bemessung der Kraftanlage, also der Batterie, Ladeeinrichtung und Schalttafel muß vorsichtig und sparsam vorgegangen werden.

Auch die Art der Überwachung und Bedienung der Kraftanlage ist wichtig. Zwei Batterien z. B., mit Ladeeinrichtungen und Fernsteuerungsmöglichkeit, mit großen Reserven verteuern die Anlage derart, daß unter Umständen die Kraftanlage teurer wird als die ganzen automatischen Einrichtungen. Es stehen sich hier Sicherheit und Wirtschaftlichkeit feindlich gegenüber. Je größer die Sicherheit, desto kleiner die Wirtschaftlichkeit und umgekehrt. Hier muß mit großer Sorgfalt vorgegangen werden, um bei größter Sparsamkeit trotzdem ausreichende Sicherheit zu erzielen. Es fragt sich, welche Reserven beim Ausbleiben des Netzstromes oder Fernladestromes sollen in der Batterie noch vorhanden sein. Die Beantwortung dieser Frage hängt ab von der Zeitdauer, während welcher das Netz überhaupt ausbleiben kann. Wenn das Netz nur Minuten ausbleibt, so sind natürlich nicht so große Reserven erforderlich, als wenn es stundenlang ausbleiben kann. Die Reserve in der Batterie braucht praktisch nur diese Zeit zu überbrücken. Man wird natürlich mit einer gewissen Sicherheit rechnen, ohne dieselbe unnötig groß werden zu lassen. Tagelange Sicherheiten sind unwirtschaftlich, denn sie vergrößern nicht nur die Batterie, sondern auch die Ladeeinrichtung. Am zweckmäßigsten ist, das hat sich überall gezeigt, eine einzige kleine Batterie mit ausreichender Reserve, die in Pufferschaltung geladen wird. Die Ladung kann als Fernladung vom Hauptamt über die vorhandenen Verbindungsleitungen, wenn diese nicht für Gespräche gebraucht werden, oder als Lokalladung, dauernd, während der Nacht oder während des Betriebes mit einfachen Einrichtungen erfolgen. Diese Möglichkeiten, von denen die Dauerladung die einfachste ist, stehen sämtlich zur Verfügung und können verwendet werden, ohne den Betrieb besonders zu belasten. Wenn keine Dauerladung vorgesehen ist, so erfolgt zweckmäßig die Ein- und Ausschaltung der Ladung automatisch, abhängig vom Ladezustand der Batterie. Als Mittel für die Steuerung können Relais, Kontaktvoltmeter oder Amperestundenzähler verwendet werden. Um gröbere Einstellung dieser Mittel, also größere Sicherheit zu erreichen, finden zweckmäßig gewisse Hilfsmittel, Eisenwiderstände, Verwendung. Natürlich kann die Ladung auch durch Fernsteuerung vom Hauptamt aus beherrscht werden, wozu dann aber wieder Personal benötigt wird.

Die Verwendung von Zellenschaltern und Gegenzellen zum Regulieren der Batteriespannung sollte wegen der erheblichen Komplikationen und Verteuerung der Anlagen und der Bedienung vermieden werden. Viel wirtschaftlicher ist es, gewisse Spannungsschwankungen zuzulassen und den Ladezustand der Batterie in diesen Grenzen automatisch zu kontrollieren. Je größer die zulässigen Spannungsschwankungen sein können, desto einfacher der Betrieb, desto besser die Unterhaltung der Batterie.

Schalttafeln sind bei solch kleinen Ämtern nicht erforderlich.

Zu 4: Für die Erfassung der Zone beim automatischen Vorortverkehr, wenn sie in großen Netzgruppen, bei denen das Amt mit 3 Ziffern zu wählen ist, genau nach der Luftlinienentfernung bestimmt werden soll, sind erhebliche Mittel in den Landämtern aufzuwenden. Hat eine Netzgruppe n Ämter,

so gibt es innerhalb derselben $n \cdot \frac{(n-1)}{2}$ verschiedene Entfernungen. In jedem Amt müssen $n - 1$ Entfernungen erfaßt werden und mindestens ebenso-viele Kontakte muß der Zonenschalter haben. Um aber frei in der Numerierung der Ämter zu sein, müssen bedeutend mehr Kontakte am Zonenschalter vorgesehen werden. Man kommt daher mit einem einfachen Drehwähler als Zonenschalter nicht mehr aus, sondern man muß außer diesem noch andere Wähler, evtl. Hebdrehwähler mit zu Hilfe nehmen. Der Zonenschalter ist im allgemeinen mit dem Mitlaufwerk vereinigt, das die Freischaltung der Verbindungsleitung bei Lokalverbindungen veranlaßt. Für diesen Mitläufer, der nur die eigene Amtsnummer kontrolliert, genügt ein ganz kleiner einfacher Drehwähler, der auch für eine 3stellige Amtsrufnummer vollkommen ausreicht. Dieser Schalter würde auch als Zonenschalter ohne weiteres genügen, wenn man auf die genaue Erfassung der Luftlinienentfernung verzichtet und die ganze Netzgruppe in gewisse Gruppen von zusammenliegenden Ämtern, sog. Zonengruppen, einteilt, wie früher bei Abb. 121 schon behandelt.

Gegen die Einführung der vereinfachten Zonenerfassung wird mitunter eingewendet, daß gezogene Grenzen immer Härten mit sich bringen; das ist richtig, aber ganz allgemein sind in der ganzen Welt bei den verschiedensten Unternehmungen aus Gründen der Einfachheit derartige Grenzen längst eingeführt, ohne daß besonderer Anstoß daran genommen wird. Z. B. ein Gespräch von Berlin-Frohnau nach Berlin-Lichtenrade auf 30 km Entfernung kostet nur 10 Pf., während ein Gespräch von Berlin-Frohnau nach Hohen-neuendorf auf 5 km Entfernung 30 Pf. kostet. Diese Beobachtungen können überall an den verschiedensten telephonischen Anlagen des In- und Auslandes gemacht werden. Aber auch andere Nachrichtenmittel verwenden derartige Vereinfachungen, denn z. B. ein Brief von Aachen nach Insterburg über 1140 km Entfernung kostet 15 Pf., während ein Brief von Aachen nach Maas-tricht über 30 km Entfernung 25 Pf. kostet. Auch bei den Verkehrsmitteln können ähnliche Maßnahmen gefunden werden. Eine Fahrt z. B. von Tegel nach Mariendorf auf 20 km Entfernung kostet 25 Pf., eine Fahrt von Tegel nach Glienicke auf 5 km Entfernung kostet 30 Pf. Wenn überall von derartigen Vereinfachungen der Methoden Gebrauch gemacht wird, so wird es zweck-mäßig sein, aus Gründen der Wirtschaftlichkeit auch in den Netzgruppen derartige Vereinfachungen einzuführen, zumal solche großen Unterschiede wie besprochen, gar nicht vorkommen können. Im allgemeinen wird in den Netz-gruppen bei dieser Methode niemand geschädigt, weil sich im Durchschnitt die Plus- und Minuswerte sowohl für die Teilnehmer als auch für die Verwal-tung aufheben werden. Tarif und Technik sind nun einmal aufeinander an-gewiesen und müssen aufeinander Rücksicht nehmen, wenn das Günstigste er-reicht werden soll. Wird der Tarif ohne Rücksicht auf die Technik aufgestellt, so wird die Technik teuer und evtl. sogar der Betrieb recht unwirtschaftlich. Da bei Landanlagen ganz allgemein die Wirtschaftlichkeit sehr in Frage gestellt ist, so müssen unter allen Umständen alle nur denkbaren Vereinfachungsmöglich-keiten zur wirtschaftlichen Ausgestaltung des Betriebes herangezogen werden.

Zu 5: Zur einfachen Überwachung selbsttätiger Anlagen sind bekanntlich Signale vorgesehen, die Unregelmäßigkeiten anzeigen. Diese Signale haben in Landzentralen, wo kein Personal vorhanden ist, zunächst keine Bedeutung. Sie brauchen nur bei Kontrollen einschaltbar zu sein, und aus wenigen Signalen zu bestehen, weil eine kleine Anlage sich leicht übersehen läßt. Zur Überwachung im Hauptamt ist es zweckmäßig, zwei allgemeine Signale zu übertragen, von denen das eine angibt, es ist eine Unregelmäßigkeit in der Zentrale vorhanden, die aber gelegentlich beseitigt werden kann und das andere Signal, es liegt eine ernste Störung vor, die bald zu beseitigen ist. Diese Signale werden zweckmäßig über die vorhandenen Verbindungsleitungen übertragen, wenn diese nicht für Gespräche in Anspruch genommen sind. Auch die Messung der Batteriespannung der Landzentralen läßt sich im Hauptamt über die vorhandenen Verbindungsleitungen in einfacher Weise ermöglichen. Im zentralen Hauptamt lassen sich daher alle angeschlossenen Landzentralen durch Signale kontrollieren und die Batterien überwachen.

Auch die Summersignale, die der Teilnehmer hört, lassen sich vereinfachen. Allgemein werden in der Automatik zwei verschieden hohe Summertöne für die Signale, Amts-, Besetzt- und Freizeichen benutzt. Nur die wenigsten Teilnehmer sind in der Lage, Tonhöhen voneinander unterscheiden zu können, besonders dann nicht, wenn sie keine Vergleichstonhöhe zur Verfügung haben. Die verschiedenen Signale, Amts-, Besetzt- und Freizeichen werden ausschließlich durch den Rhythmus und nicht durch die Tonhöhe erkannt; es hat daher praktisch keinen Wert, verschiedene Tonhöhen in den kleinen Zentralen zu verwenden, die nur die Anlage verteuern und Schwierigkeiten im Betrieb verursachen können. Eine Summertönhöhe für die verschiedenen Zeichen aber mit einem charakteristischen Rhythmus reicht vollkommen aus.

Zu 6: Nur die einfachste Pflege und Prüfung der Landzentralen darf notwendig sein. Eine Landzentrale muß an die Pflege die bescheidensten Ansprüche stellen, ohne daß natürlich dadurch die Betriebsgüte verschlechtert wird. Es ist wirtschaftlich vollkommen unmöglich, in kurzen Zwischenzeiten die vielen verstreuten, mitunter weit entfernten Ämter zur Pflege zu besuchen. Es ist durchaus zulässig, bei guter Fernüberwachung regelmäßige Kontrollen nur in großen Zeiträumen vorzunehmen, Landzentralen müssen monatelang einwandfrei arbeiten, ohne daß die Amträume betreten werden. Solche Zentralen¹⁾, die nur alle 3 Monate kontrolliert werden, haben sich in der Praxis absolut bewährt. Das wird sich allerdings nur bei einfachen und betriebssicheren Systemen erreichen lassen, die jahrzehntelang erprobt und in denen alle gesammelten Erfahrungen berücksichtigt worden sind. Die Pflege und direkte Prüfung der Einrichtungen wird nur bei den seltenen Kontrollen vorgenommen; die Prüfung der wichtigsten Apparate und Verbindungsleitungen kann von der Hauptzentrale aus in gewissen, sich aus der Praxis ergebenden Zeiträumen erfolgen.

¹⁾ Andina, „L'exploitation d'une centrale automatique du système pas à pas“, Techn. Mitteilungen d. Schweizer. Tel.- u. Tel.-Verwaltung, Jahrg. 27, Heft 2.

Zu 7: Eine Selbstabschaltung fehlerhafter Leitungen vom Amt ist bei unüberwachten Landzentralen mitunter empfehlenswert, um die aus den bekannten wirtschaftlichen Gründen niedrig bemessene Leitungs- und Wählerzahl gegen Fehler der Leitungen oder der Teilnehmer zu schützen. Hat eine Leitung Nebenschluß, oder wählt ein Teilnehmer nach Abnehmen des Hörers nicht, so kann nach einer gewissen Zeit der Anschluß vom Amt automatisch abgeschaltet und die belegten Amtsorgane freigegeben werden. Nach Beseitigung der Störungsursache wird selbsttätig der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt und der Anschluß auf das Amt zurückgeschaltet. Diese Einrichtung muß sehr einfach und billig sein, damit der erzielte Vorteil nicht durch erhöhten Preis wieder ausgeglichen wird.

Zu 8: Man ist im allgemeinen leicht geneigt, bei unüberwachten Unterämtern größere Reserven als gewöhnlich zu fordern, und mit großen Sicherheiten in der Ausrüstung der Landämter zu rechnen. Damit kommt man aber zu unnötig großen und teuren Ämtern, die im Widerspruch zu der Wirtschaftlichkeit stehen. Dem schwachen Verkehr angepaßte, geringe Wähler- und Leitungszahlen müssen unter allen Umständen ausreichen. Bei der Berechnung derselben können der Rechnung größere Verluste als gewöhnlich zugrunde gelegt werden. Verluste von 1 bis 5% sind vollkommen zulässig, ohne daß die Teilnehmer, die im allgemeinen keinen größeren Geschäftsbetrieb besitzen, dies als ungenügend empfinden werden. Das läßt sich mit dem geringen Verkehr und besonders mit den geringen Einnahmen leicht begründen. Die Reserven sollen demnach verhältnismäßig klein sein, ohne natürlich die einfache Erweiterungsmöglichkeit in irgendeiner Weise einzuschränken.

Landämter müssen, nachdem das zweckmäßigste Netz entworfen und das beste System ermittelt worden ist, sorgfältig und sparsam, unter besonderer Berücksichtigung der angegebenen und besprochenen 8 Punkte, aufgebaut werden. Alle die zu einem guten und wirtschaftlichen Betrieb erforderlichen automatischen Zusatzeinrichtungen, automatische Kraftanlage, Fernsignalisierung, Selbstabschaltung usw., sollen so einfach und billig sein, daß die Kapitalkosten nicht besonders beeinflußt werden, damit sich nicht die durch die Automatisierung gewonnenen Personalunkosten durch die neu hinzukommenden Kapitalunkosten wieder ausgleichen.

Wenn nun im Netz, System und in den Ämtern alles getan ist, um einen billigen Betrieb zu erzielen, so lassen sich auch bei der Verwaltung der Anlage Ersparnisse erzielen. Wenn z. B. die Verrechnung der Gespräche alle Monate erfolgt, so wird für die Gesprächszählerablesung besonderes Personal benötigt, das auch die Landzentralen besuchen muß. Es können Ersparnisse gemacht werden, wenn die Zählerablesung und die eigentliche Verrechnung nur vierteljährlich erfolgt, dem Teilnehmer aber monatlich eine bestimmte Summe abverlangt wird, die sich im Mittel aus seinen letzten Zahlungen ergibt.

Zur Unterbringung der Landämter genügen anspruchslose, bescheidene Räume, ohne besondere Forderungen für gutes Tageslicht, Heizung oder

Lüftung. Die Räume sollen nur nicht einer übermäßigen Verstaubung ausgesetzt sein und soll der Taupunkt nicht erreicht werden. Besteht diese Gefahr, so ist eine gewisse, zweckmäßig elektrische Heizung vorzusehen. Da aber die gesamte Raumheizung sehr teuer sein würde, so wird nur die Umgebung der Landzentralengestelle durch wenige Glühlampen, die unterhalb der Gestelle angebracht sind, etwas erwärmt und die Gestelle selbst mit einem Kasten oder Schrank umkleidet. Der zu erwärmende Raum wird also so klein wie möglich gemacht. Die Temperatursteigerung in dem Schrank braucht nur wenige Grade zu betragen, wodurch die Gefahr eines Feuchtigkeitsniederschlages auf die Kabel und Apparate vermieden wird. Die elektrische Heizung braucht nicht ständig eingeschaltet zu sein, sondern nur, wenn die Gefahr eines Niederschlages besteht, sie ist also automatisch zu steuern. Das Kriterium hierfür ist nicht die Temperatur, sondern die relative Feuchtigkeit. Die Heizung muß daher durch ein Kontakthygrometer, das im Schrank angebracht ist und bei etwa 80% relativer Feuchtigkeit seinen Kontakt schließt, eingeschaltet werden. Die Schränke mit der Heizung sind so zu schaffen, daß mit der geringsten Energie die Aufgabe gelöst wird. Ist ein Gleichrichter zur Ladung der Batterie vorhanden, so wird dieser zweckmäßig im Schrank am Boden aufgestellt, um jede Kalorie für die Schrankheizung nutzbar zu machen.

Werden die Landämter in der angegebenen Weise sorgsam gebaut, der Betrieb und die Verwaltung sparsam durchgeführt, so ergeben sich erhebliche Verbilligungen, die die Unkosten der Einrichtungen und des Personals herabsetzen und damit die Wirtschaftlichkeit bedeutend steigern.

6. Fernwahl.

In welcher Weise und mit welchen Mitteln die Wahl über Fernleitungen ausgeführt wird, soll nun gezeigt werden. Zur Fernwahl gehört auch die Signalgabe, denn es sind nicht nur Wählimpulse, sondern auch Signalimpulse über die Leitung zu übertragen. Man muß demnach Wahl- und Signalimpulse gleichzeitig betrachten. Wahl- und Signalströme sind auf derselben Leitung aus wirtschaftlichen Gründen stets gleichartig, aber verschieden für die verschiedenen Arten von Fernleitungen. Es gibt gemäß Abb. 20r vier verschiedene Arten der Fernwahl:

1. Gleichstromwahl und Signale über:
 - a) nicht abgeriegelte Leitungen ohne Verstärker,
 - b) abgeriegelte Leitungen ohne Verstärker.
2. Wechselstromwahl und Signale über abgeriegelte Leitungen ohne oder mit einem Verstärker, der für die Wahl umgangen werden muß.
3. Induktive Wahl und Signale über abgeriegelte Leitungen ohne oder mit einem Verstärker, der zu umgehen ist.
4. Tonfrequenzwahl und Signale über Leitungen ohne und mit einer beliebigen Anzahl von Verstärkern in Zwei- und Vierdrahtschaltung und über Hochfrequenzkanäle sowie über drahtlose Verbindungen.

Die Gleichstromwahl und die Signalabgabe über eine nicht abgeriegelte Leitung ohne Verstärker 1a ist die einfachste. Sie erfordert keinerlei Umformung, weil sie der Wahl- und Signalabgabe der Ortsämter genau entspricht. Sie ist aber nur für kurze, nicht beeinflusste Fernleitungen geeignet. Sämtliche anderen Impuls- und Signalgaben von 1 b bis 4 unterscheiden sich aber grundsätzlich von dieser ersten Art, weil eine Umformung der Impulse und Signale und Anpassung derselben an die betreffende Fernleitung erfolgen muß. Zu

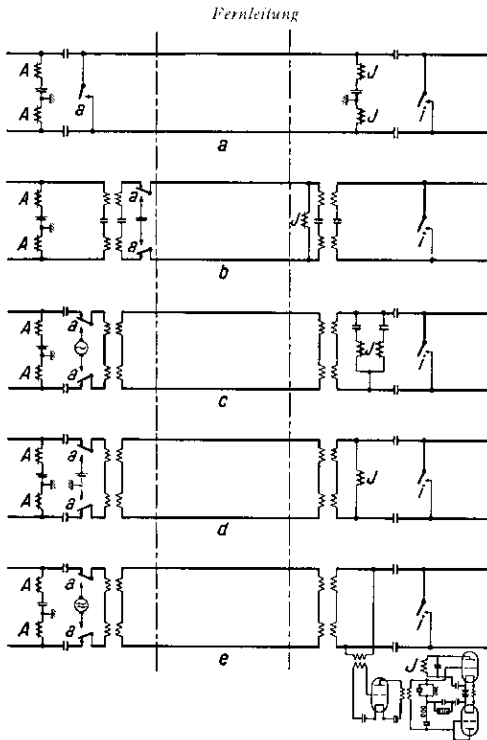


Abb. 201. Die verschiedenen Arten der Fernwahl.

- a = Gleichstrom-Impulsabgabe über kurze Fernleitungen,
- b = Gleichstrom-Impulsabgabe über lange Fernleitungen,
- c = Wechselstrom-Impulsabgabe,
- d = Induktive Impulsabgabe,
- e = Tonfrequenz-Impulsabgabe.

Bedingung ist, daß alle Impulse unverzerrt übertragen werden. Dazu gehört ein gut arbeitendes Wechselstromrelais mit zwei magnetischen Kreisen, in denen der Kraftfluß um 90° verschoben ist, damit der gemeinsame Anker nicht auf jede Periode, sondern nur auf einen Zug von Perioden, den Impulsen, reagiert.

Es gibt zwei Methoden, phasenverschobene Felder im Wechselstromrelais zu erzielen. Einmal, indem man die Polfläche teilt und über einen Teil ein Kupferrohr aufbringt, das ein nachteilendes Feld verursacht, und zum anderen, in Abb. 79g schon gezeigt, zwei getrennte magnetische Kreise

diesem Zwecke befindet sich am Anfang der Fernleitung ein Relaisübertrager, der die normalen Gleichstrom-Wahl- und Signalimpulse in die der Fernleitung angepaßten Stromimpulse umformt, und am Ende der Fernleitung ein ähnlicher Relaisübertrager, der die einlaufenden Stromimpulse wieder in die Gleichstrom-Wahl- und Signalimpulse zurückformt.

Bei der abgeriegelten Gleichstromwahl werden die Gleichstromimpulse entsprechend der Art des Signals durch Relaisübertrager umgeformt und auf die Leitung als Gleichstromimpulse übertragen und am Ende durch einen Relaisübertrager wieder in die alte Form zurückgeformt.

Bei der Wechselstromwahl überträgt der Relaisübertrager in derselben Art wie vorher Wechselstromimpulse, die an der Empfangsseite durch entsprechende Relais empfangen und wieder zurückgeformt werden.

mit Spulen, die aber einen gemeinsamen Anker besitzen. Durch Vorschaltung von Kondensatoren können in den Spulen phasenverschobene Felder von 90° erzielt werden. In beiden Fällen arbeitet bei richtiger Anpassung der Anker beim Stromdurchgang ruhig, ohne zu vibrieren.

Da die Wechselstromrelais in Brücke zu der Sprechleitung liegen, so soll die Dämpfung der Sprechströme dadurch natürlich so klein wie möglich sein, d. h. der Scheinwiderstand der Relais für die Sprechfrequenzen muß möglichst groß sein. Für die Signalgabe mit Wechselstrom ist aber ein verhältnismäßig kleiner Scheinwiderstand erwünscht, damit genügend Energie zur Erregung der Relais über die Leitung fließen kann und nicht die Wechselstromspannung zu groß wird. Hier sind Kompromisse zu machen.

Es fragt sich, welche Frequenz wird zweckmäßig gewählt? ¹⁾ Eine niedrige Periodenzahl begünstigt eine Verzerrung der Impulse, weil diese ungünstig in die Phase, z. B. in oder kurz vor dem Nullpunkt einfallen können und dann das Wechselstromrelais erst nach einer gewissen Zeit, die abhängig von der Frequenz ist, in welcher der Strom genügend angestiegen ist, ansprechen kann. Andererseits nimmt mit zunehmender Periodenzahl die Sicherheit des Wechselstromrelais ab, weil der Scheinwiderstand des Relais sehr groß und dann der Erregerstrom des Relais zu klein wird. Einer beliebigen Steigerung der Wechselstromspannung steht die Grenze in der zulässigen Spannungsbelastung bei den Kabeln und Amtsteilen gegenüber. Aus diesem Grunde nimmt man eine mittlere Frequenz, den bekannten 50periodigen Wechselstrom, den man dem Starkstromnetz über einen Transformator ohne weiteres entnehmen kann. Abb. 201c läßt die Schaltung bei Wechselstromwahl erkennen.

Eine weitere Methode, über abgeriegelte Leitungen zu telegraphieren und zu telephonieren, ist die Methode der induktiven Impulsübertragung nach Abb. 201d. Bei der Impuls- oder Signalgabe wird die primäre Seite des Übertragers an Batterie gelegt, wodurch ein Induktions-Schließungsstrom erzeugt wird und über die Leitung fließt, durch den auf der Empfangsseite ein Relais erregt wird. Das Relais kann polarisiert sein oder eine Haltewicklung zur Aufrechterhaltung der Erregung haben. Ist der Stromstoß beendet, so hört der Gleichstromfluß über den Transformator auf, ein Induktions-Öffnungsstrom von entgegengesetzter Richtung wird erzeugt und fließt durch die Leitung, der das Relais aberregt. In dieser Weise läßt sich allein durch induktive Stromstöße die Übertragung aller Vorgänge erreichen.

Soll die Impuls- und Signalübertragung über lange Fernleitungen erfolgen, in denen eine Reihe von Verstärkern eingeschaltet ist, so müßten bei den bisher beschriebenen Signalarten mit Wechselstrom-, induktiven und Gleichstromstößen die Impulse in jedem Verstärker besonders übertragen werden. Das wäre unbequem und erforderte außerdem in jedem Verstärker unter Umständen eine besondere Impulskorrektur. Einfacher wird die Übertragung in diesen Fällen, wenn die Impulsgebung mit Tonfrequenzwechsel-

¹⁾ Hebel, „Selbstanschlußtechnik“, Verlag Oldenbourg, München.

strömen erfolgt, die durch jeden Verstärker ungehindert hindurchfließen und sogar verstärkt werden. Am Anfang der Leitung tritt an Stelle der technischen Wechselstromquelle eine Tonfrequenzquelle, am Ende der Leitung eine Siebkette, die die Telegraphierfrequenz aussiebt, ein Gleichrichter, der den Wechselstrom gleichrichtet, und ein Impulsrelais, das durch den Gleichstrom beeinflusst wird.

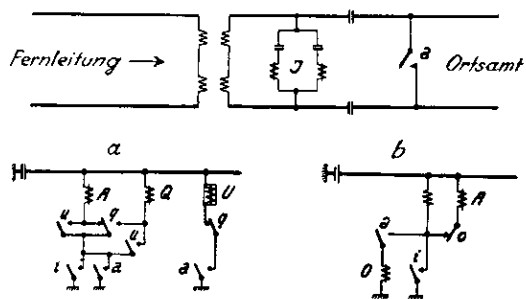


Abb. 202.
Stromstoß-Entzerrungen.

Die Mittel sind ähnlich wie bei der Tonfrequenztelegraphie, doch treten hier neue Schwierigkeiten hinzu, weil die Sprechströme der Telephonie bekanntlich alle Frequenzen umfassen, und auch natürlich die Frequenz, mit der telegraphiert wird. Es besteht daher die Gefahr, daß Signale beim Sprechen, wenn die Signalfrequenz in den Sprechräumen enthalten ist, ausgelöst werden, was unter allen Umständen vermieden werden muß. Da die Sprache aus einer großen Zahl verschiedener Frequenzen besteht, so kann man die Beeinflussung der Signalgabe durch die Sprache durch eine Kontrolle verhindern, durch die ermittelt wird, ob weitere Frequenzen als die reine Signalfrequenz in dem ankommenden Ton enthalten sind. In diesen Fällen wird die Einwirkung der Frequenzen auf die Signalgabe durch Verlagerung der Gittervorspannung unterbunden. Signale können daher nur durch reinen sinusförmigen Strom, der keine Oberschwingungen enthält, gegeben werden. Der Schutz der Impulse und Signale vor Beeinflussung durch Sprache läßt sich auch auf andere Weise als angegeben erreichen, wie noch gezeigt werden wird. Abb. 201c zeigt eine Schaltung mit Tonfrequenzwahl.

Bei der Verwendung von Wechselstrom für die Impulsgabe tritt unter Umständen eine gewisse Impulsverzerrung ein, je nachdem, in welcher Phase des Wechselstromes die Impulskontakte geschlossen werden und mit welcher Stromstärke das Relais erregt wird. Es gibt demnach eine Verzerrung durch die Phase und eine durch Strom. Da man mit 50periodischem Wechselstrom arbeitet und ein Impuls etwa $\frac{3}{50}$ s dauert, so kommen 3 Perioden auf einen Impuls, so daß schon eine gewisse Verzerrung durch Phase möglich sein kann. Man verwendet deshalb eine sog. Impulskorrektur, von der es mehrere Arten gibt. Bei der einen Art wird jeder Impuls korrigiert, und zwar stets auf eine ganz bestimmte Länge, bei der anderen wird nur der Impuls korrigiert, der schlecht ist; gute Impulse werden nicht beeinflusst. Abb. 202 zeigt die beiden Arten der Impulskorrektur. Einen größeren Einfluß auf die Impulsverzerrung als die Phase haben aber die verschieden starken Erregerströme. Wenn für gleiche Stromstärke in allen Fällen gesorgt wird, z. B. durch abgegliche Vorschaltwiderstände, die der Stromquelle und der Lei-

tung angepaßt sind, so kann unter Umständen für einfache Fälle auf eine Impulskorrektur verzichtet werden.

Bei der Tonfrequenzwahl erfolgt die Impuls- und Signalgabe mit Tonfrequenz, z. B. 600 oder 750 Hz. Man kann auch 2 modulierte Frequenzen nehmen. Am Empfangsende werden durch Tonfrequenzrelais derartige Impulse aufgenommen und wieder in Gleichstromstöße umgesetzt.

Die Reichweite der Gleichstrom-, Wechselstrom- und Induktionswahl ist begrenzt auf etwa 100 bis 150 km, die der Tonfrequenzwahl ist unbegrenzt. Man kann über jede Entfernung und über jeden Weg wählen und signalisieren, über die man noch sprechen kann.

Während bei der Ortswahl und Signalgabe verschiedene Stromkreise für die Wahl und für die verschiedenen Signale vorhanden sind, steht bei abgeriegelten Fernleitungen nur ein einziger Stromkreis zur Verfügung, über den die Wahl und die verschiedenen Signale eindeutig zu übertragen sind. Die Wahl und die verschiedenen Signale sind:

1. Belegen für Beginn der Verbindungsherstellung,
2. Impuls-gabe für die Einstellung der Wähler,
3. Aufschalten der Beamtin auf ortsbesetzte Teilnehmerleitung,
4. Trennen der ortsbesetzten Teilnehmerleitung,
5. Rufen des gewünschten Teilnehmers,
6. Melden des gerufenen Teilnehmers,
7. Schlußzeichen des Teilnehmers,
8. Auslösen der bestehenden Verbindung.

Alle Signale müssen eindeutig über einen einzigen Stromkreis gegeben werden, der nur Stromschließungen und Stromöffnungen zuläßt, denn mit Stromdifferenzen kann unmöglich über Fernleitungen gearbeitet werden.

Es lassen sich natürlich verschiedene Frequenzen für verschiedene Signale benutzen, doch verteuern sich dadurch die Einrichtungen und werden komplizierter, so daß eine Stromart für alle Signale vorzuziehen ist. Die verschie-

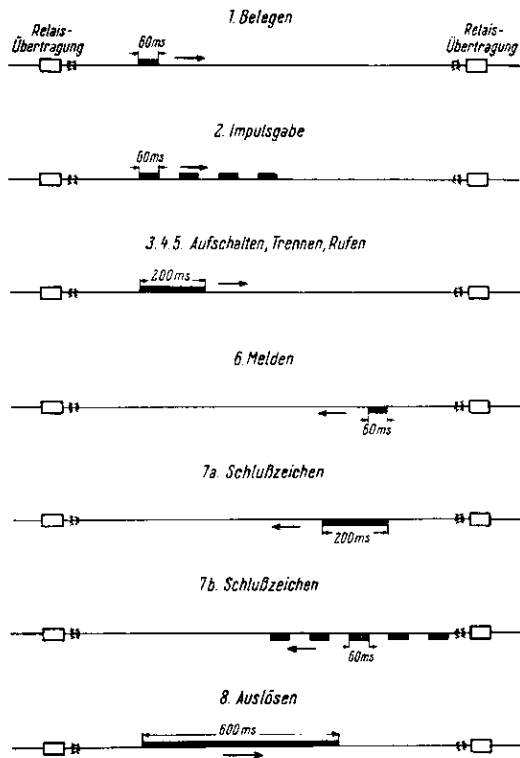


Abb. 203.

Impuls- und Signalgabe auf Fernleitungen.

denen Signale können sich demnach nur durch verschiedene Zeiten unterscheiden, deren Zahl sich aber durch Aufeinanderfolgen bestimmter Funktionen reduzieren läßt. Folgende Zeiten können z. B., wie Abb. 203 erkennen läßt, verwendet werden:

1. Belegen: Ein Impuls von 60 ms Länge,
2. Impulsgabe: Ebenfalls Impulse von 60 ms Länge. Die gleichen Zeiten sind möglich, weil der Belegungsimpuls nur als einzelner Impuls stets am Anfang der Belegung gegeben wird.
3. Aufschalten: Kann ein Impuls von z. B. 200 ms sein.
4. Trennen: Kann auch ein Impuls von 200 ms sein, weil nach der Aufschaltung stets Trennen oder Auslösen erfolgt.
5. Rufen: Kann ebenfalls ein Impuls von 200 ms sein, weil Rufen, Aufschalten und Trennen praktisch gleichartige Funktionen sind, denn die Beamtin will mit dem Teilnehmer in Verbindung treten, entweder durch Aufschalten, Trennen oder Rufen.
6. Melden des Teilnehmers: Kann durch einen kurzen Impuls von 60 ms erfolgen, der rückwärts fließt vom Gerufenen zum Rufenden.
7. Schlußzeichen: Kann entweder ein längerer Impuls von 200 ms oder ein Zug von Impulsen von 60 ms Dauer sein, die sich vom Meldeimpuls unterscheiden.
8. Auslösen: Kann durch einen langen Impuls, z. B. von 600 ms, erfolgen, der sich grundsätzlich von allen anderen unterscheidet.

Bei Fernleitungen mit Echosperren müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden, damit durch die Echosperren nicht die Übertragung der Impulse in Frage gestellt wird. Abb. 203 läßt auch die Richtung der ver-

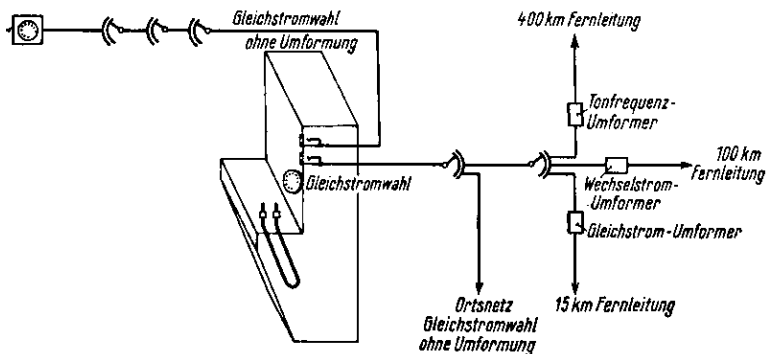


Abb. 204. Umformung der Impulse.

schiedenen Signale erkennen. Der Schutz der Wahl- und Signalströme bei der Tonfrequenzwahl gegen Beeinflussung durch Sprache wird für die einzelnen Vorgänge wie folgt erreicht.

Der Belegungsimpuls bedarf keines Schutzes. Die Wahlimpulse werden durch Abschalten der ankommenden von der weitergehenden Leitung ge-

schützt. Aufschalten, Trennen und Rufen sind zunächst durch Abschalten, dann durch einen längeren Impuls geschützt. Melden bedarf nur dann eines Schutzes, wenn es gebührenfreie Verbindungen gibt, die aber sehr selten sind.

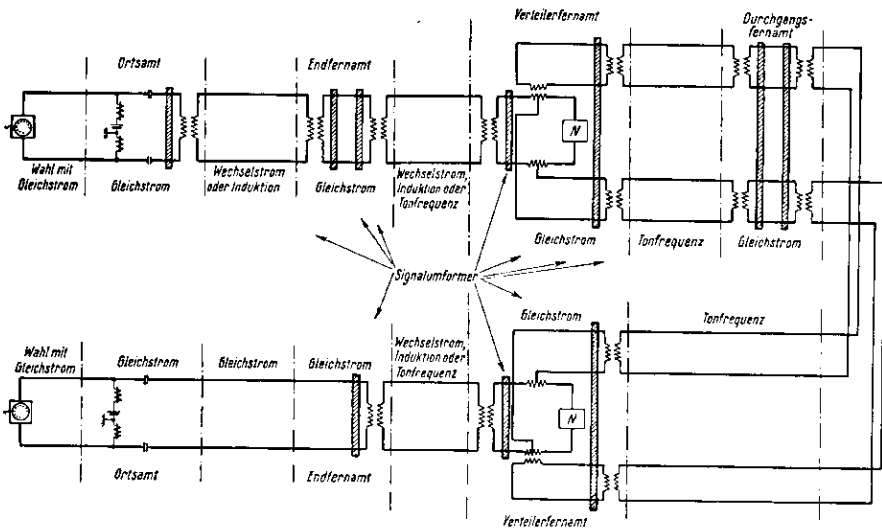


Abb. 205. Mehrfache Umformung der Fernwahl.

Schlußzeichen ist durch langen Impuls oder durch einen Zug von Impulsen, Auslösung ist durch einen besonders langen Impuls geschützt.

Die verschiedenen Arten der Wahl- und Signalimpulse werden nun nicht durch den Teilnehmer oder die Beamtin bestimmt, sondern sind der betreffenden Leitung, die zum Verbindungsaufbau belegt ist, fest zugeordnet, so daß stets automatisch eine Umformung der Impulse am Anfange der betreffenden Leitung und Rückformung am Ende der Leitung erfolgt.

An den Fernplätzen geschieht die Wahl und Signalgabe stets mit Gleichstrom. Die Umformung der Impulse in die der Fernleitung angepaßte Stromart erfolgt immer am Anfange der Fernleitung durch entsprechende Umformer, wie Abb. 204 erkennen läßt.

Setzt sich eine Fernleitung aus mehreren Fernleitungen verschiedener Art zusammen, so erfolgen stets am Anfang und Ende jedes Fernleitungsabschnittes die Umformungen in die entsprechenden Stromarten, wobei in den Durchgangsamtern stets Gleichstromimpuls- und Signalgabe verwendet wird. Abb. 205 zeigt die jeweils verwendete Stromart in den Fernleitungsstrecken.

Die Fernwahl kann auch teilweise ausgeführt werden, wenn sie noch nicht überall eingeführt worden ist. Sie endet dann in den Ämtern an manuellen Plätzen, bis zu denen Fernwahl möglich ist. Die Verbindungen werden dann von diesen Plätzen vollendet oder, wenn Wartezeiten entstehen, von

diesen Plätzen aus nach beiden Seiten aufgebaut. Abb. 206 läßt diesen Aufbau über die verschiedenen Arten von Fernämtern, wobei evtl. Verstärker in den Durchgangsämtern oder in den Netzgruppen automatisch eingeschaltet werden können, erkennen. Über diesen aufgebauten Fernweg verlaufen nicht nur die Wahlimpulse, sondern auch alle erforderlichen Signale, gemäß Abb. 203; sie werden ebenfalls in den Ämtern und auf den Leitungen entsprechend umgeformt. Der Fernbetrieb ist uneingeschränkt über die weitesten Entfernungen

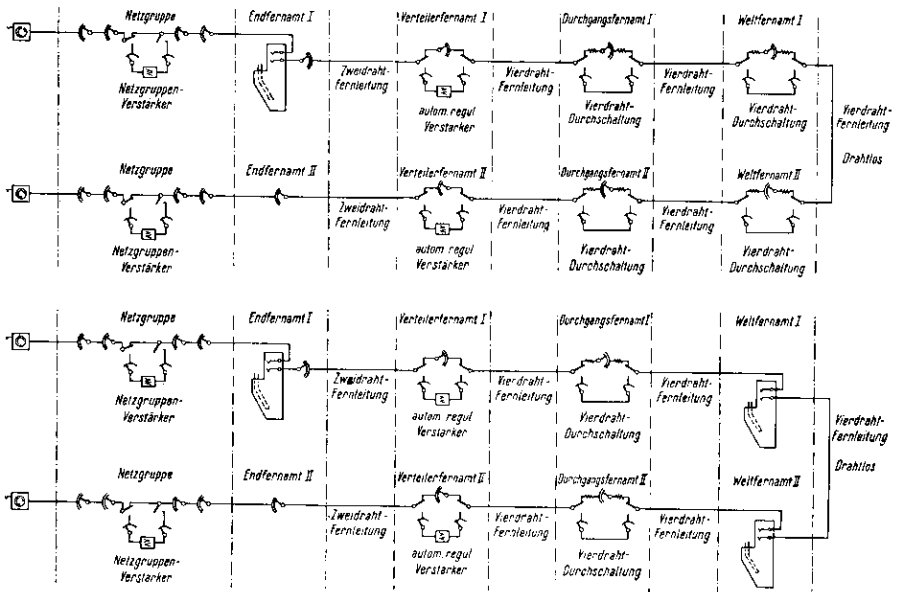


Abb. 206. Weitfernverkehr mit Fernwahl.

mit allen Signalen und Bedingungen einwandfrei möglich. Die vielen Umsetzungen der Impulse und Signale bedeuten heute keine Schwierigkeit mehr.

Wieweit die Fernwahl mit Tonfrequenz in Betrieb ist, zeigt Abb. 207, aus der hervorgeht, daß Fernwahl bisher nur in den nationalen Netzen Verwendung gefunden hat. Es werden etwa 32 größere Fernleitungen mit Tonfrequenz betrieben. Im internationalen Netz ist nur einmal ein größerer Versuch zwischen Berlin und Helsingfors im Jahre 1931 auf 1600 km gemacht worden, der gut gelungen ist und den Beweis des guten Arbeitens der Fernwahl auch im internationalen Netz erbracht hat. Bei den kurzen Fernleitungen ist die Fernwahl mit Wechselstrom weiter verbreitet; es sind in Europa etwa 3000 Fernleitungen mit dieser Wahl in Betrieb.

Die Herstellung der Fernverbindungen auf größere Entfernungen erfolgt durch Beamtinnen von Hand oder mittels Fernwahl, auf kürzere Entfernungen können sich die Teilnehmer die Fernverbindungen, wenn es als zweckmäßig erkannt wird, selbst herstellen. Die Fernwahl ist für die Teilnehmer

genau so einfach und schnell wie die Ortswahl. Schwierig ist nur die Verrechnung der Gebühr, die aber automatisch durch Zeitzonenzähler erfolgt. Verrechnet wird die Gebühr, indem der Teilnehmerzähler mehrmals entsprechend der aufgelaufenen Gebühr betätigt wird; deshalb müssen die

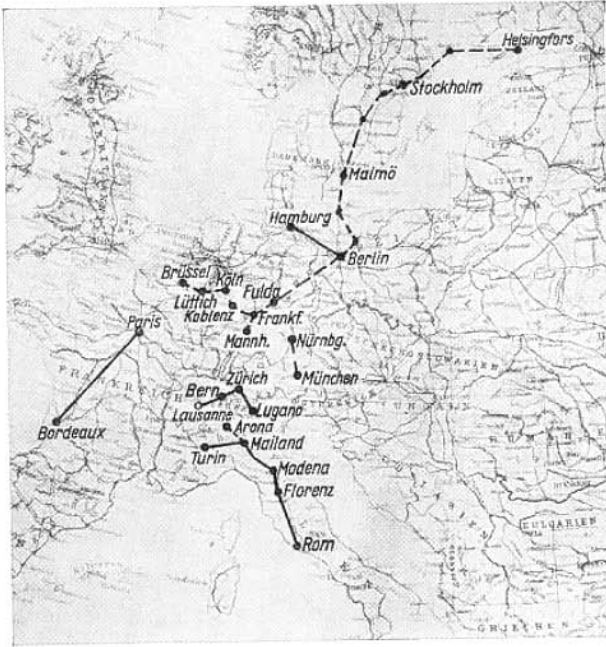


Abb. 207. Fernwahl mit Tonfrequenz.

Fernsprechgebühren ein Vielfaches der Ortsgebühren betragen. Der zur Verrechnung erforderliche Zeitzonenzähler, dessen grundsätzliche Wirkungsweise Abb. 208 erkennen läßt, besteht zunächst aus einem Mitläuferwerk, das während der Wahl mitläuft und die gewählte Amtsnummer kontrolliert, woraus sich die gewählte Zone ergibt. Dann gehört dazu ein Zeitschalter, der die Ge-

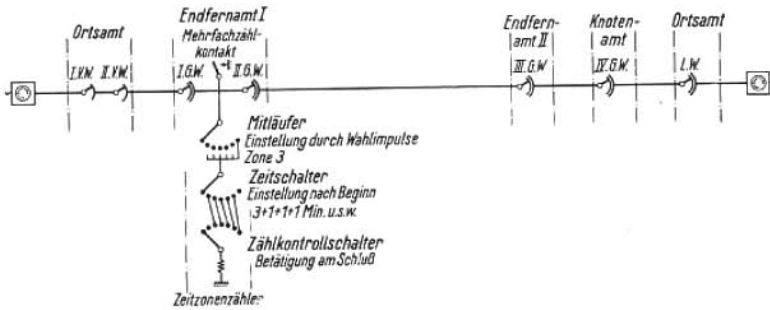


Abb. 208. Grundsätzliche Darstellung der Zeitzonenzählung.

sprächszeit beobachtet und der in Tätigkeit gesetzt wird, wenn sich der Gerufene meldet. Der Zeitschalter schaltet nach 3 min Gesprächszeit weiter, dann nach jeder weiteren Minute ebenfalls und bestimmt damit die aufgelaufene Gebühr. Weiter gehört dazu ein Abgreifer, der am Schluß die Gebühr, entsprechend der Stellung des Mitläufers und des Zeitschalters, als Zählimpulse auf den Teilnehmerzähler überträgt.

7. Dämpfung und Verstärkung.

Es gibt 3 Arten von Verstärkern, um die Dämpfung in den Fernleitungen beim Zusammenschalten der Fernleitungen im Durchgangsverkehr und in den Netzgruppen herabzusetzen, ohne die Festverstärker in den Fernleitungen. Das sind:

1. Endverstärker, die den Fernleitungen fest zugeordnet sind.
2. Automatische Verstärker oder Schnurverstärker, die sich bei Bedarf automatisch im Durchgangsverkehr einschalten.
3. Netzgruppenverstärker, die sich ebenfalls automatisch aber in den Netzgruppen einschalten.

Alle Arten lassen sich für die verschiedenen Fälle mit Vorteil verwenden. Die Einschaltung der automatischen Verstärker und Netzgruppenverstärker ist in Abb. 206 gezeigt.

In einer Fernverbindung sollen nicht mehr als 5 Zweidrahtverstärker eingeschaltet sein, damit eine genügende Stabilität vorhanden ist und keine zu hohen Anforderungen an die in jedem Verstärker erforderlichen Nachbildungen gestellt werden. Dabei gilt eine Vierdrahtleitung als ein Verstärker, was die Ursache dafür ist, daß alle Verwaltungen die gesteigerte Einführung der Vierdrahtleitungen begünstigen. In Vierdrahtleitungen können beliebig viele Teilverstärker eingeschaltet sein.

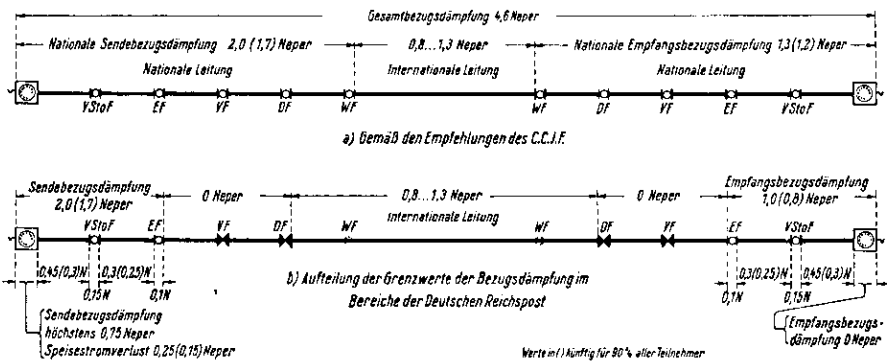


Abb. 209. Zulässige Gesamtbezugsdämpfung.

Die zulässige Gesamtbezugsdämpfung einer Fernverbindung einschließlich der Fernsprechstationen ist aus Abb. 209 gemäß den Empfehlungen des CCJF zu ersehen und beträgt 4,6 Neper. Dabei hat die internationale Leitung eine feste Dämpfung, während die nationalen Teile als Bezugsdämpfungen, die die Stationen einschließen, angegeben sind. Die Stationen sind aber sehr verschieden, besonders ältere Typen, sind leicht veränderlich und unterliegen noch sehr der weiteren Entwicklung. Man sollte daher die Stationen mit ihren Bezugsdämpfungen, die nur eine Beziehung zu einem Vergleichssystem beim Sfert in Paris angeben, aus dem nationalen Netz herausnehmen und den Leitungen ebenfalls feste Dämpfungen zuteilen. Aus Abb. 209 ist die Aufteilung, wie sie die Deutsche Reichspost vorsieht, mit bestimmten Dämpfungen für alle Leitungsteile zu ersehen. Die Stationen mit den Bezugsdämpfungen sind gesondert, müssen aber mit ihrer zugehörigen Speisebrücke beurteilt werden; aus diesem Grunde sind die zulässigen Speisestromverluste bei der Sendebezugsdämpfung besonders angegeben. Für das gesamte Leitungsnetz liegen dann feste Dämpfungswerte zugrunde. Bei einer derartigen Aufteilung der Dämpfungen ist ein richtiger Bau von Fernleitungsnetzen leichter möglich, als wenn die Teilnehmerstationen mit ihren veränderlichen Bezugsdämpfungen eingeschlossen sind. Dann sollte aber auch nach Möglichkeit die Restdämpfung der internationalen Fernleitung auf 0 Neper gesenkt werden, damit die größte Dämpfung für die Netzgruppenleitungen zur Verfügung steht, weil diese wirtschaftlich, wegen ihrer großen Zahl und wegen ihres viel stärkeren Verkehrs gegenüber dem Weitverkehr einen weit größeren Einfluß haben, als die verhältnismäßig wenigen Fernleitungen. Es könnten dann die Netzgruppenleitungen anstatt 0,3 Neper 0,9 bis 1 Neper besitzen. Die Forderung 1 Neper vom Teilnehmer bis zum Fernamt kann auf 1,65 Neper geändert werden, wodurch dann die Dämpfungen für Orts-, Netzgruppen- und Fernverkehr übereinstimmen und der Grund für getrennte Netze für den verschiedenartigen Verkehr wegfällt.

Um die vorgeschlagenen Dämpfungen nicht zu überschreiten und eine genügende Stabilität der Fernleitungen zu erreichen, kann man über die Art der Verwendung von Fernleitungen in den verschiedenen Fernnetzen folgendes sagen:

Im Welt-, Durchgangs- und Verteilerfernnetz werden künftig nur Vierdrahtleitungen, Trägerfrequenzkanäle oder drahtlose Verbindungen verwendet werden, deren Restdämpfung möglichst nahe an 0 Neper anzustreben ist. Im Endfernnetz kann man Zweidrahtleitungen verwenden, wenn man nicht vorzieht, ebenfalls Vierdrahtleitungen vorzuziehen, wie es schon teilweise von Verwaltungen vorgesehen ist. Durch die Einführung von Vierdrahtleitungen auch in die unteren Netzebenen kann man eine Verminderung der Dämpfung der gesamten Fernverbindung bei genügender Stabilität erreichen und kann dann wünschenswerte größere Dämpfungen in den zahlreichen Netzgruppen zulassen. In den Netzgruppen selbst werden Zweidrahtleitungen verwendet.

Der gesteigerte Durchgangsverkehr stellt die Aufgabe, die zweckmäßigste Zusammenschaltung der verschiedenen Fernleitungen in den verschiedensten

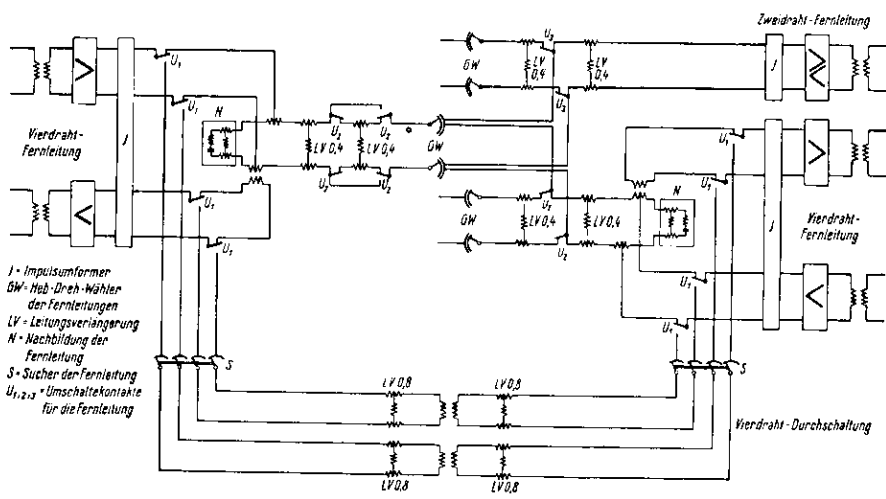


Abb. 210. Durchschaltung $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{2}$ Draht.

Kombinationen unter Berücksichtigung der richtigen Restdämpfung zu ermöglichen. Solche Zusammenschaltungen sind: Vierdraht- mit Vierdraht, Vierdraht mit Zweidraht und die Verwendung von Vierdraht- und Zweidrahtleitungen im Endverkehr, wobei Trägerfrequenzkanäle und drahtlose Verbindung als Vierdrahtleitungen zu behandeln sind. Die Zusammenschaltung der Vierdrahtleitungen kann in Vierdraht- oder Zweidrahtschaltung erfolgen; bei der Vierdrahtschaltung können die Gabeln ausgeschaltet und die Durchschaltung über einen besonderen Weg vollendet werden. Bei der Zweidrahtdurchschaltung erfolgt keine besondere Umschaltung und die Gabeln

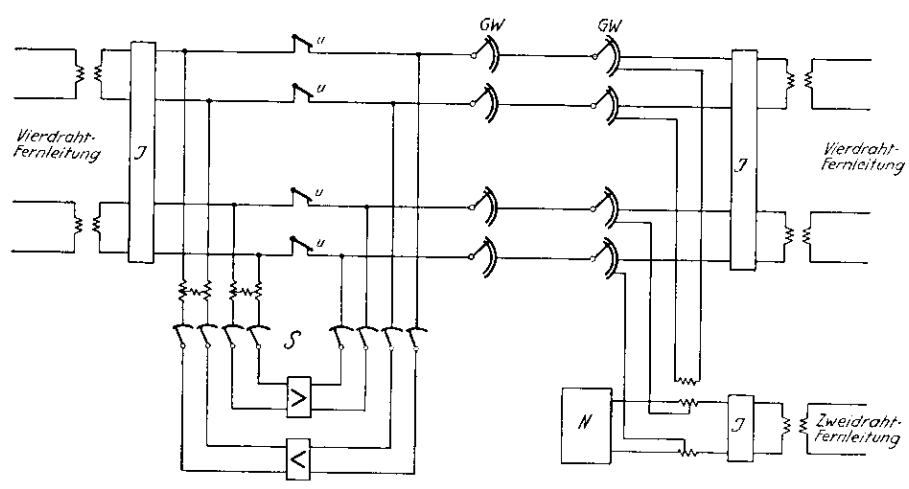


Abb. 211. Einschaltung automatischer Verstärker.

bleiben mit den Nachbildungen, an die dann erhöhte Anforderungen gestellt werden, in der Verbindung. Abb. 210 zeigt diese Anordnung. Bei der Durchschaltung Vierdraht mit Zweidraht erfolgt keine besondere Umschaltung.

Die direkte Verbindung der Vierdraht-Fernleitungen untereinander unter Ausschaltung der Nummernwähler ist in Abb. 210 gezeigt, wobei die Durchschaltung mit und ohne Verstärker erfolgen kann. Die Verbindung der Vierdrahtleitungen kann aber auch über die Nummernwähler erfolgen wie Abb. 211 zeigt, die dann aber mit einer größeren Anzahl von Kontaktarmen auszurüsten sind. Die Einschaltung der Verstärker erfolgt in diesen Fällen direkt in eine oder beide Fernleitungen, wie die Abb. 211 für eine Fernleitung erkennen läßt. Als Nummernwähler eignet sich der früher beschriebene Motorwähler, der eine große Anzahl von Kontaktarmen zuläßt und mit großer Geschwindigkeit arbeitet.

Im Endverkehr der Fernleitungen mit sehr kleiner Restdämpfung sind gewisse Zusatzdämpfungen erforderlich, um eine genügende Stabilität der Fernverbindungen aufrechtzuerhalten und unabhängiger von der Güte der Nachbildung zu sein. Nachbildung und Zusatzdämpfung sind voneinander abhängig. Je besser die Nachbildung, um so kleiner kann die Zusatzdämpfung gewählt werden. Da die Leitungen vom Endfernamt bis zum Teilnehmer sehr verschieden sind, z. B. kurze oder lange Kabel oder Freileitungen, so ist es weiterhin zweckmäßig, zur Verbesserung der Stabilität bei Teilnehmern, die unmittelbar an das Endfernamt angeschlossen sind, weitere Zusatzdämpfungen vorzusehen. Die Ein- und Ausschaltung aller Zusatzdämpfungen, auch Leitungsverlängerungen genannt, bei der verschiedensten Verwendung der Fernleitungen im End- oder Durchgangsverkehr, erfolgen vollkommen automatisch, ohne daß dafür besondere Manipulationen seitens der Beamtinnen oder Teilnehmer erforderlich werden.

8. Besondere Forderungen bei der Automatisierung des Weitfernverkehrs.

Nachdem die Automatisierung des Ortsverkehrs gelöst und auch zum größten Teil durchgeführt ist, nachdem ebenso die Automatisierung des Nahfernverkehrs in Netzgruppen als gelöst betrachtet werden kann und auch schon in vielen Staaten verwirklicht wird, steht jetzt die Automatisierung des Weitfernverkehrs im Vordergrund des Interesses. Für diese Aufgabe ist bekannt und früher behandelt die Fernnetzgestaltung unter Einführung der Bündelung und Bildung von Verteiler-, Durchgangs- und Weitfernamtern, die Fernwahl mit Tonfrequenz über die weitesten Entfernungen, die Zwei- und Vierdrahtdurchschaltung der Fernleitungen, die automatische Einschaltung und Regulierung von Verstärkern, die Einschaltung von schnurlosen Fernplätzen nur für den abgehenden Verkehr, weil ankommende und Durchgangsverbindungen über Wähler hergestellt werden. Als neue Forderungen für die Lösung der vorstehenden Aufgaben treten hinzu:

1. Höchste Ausnutzung der Fernleitungen unter Vermeidung jeglicher Leerlaufzeit auf diesen Leitungen.
2. Wartezeitloser Betrieb.
3. Kleine Stellenzahl der Netzgruppenkennziffern.
4. Umgehungsverkehr über andere Fernämter, wenn die direkten Fernleitungen besetzt sind.
5. Einschaltung der für die Fernverbindung passenden Fernleitung für End- oder Durchgangsverkehr.
6. Selbsttätige Steuerung der Leitungsverlängerungen bei Fernleitungen mit Endverstärkern.

Zu diesen Forderungen ist zu sagen:

Zu 1: Die höchste Ausnutzung der Fernleitungen wird erreicht, wenn die Leerlaufzeiten ein Minimum betragen. Zu den Leerlaufzeiten sind zu rechnen:

- a) Die Freizeiten, in denen die Fernleitungen nicht belegt sind,
- b) die Auf- und Abbauzeiten der Fernverbindungen,
- c) die Wartezeiten auf Antwort des gerufenen Teilnehmers nach hergestellter Verbindung,
- d) die Verlustzeiten durch irrtümliche Belegungen, Fehlverbindungen und Prüfungen.

Diese Leerlaufzeiten lassen sich durch folgende Maßnahmen vermindern:

Zu a): Durch weitgehende Bündelung der Fernleitungen.

Zu b): Durch Verwendung schnell, ohne Wartezeiten arbeitender Systeme.

Zu c): Durch sofortigen und durch wirkungsvolleren Ruf im Fernverkehr.

Zu d): Durch Verwendung einfacher, verständlicher und zuverlässiger Systeme, mit klarer Betriebsanweisung und ohne zeitbenötigende Blindbelegungen.

Zu 2: Wartezeitloser Betrieb ist anzustreben, denn einmal wird durch allerlei Wartezeiten die Ausnutzung der Fernleitungen herabgesetzt, zum anderen gehen jährlich Millionen an Volksvermögen verloren, wenn die Teilnehmer auch nur einige Sekunden bei den verschiedenen Schaltvorgängen auf den Fernleitungen nutzlos warten müssen.

Zu 3: Von den Endfernämtern der Netzgruppen eines Landes sollen die anderen Endfernämter mit möglichst geringer Stellenzahl gewählt werden können. Man wählt bekanntlich einen Teilnehmer, indem man zuerst die Kennziffer der Netzgruppe und dann die Nummer des Teilnehmers einstellt. Normalerweise erhöht sich die Ziffernzahl pro Kennziffer, je mehr Durchgangsämter auf dem Wege von einer Netzgruppe zur anderen Netzgruppe vorhanden sind. Diese Ziffernzahl kann man durch besondere Schaltmittel, sogenannte Weichen, erheblich reduzieren. An Stelle eines großen Wählers, dem mehrere Richtungen zugeordnet sind, tritt bei den Weichen für jede Richtung ein kleiner Drehwähler mit Voreinstellung.

Die Fernleitung hat bei Weichen am Anfang verschiedene Zugänge, Abb. 212, und am Ende ebensoviele Ausgänge. Wird die Fernleitung über einen Zugang belegt, so wird ein charakteristischer Impuls gegeben, der am Ende den entsprechenden kleinen Wähler einschaltet. Ohne Weichen hätte das Verteileramt V 71 von E 53 mit 671 gewählt werden müssen, mit Weichen genügt die Wahl von 71. Auf diese Weise können beliebig viele Richtungen ausgewählt werden.

Die Auswahl der Richtung erfolgt demnach durch einen einzigen besonderen Impuls. Als Auswahlimpulse werden verwendet für Richtung:

1	ein Impuls von 40 Millisekunden	50 Hertz
2	„ „ „ 80	„ 50 „
3	„ „ „ 40	„ 100 „
4	„ „ „ 80	„ 100 „
5	„ „ „ 40	„ 50 - - 100 Hertz
6	„ „ „ 80	„ 50 + 100 „
7	„ „ „ 40	„ 50 Hertz und
	„ „ „ 80	„ 100 „
8	„ „ „ 80	„ 50 „ und
	„ „ „ 40	„ 100 „

Zur Auswahl einer Richtung über einen großen Nummernwähler werden bis zu 1300 Millisekunden, über Weichen nur bis zu 100 Millisekunden benötigt. Durch diese kurze Einstellzeit finden die Weichen für die verschiedensten Zwecke Verwendung. Sie werden verwendet, wie gezeigt wurde, für die Reduzierung der Kennziffern, für Umgehungswege beim Besetztsein der direkten Fernleitungen, damit die Durchschaltung des Umweges in der kürzesten Zeit ohne jede Wartezeit erfolgt und zur Vermeidung von Blindbelegungen.

Zu 4: Der Umgehungsverkehr wird, wie schon erwähnt, auch durch Weichen ermöglicht. Würden in Abb. 212 zwischen V 51 und V 71 direkte

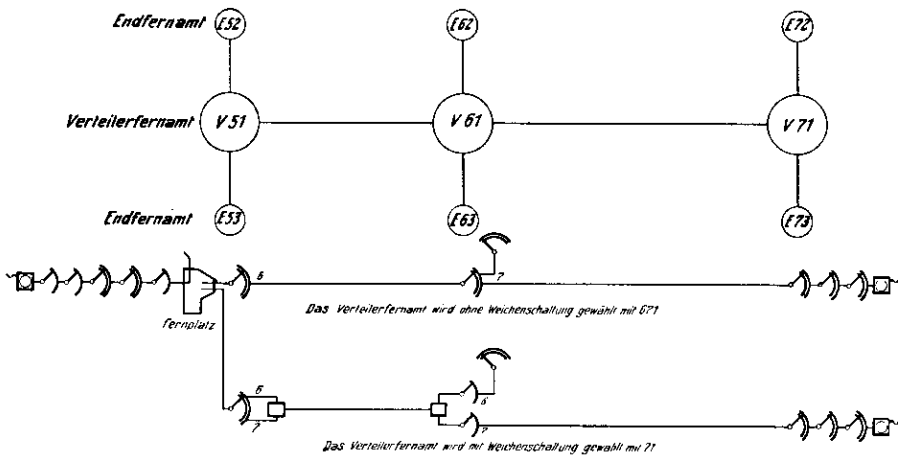


Abb. 212. Verminderung der Stellenzahl der Kennziffer durch Weichen.

Fernleitungen bestehen und diese besetzt sein, so würde der Umgehungsverkehr über V 61 in der dargestellten Weise verlaufen.

Zu 5: In den heutigen Fernnetzen gibt es verschiedenwertige Fernleitungen, z. B. Zweidrahtleitungen, die einfachen Ansprüchen genügen und im Endverkehr verwendet werden können und hochwertige Vierdrahtleitungen, die für den Durchgangsverkehr erforderlich sind. Bei dem Aufbau von derartigen Verbindungen muß selbsttätig die entsprechende Leitung gewählt werden, für Endverkehr die einfachen Leitungen, für Durchgangsverkehr die höherwertigen Leitungen. Da beim Aufbau einer Fernverbindung zunächst noch nicht ersehen werden kann, ob eine Endverkehrsleitung oder eine Durchgangsleitung benötigt wird, so wird man zunächst die höherwertige Durchgangsleitung belegen und dann, wenn durch die gewählte Nummer sich die Verwendung einer Endverkehrsleitung ergibt, die Umschaltung auf eine

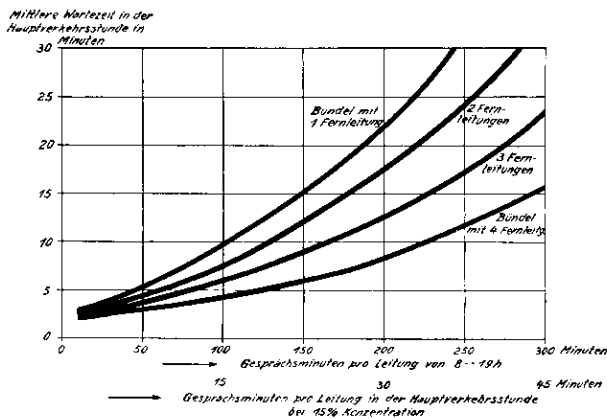


Abb. 213. Mittlere Wartezeiten auf Fernleitungen, abhängig von der Belastung und der Zahl der Leitungen.

direkte Leitung vornehmen. Diese Umschaltung unterbleibt, wenn keine Endverkehrsleitungen frei sind. Die Vorbelegung der Durchgangsleitung kann wieder durch Verwendung der Weichen verhindert werden, wenn diese Belegung die Belastung der Durchgangsleitungen wesentlich erhöhen sollte, was aber im allgemeinen nicht der Fall sein wird.

Zu 6: Beim Zusammenschalten von Fernleitungen mit Endverstärkern muß im Durchgangsverkehr ein Teil der Leitungsverlängerungen, die für den Verkehr in das eigene Netz erforderlich sind, ausgeschaltet werden, während im Endverkehr die gesamte Leitungsverlängerung in der Fernleitung eingeschaltet bleibt. Diese Ausschaltung erfolgt automatisch dann, wenn eine weitergehende Fernleitung angesteuert wird, sie unterbleibt, wenn eine Nummer des eigenen Netzes gewählt wird.

Mit diesen einfachen Mitteln können daher alle besonderen Forderungen des Weitfernverkehrs vollkommen erfüllt werden, ohne die geringsten Warte-

zeiten einzuführen. Die Ausnutzung der Fernleitungen läßt sich auf den höchstmöglichen Wert steigern.

Der gesamte Fernverkehr befindet sich im Zustande der Anpassung an den Weltverkehr, wobei in den nationalen Netzen eine Beseitigung der unangenehmen Wartezeiten möglichst ohne große Leitungsvermehrung durch Bündelung der Fernleitungen angestrebt wird. Welchen großen Einfluß die Bündelung der Fernleitungen auch im manuellen Fernverkehr auf die Wartezeiten hat, kann aus Abb. 213 ersehen werden. Auf Grund der Veröffentlichungen des CCJF ist die Leistung der Fernleitungen im Verhältnis zur mittleren Wartezeit in der Hauptverkehrsstunde für verschieden große Fernleitungsbündel in Kurven eingezeichnet worden. Es ergibt sich, wenn die Fernleitungen z. B. mit 30 Minuten in der Hauptverkehrsstunde ausgenutzt werden, so ist bei 1 Fernleitung eine mittlere Wartezeit von 22 Minuten, bei 2 Fernleitungen eine mittlere Wartezeit von 17 Minuten, bei 3 Fernleitungen eine mittlere Wartezeit von 12 Minuten und bei 4 Fernleitungen eine solche von nur noch 8 Minuten vorhanden. Man sieht, daß bei derselben Leistung die mittlere Wartezeit mit zunehmender Bündelung ganz erheblich sinkt. Die Bündelung der Fernleitungen ist daher auch im manuellen Fernverkehr von außerordentlichem Nutzen. Die Änderungen können naturgemäß nur Schritt für Schritt erfolgen, weil die Anlagen sehr ausgedehnt und erhebliche Kapitalien in ihnen festgelegt sind. Die auftretenden zahlreichen technischen Probleme sind wohl im allgemeinen als gelöst zu betrachten, dagegen muß die wirtschaftlich günstigste Lösung für jeden einzelnen Fall noch besonders bestimmt werden, wobei zu erwähnen ist, daß die Wirtschaftsberechnungen bei einem derartigen weitverzweigten Gebiet mit den vielen zu beachtenden Faktoren nicht einfach sind.

Zusammenfassung.

Die Selbstanschlußtechnik hat den Ortsverkehr und die Ortsnetze mit großem Erfolg umgestaltet und ist jetzt auf dem Wege, auch den Fernverkehr und die Fernnetze grundlegend umzuformen. Wie der Ortsverkehr durch sie auf eine andere technische und wirtschaftliche Basis gestellt wurde, so wird auch der Fernverkehr auf eine andere technische und wirtschaftliche Basis gestellt werden.

Die Zahl und Größe der Fernämter nimmt mit zunehmender Automatisierung ständig ab, weil durch die Bildung von Netzgruppen sich die Zahl verkleinert und in den Fernämtern der ankommende, abgehende und Durchgangsverkehr über Wähler geleitet wird. Die Fernplätze dienen künftig nur noch dem abgehenden Verkehr, der größtenteils als Meldefernverkehr ohne Wartezeiten durchgeführt wird. Die Verbindungsherstellung in neuzeitlichen Fernämtern erfolgt ohne Stöpsel und Klinken mit Hilfe von festeingebauten Tasten oder Schaltern. Die Durchschaltung der Fernleitungen kann in Zwei- und Vierdrahtschaltung erfolgen, wobei die vierdrähtige Durchschaltung durch Vermeidung der Nachbildungen eine bessere Stabilität gewährleistet. Die Fernleitungen werden künftig in den weitaus meisten Fällen mit Endverstärkern ausgerüstet. In der Übergangszeit bis zu diesem Zeitpunkt können automatische Verstärker vorgesehen werden, die sich selbsttätig einschalten und auch regulieren. Die Ein- und Ausschaltung etwa notwendiger Leitungsverlängerungen erfolgt ebenfalls automatisch.

Die Aufgaben, die durch die Automatisierung des Weitfernverkehrs gestellt werden, sind wohl zum größten Teil als gelöst zu betrachten; die Durchführung wird aber wohl noch viele Jahre in Anspruch nehmen.

Verwendete Literatur.

- „Zweckmäßige Lösung von Aufgaben der Fernmeldetechnik.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 20, Heft 17 und 18.
- „Wirtschaftliches Fernsprechen.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 20, Heft 23 und 24.
- „Netzgestaltung sehr großer Fernsprechanlagen.“ Zeitschrift f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 21, Heft 3; Jahrg. 26, Heft 10.
- „Die zweckmäßigste Wählerkontaktzahl in den selbsttätigen Fernsprechsystemen.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 21, Heft 4; Jahrg. 28, Heft 12.
- „Die Herstellung großer vollkommener Bündel in selbsttätigen Fernsprechanlagen.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 22, Heft 4.
- „Beurteilung von Schaltungen in Selbstanschlußanlagen.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 23, Heft 1.
- „Berechnung der Wählerzahl in selbsttätigen Fernsprechämtern.“ ETZ, Jahrg. 24, Heft 11.
- „Gestaltung der Landnetze für Fernsprechanlagen.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 25, Heft 2.
- „Speicherung und Umrechnung in Fernsprechanlagen mit Wählerbetrieb.“ ETZ, Jahrg. 26, Heft 19 und 21.
- „Überleitung selbsttätiger Fernsprechanlagen und die Arten des Verbindungsverkehrs.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 26, Heft 12.
- „Mitlaufwerke und ihre verschiedenartige Anwendung in der Praxis.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 27, Heft 3.
- „Der Einfluß der Betriebsforderungen auf die Wirtschaftlichkeit selbsttätiger Fernsprechsysteme.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 27, Heft 7 und 8.
- „Die zukünftige Ausbreitung und volkstümlichere Ausgestaltung des Fernsprechers.“ Siemens-Zeitschrift, Jahrg. 27, Heft 10.
- „Die Gestaltung des Orts- und Nachbarortsverkehrs in ländlichen Fernsprechnetzen.“ Siemens-Zeitschrift, Jahrg. 28, Heft 3.
- „Die grundsätzlichen Forderungen an das Netz und die Schaltungen einer automatischen Fernsprechanlage.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 29, Heft 1.
- „Grundlagen und Erfahrungen bei der Entwicklung von Schaltungen der Selbstanschlußtechnik.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 29, Heft 8 bis 10.
- „Die Feuergefahr in automatischen Fernsprechanlagen und ihre Bekämpfung.“ Siemens-Zeitschrift, Jahrg. 29, Heft 10.
- „Moderne Forderungen des Fernsprechbetriebes und die Anpassungsfähigkeit der verschiedenen Systeme.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 29, Heft 12.
- „Entwicklungsstudien für Fernsprechanlagen.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 30, Heft 12; Jahrg. 31, Heft 1.
- „Zweckmäßige Gestaltung des Fernleitungsnetzes telephonischer Anlagen.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 31, Heft 2.

- „Wirtschaftlicher Aufbau ländlicher Fernsprechämter.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 31, Heft 4.
- „Die zukünftige Gestaltung des Fernverkehrs.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 32, Heft 2.
- „Die Steigerung der Wirtschaftlichkeit des Fernverkehrs.“ Fortschritte der Fernsprechtechnik, Heft 5.
- „Die zweckmäßigste Verteilung des Verkehrs durch Mischwähler.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 32, Heft 8.
- „Der Einfluß der Fernwahl und des Sofortverkehrs auf das Fernleitungsnetz und den Fernbetrieb der Fernsprechanlagen.“ Europ. Fernsprechdienst, Jahrg. 33, Heft 31.
- „Die Technik des Fernbetriebes.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 34, Heft 6 bis 8.
- „Wirtschaftlicher Aufbau von automatischen Fernsprechanlagen großer Städte.“ Zeitschrift f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 34, Heft 11 und 12.
- „Moderne Entwicklung der Wähler mit Einzelantrieb und großer Geschwindigkeit in der Selbstanschlußtechnik.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 35, Heft 2.
- „Die Versorgung des flachen Landes mit zweckmäßigen Fernsprecheinrichtungen.“ Zeitschr. f. Fernmeldetechnik, Jahrg. 35, Heft 4.

Sachregister.

A

Abgreifer 180, 338.
Abriegelung 94.
Abschaltung 260.
Amtsbezeichnungen 163.
Amtseinrichtungen 140.
Amtsgröße 51.
Anmeldung 266.
Anpassung 300.
Anpassungsfähigkeit 243.
A-Platz 199.
Anrufer 113, 144, 150.
Aufschalten 256.
Aufspeichern 149, 154, 200.
Ausgänge 36.
Auslöserelais 106.
Auslösung 108, 260.

B

Bandkabel 132, 136.
Batterie 152.
Bedingungen 97, 248.
Belastung 120.
Belegung 14.
Belegungsdauer 14.
Belegungsstunden 14.
Belegungszahl 14.
Berlin 66, 72, 75.
Besetzt 110.
Besonderheiten 45.
Betriebsforderungen 248.
Betriebsgüte 15.
Betriebskosten 9.
Bezirksknotenamt 68.
Bezugsdämpfung 146, 338.
B-Platz 199.
Buchstabenwahl 150, 163.
Bündel 13, 70, 345.
B-Verkehr 199.

C

Charakteristik 118.

D

Dämpfung 50, 80, 125, 338.
Dezentralisation 48, 171.
Dimensionierung 116.
Doppelkontakte 129.
Doppelte Vorwahl 26, 37.
Doppeltgerichteter Verkehr 42.
Drall 61, 89.
Drehmagnet 107.
Drehwähler 130.
Durchschaltung 338.

E

Einstellglied 107, 133.
Einzelantrieb 154.
Elektrolyse 98, 102.
Endfernamt 273.
Energieverbrauch 10, 100.
Entkoppelungen 86.
Entwicklungsstudien 211.
Entwurf von Stromläufen 106.
Erster Ruf 103.
Erwärmung 101, 124.

F

Fangen 258.
Fehler 196.
Fehlstrom 123.
Feld 116.
Fernämter 266.
Fernamtstrennung 256, 268.
Fernladung 258.
Fernnetze 273.
Fernplätze 267.
Fernsprechbezirke 69.
Fernverkehr 30, 153, 266.
Fernvermittlungsleitung 79.
Fernwahl 320.
Feuchtigkeit 98, 102.
Feuermelder 153, 258, 263.
Feuersgefahr 240, 262.
Fingerscheibe 164.

Forderungen 97, 248, 341.
Freie Wahl 107.
Freimeldewähler 205.
Freizeichen 110.
Frequenz 331.
Fritten 98, 111.
Funkenlöschung 91.

G

Gebühren 181.
Gemeinschaftsleitung 228.
Gesprächszählung 258.
Gesteile 136.
Glimmlampen 152.
Grundforderungen 97.
Gruppe 19.
Gruppenstellen 228.
Gruppenteilung 19.
Gruppenverbindung 31.
Gruppenwähler 107.
Gruppenzuschlag 21.
Gruppierung 52, 147.

H

Halbsebsttätiger Verkehr 314.
Handanlagen 194.
Hauptamt 52.
Hauptverkehrsstunde 17.
Hausgruppenstelle 228.
Hebdrehwähler 132.
Hebemagnet 106.
Hilfsplätze 151, 164.
Hinweisplatz 196.
Hochspannung 171.

I

Impulskorrektur 332.
Impulsumformer 334.
Induktion 86.
Induktive Stromstoßgabe 330.
Interessenfaktor 46.

K

Kapazität 86.
Kennziffer 199.
Knotenämter 54.
Konstruktionen 126.
Kontaktarm 130.
Kontaktdruck 169.
Kontakte 96, 128.
Kontaktsatz 132.
Konzentration 14.
Kopfkontakt 106.
Koppelungen 86, 93.

Korrektur 332.
Kraftanlage 152, 261.
Kraftfluß 116, 120.
Kraftmagnete 99.
Kreuzung 89.
Kritik 84.

L

Landanlagen 301, 324.
Läuten 110.
Leerlaufzeit 342.
Leistungskurve 18.
Leitungen 48, 52.
Leitungseinflüsse 259.
Leitungswähler 108, 132.
Linienrelais 106, 122.
Linienschaltung 106.
London 77.

M

Maschinensysteme 147, 154, 247.
Mehrfachausnutzung 94, 153.
Mehrfachkontakte 132, 135.
Mehrfachzählung 153, 168.
Meldefernverkehr 270.
Meldeverkehr 266.
Messungen 16.
Mikrophon 146.
Mischung 24, 186.
Mischwähler 36, 185.
Mitläufer 167, 173.
Motorwähler 141.
Münzfernsprecher 181.

N

Nahverkehr 301.
Nebenschlüsse 122.
Nebenstellen 12, 197, 245.
Neper 50, 125, 338.
Netze 48, 222, 273.
Netzgestaltung 48.
Netzgruppen 278.
Neueste Nachrichten 265.
Notruf 258, 262.
Nummernanzeiger 169, 200.
Nummernempfänger 131.
Nummernschalter 147.
Nummernscheibe 164.
Nummernwahl 106.

O

OB-Netzgruppen 314.
OB-Systeme 314.
Optische B-Plätze 200.
Ortsbesetzt 110.
Ortsnetze 48.

P

Parallelschaltung 96.
Paris 76.
Peripherieämter 51.
Polizeimelder 153, 258, 262.
Privatanlagen 12.
Prozentsatz der Wähler 31.
Prüfeinrichtungen 151.
Prüfen 106.
Prüfrelais 98, 103, 123.
Prüfstromkreise 98.
Puffern 152.

Q

Querverbindungen 78, 107, 178.

R

Rahmen 136, 254.
Register 149, 155.
Reichweite 122.
Reihenschaltung 96.
Relais 117, 126.
Reserven 82.
Rom 76.
Routineprüfeinrichtung 151.
Rückkontrolle 271.
Rückwärtige Sperrung 27, 38, 202.
Ruf 110.
Rufstromabschalten 110.
Ruhestellung 106.

S

Schaltungsaufbau 106.
Schaltungsdarstellung 104.
Schaltungskritik 84.
Schaltungslehre 83.
Schaltwerk 130.
Schaltzeiten 120.
Scheibe 164.
Schlußzeichen 258.
Schnellläufer 137.
Schnellverkehr 270, 303.
Schrittschaltwähler 130.
Schrittwählersystem 82, 154, 247.
Schwerpunkt 51.
Sender 155.
Sicherheiten 101, 119.
Signale 97, 101, 333.
Sofortverkehr 270, 303.
Sparmaßnahmen 36.
Speicherung 149, 154, 200.
Speisebrücken 258.
Speisung 108.
Sperrung 108.
Staffeln 23, 187.

Statistik 16.
Steuern 106.
Steuerrelais 106.
Störungen 160.
Störungsstelle 198.
Stromanstieg 116, 119.
Stromlieferung 152.
Stromstoßentzerrung 332.
Stromverbrauch 10, 100.
Stromwärme 103.
Symmetrie 90.

T

Tarif 168, 181.
Teilnehmerdichte 50, 215.
Teilnehmerfehler 198.
Teilnehmerstation 146.
Teilnehmerzugang 213.
Teilung 15.
Telephon 146.
Tilgungsbeträge 10.
Tonfrequenzwahl 330.
Trennung 256, 268.

U

Überbrückung 167, 173.
Übergreifen 24.
Überleitung 160, 194.
Übertrager 334.
Überwachung 151, 182, 198.
Uhrenregulierung 153, 263.
Umgehung 165.
Umleitung 151, 165.
Umrechnung 149, 154.
Umschaltung 194.
Umsteuerung 148, 168.
Universalsystem 317.
Unterämter 151, 174.
Untergruppen 37.
Unterzentrale 53.

V

Verbindungsaufbau 147, 152.
Verbindungsleitungen 52, 152.
Verbindungsverkehr 199.
Verkehrsabstufungen 29.
Verkehrsgrößen 13.
Verkehrswerte 14, 19, 39.
Verlust 15, 45.
Verstärker 81, 338.
Verteiler 195.
Verzögerung 110.
Vielfachschaltung 22.
Viereckwähler 133.
Voreinstellung 150.

Vorschalteschrank 33, 80.
Vorwähler 113, 130.
Vorwahlstufen 113, 150.

W

Wähler 130.
Wählerkontaktzahl 183.
Wählerrelais 128.
Wählerzahl 13, 28.
Wärme 103.
Wartezeiten 162.
Wechselstromwahl 330.
Wecken 110.
Weiche 343.
Weitfernverkehr 273, 341.

Wellenkontakt 107.
Wirkungsgrad 15.
Wirtschaftlichkeit 8, 84, 114.
Wohnungszentralen 228.

Z

Zählung 104, 258.
Zählkontrollschalter 180.
Zeichnungsdarstellung 104.
Zeitkonstante 120.
Zeitzonenzählung 143, 153, 181, 337.
Zonen 178.
Zonengruppen 182, 326.
Zonenschalter 144, 178.
Zwangläufigkeit 101.