

Neue Entwicklung im automatischen Telephonbetrieb [Fortsetzung und Schluss]

Autor(en): **Dill, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und
Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des
télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico /
Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri**

Band (Jahr): **24 (1946)**

Heft 2

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-873214>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

lierung der Papiere führt zu einer merkbaren elektrischen Verbesserung in den höheren Frequenzlagen. Die mechanischen Eigenschaften des Papiers werden aber verschlechtert. Die Dielektrizitätskonstante wird durch die Acetylierung um einige Prozent kleiner, was wiederum als Vorteil zu bewerten ist.

Es empfiehlt sich nicht, gewöhnliche Fernsprechkabel (Tonfrequenzbereich) mit acetyliertem Papier zu fabrizieren, da keine Vorteile resultieren. Für Trägerkabel, die im Bereiche von 12...108 kHz zu

übertragen haben, wiegen die Nachteile die Vorteile auf. Einzig für Spezialstromkreise, wie zur Uebertragung des Hochfrequenz-Telephonrundspruchs (175...307 kHz), dürfte die Verwendung von acetyliertem Papier wesentliche Vorteile bieten.

Für die wertvolle Unterstützung bei der Beschaffung von acetyliertem Papier und der Herstellung der Versuchskabel möchte ich der Firma Sandoz AG. in Basel und den Kabelwerken Brugg meinen besten Dank aussprechen.

Neue Entwicklungen im automatischen Telephonbetrieb

Von Hans Dill, Zürich
(Fortsetzung und Schluss)

621.395.34

8. Umrechnung der Fernkennzahl

Zur Umrechnung der Fernkennzahlen sind in den Fernknoten- und Fernendämtern, das heisst in allen Netzgruppenhauptämtern, besondere *Fernregister* oder *Umrechner* eingebaut. Im Prinzip benötigt ein solcher Stromkreis (Fig. 12) zwei Schrittschalter SS_1 und SS_2 zur Aufnahme der Zehner und Einer der Fernkennzahl, einen 100teiligen Sucher (Translator) zu acht Bürsten a...h, einige Relaispaare Ag...Ah und einen Kontrollschalter (KS).

Jeder Fernkennzahl, mit andern Worten jeder Netzgruppe, entspricht eine bestimmte Bürstenstellung des Translators. Durch sie ist die Anzahl und Grösse der Wahlziffern für die Verbindungen nach einer bestimmten Netzgruppe festgelegt. Durch die Verbindung des betreffenden c-Kontaktes des Translators mit den Relais Ag...Ah wird die Anzahl der Wahlziffern bestimmt, während die Grösse der einzelnen Ziffern (Impulszahl) aus der Verdrahtung der Translatorskontakte d...h nach dem Kontaktbogen des Kontrollschalters (KS) hervorgeht. Der Ueber-sichtlichkeit halber sind in der Fig. 12 nur die Verdrahtungen für die Netzgruppen Thun (033) und Locarno (093) gezeigt, und zwar für ein in Zürich aufgestelltes Register.

Die Stromkreise in andern Fernämtern des gleichen Systems würden sich, nebenbei bemerkt, entsprechend den Leitwegen oder Wahlziffern, lediglich in der Verdrahtung des Translators von dem in Fig. 12 dargestellten Register unterscheiden.

Den Vorgang der Umrechnung selbst betrachten wir an Hand einer Verbindung Zürich—Locarno (093).

Nach dem Einstellen der Ziffer 0 (in der Figur nicht besonders gezeigt) gelangt der Zürcher Teilnehmer über einen 1. Gruppenwähler (1. GW) und den Registersucher (RS) an ein Fernregister. Die beiden nächsten Ziffern, 9 und 3, bringen die Schrittschalter SS_1 und SS_2 in die im Schema gezeichneten Stellungen. Hierauf beginnt der Translator zu drehen; die Bürsten a...h wandern, in der Papierebene gesehen, gleichzeitig nach rechts. Sobald der Kontakt 93 erreicht ist, schliesst sich ein Stromkreis für das Relais P mit der Erde (+) über die Translatorbürste b und Kontakt 93, Kontakt 3 und Bürste von SS_2 , Bürste und Kontakt 9 von SS_1 , Translatorskontakt 93 und Bürste a, über die Wicklung des Relais P nach der Batterie (—). Das Relais P spricht an und legt die Erde an seinem Umschaltkontakt um. Der

Kupplungsmagnet des Translators (TS) fällt ab und setzt denselben still. Wie aus der Figur hervorgeht, ist bei den gegebenen Bürstenstellungen der Schrittschalter SS_1 und SS_2 für das Relais P kein anderer Stromkreis möglich als über den Translatorskontakt 93.

Die Erde am Arbeitskontakt des Relais P erregt über die Translatorbürste c und den Kontakt 93 die Relais Ag4 und Ah4 in Serie, wodurch die Zahl der Wahlziffern für Locarno auf deren vier festgesetzt ist. Mit dem Ansprechen des Relais Ah4 wird die Erde über die Bürste e und den Kontakt 93 an den Kontakt 12 des Kontrollschalters (KS) gelegt.

Inzwischen hat der 1. Gruppenwähler (1. GW) auf Grund der Ziffer 0 einen Ausgang nach dem automatischen Fernamt, das heisst in Bell-Aemtern wie Zürich, eine Wählende Verbindungsleitung (WVL) gefunden. Mit der Batterie am Ruhekontakt des Relais Si, über den a-Draht, die Wicklungen der Relais Is und Hs in Serie, den b-Draht und die Wicklung des Relais A nach der Erde, spricht das Relais Hs an und damit das Ueberwachungsrelais Lb und in der Folge das Relais He. Letzteres schliesst die Wicklung des Relais Hs, 15 000 Ω , kurz, wodurch die Schlaufe niederohmig wird (Sendekontrolle). Im Fernregister sprechen nacheinander die Relais A und Sd an. Das Relais Sd hält und erregt das Relais Sa, wodurch die Wicklung des Relais A kurzgeschlossen wird; gleichzeitig legt es den Wählimpulsunterbrecher (WU) an die Wicklung des Relais Si. Dieses öffnet einerseits impulsässig die Schlaufe a/b mit dem Relais Is und setzt andererseits den Kontrollschalter (KS) in Gang. Das Relais Is seinerseits überträgt die Impulse nach dem Richtungsmarkierer (RM) zur Bestimmung der abgehenden Richtung, in unserem Falle Lugano.

Beim 12. Schritt findet die Bürste des Kontrollschalters (KS) die über die Translatorbürste e durchverbundene Erde. In diesem Stromkreise zieht das Relais K auf, hält über den Kontakt BK des Kontrollschalters (KS) und unterbricht den Haltestromkreis des Relais Sd. Mit dem Relais Sd fällt auch Si ab, womit die erste Impulsreihe abgeschlossen ist. Ueber das angezogene Relais K und den Arbeitskontakt von Ag4 wird das Ah3 erregt. Ueber seinen Arbeitskontakt bereitet dieses einen Stromkreis vor für das augenblicklich noch kurzgeschlossene Relais Ag3; mit seinem Umschaltkontakt schaltet es

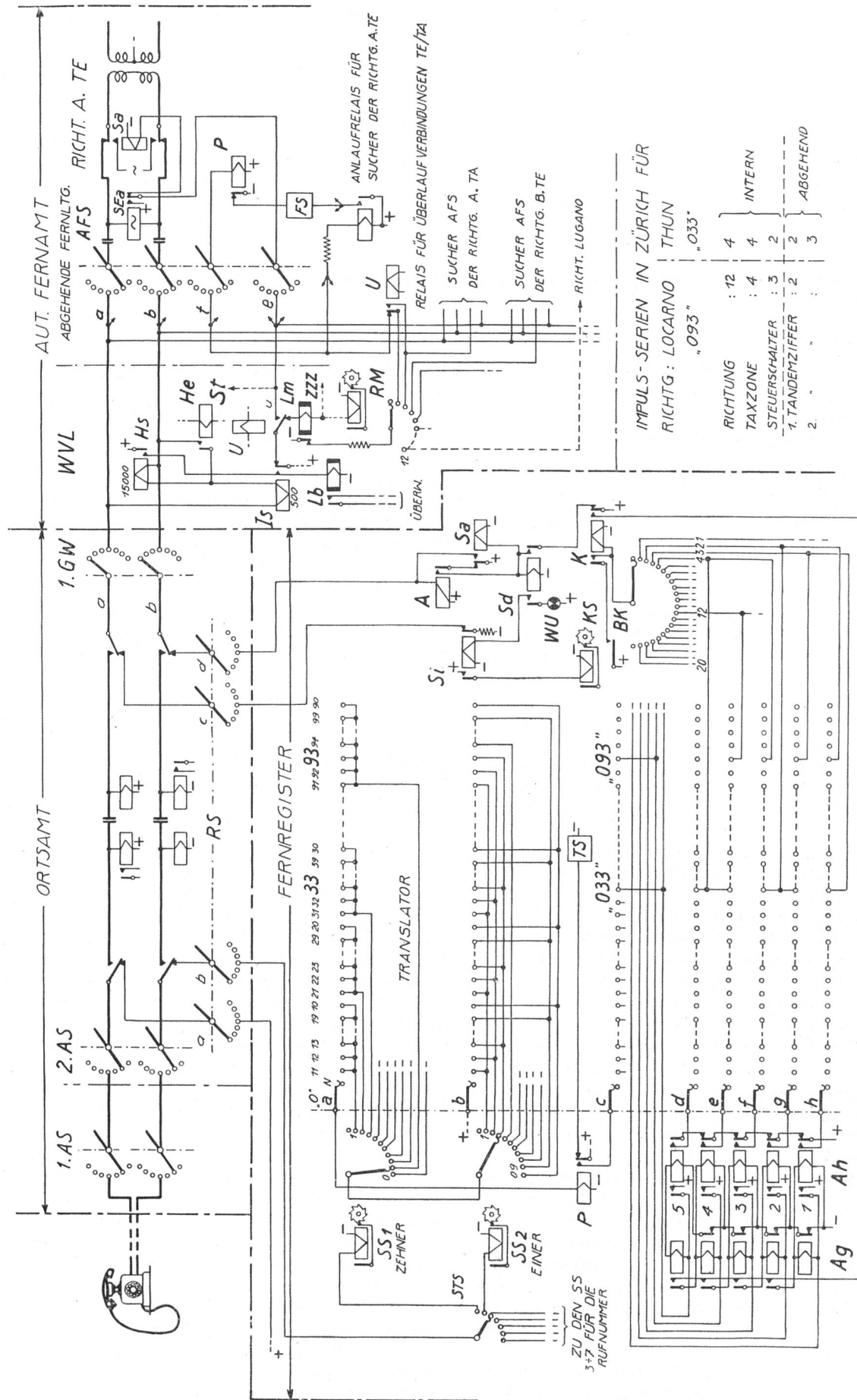


Fig. 12. Umrechnung der Fernkennzahl (Translation im Fernregister)

die Kontrollerde von der Bürste e auf die Bürste f um. Der Kontrollschalter (KS) dreht nun in die Normalstellung zurück (in der Figur nicht gezeigt). Dadurch öffnet sich der Kontakt BK und das Relais K fällt ab. Der Kurzschluss von Ag3 ist dadurch aufgehoben. Dieses spricht an und bereitet den Stromkreis für das folgende Relaispaar Ag2/Ah2 vor.

Ueber die Translatorbürste f und den Kontakt 93 wird die Kontrollerde an den Kontakt 4 des Kontrollschalters gelegt. Die Auszählung der zweiten Wahlziffer zur Bestimmung der Taxzone (ZZZ) ist demnach eine „4“ und erfolgt in der bereits beschriebenen Weise.

Die nächste Ziffer „3“, durch die Translatorbürste g bestimmt, wird durch das Relais Is nach einem Steuerschalter (ST), ähnlich dem Richtungsmarkierer (RM), übertragen, wie in der Figur angedeutet.

Sobald die belegte Tandem-(TA-)Leitung Zürich—Lugano den Belegungs- und Bereitschaftsimpuls abgegeben hat, sendet das Register als letzte Wahlziffer die Tandemziffer „2“ für Lugano aus. Diese wird durch die Translatorbürste h bestimmt und vom Relais Is über den e-Draht und den Ruhekontakt des Signalempfängers SEa unmittelbar auf das Senderrelais Sa der abgehenden Fernleitung übertragen und bewirkt die Durchschaltung auf eine Leitung Lugano—Locarno.

Nach dem Empfang des zweiten Bereitschaftsimpulses, diesmal aus Locarno, zählt das Register die Rufnummer aus, die es inzwischen auf den fünf weitem Schrittschaltern SS₃...SS₇ empfangen hat (in der Figur nicht gezeigt), worauf aus Locarno der Wahlschlussimpuls eintrifft. Sämtliche Rücksignale (Wechselstromimpulse) werden vom Signalempfänger SEa der abgehenden Fernleitung aufgenommen und als Gleichstromimpulse über den e-Draht rückwärts geleitet. Die zwei Bereitschaftsimpulse und der Wahlschlussimpuls werden ebenfalls dem bereits erwähnten Steuerschalter (ST) mitgeteilt, der in der Folge eine vorausbestimmte Stellung (6) erreicht. In diesem Augenblicke wird die Schlaufe neuerdings niederohmig geschaltet, wodurch das Fernregister auslöst und die Durchschaltung der Sprechdrähte veranlasst.

Für die Richtung Thun (033) ist der Translatorkontakt c nach Ag5/Ah5 verbunden. Die Zahl der Wahlziffern ist damit auf fünf festgelegt, wovon zwei für Bern (Fig. 10). Bei dieser Verbindung treffen im ganzen vier Rücksignale ein: drei Bereitschafts- und ein Wahlschlussimpuls. Der Steuerschalter (ST) benötigt in diesem Falle vom Register her nur eine „2“, um durch den Wahlschlussimpuls wiederum auf die Stellung 6 zu gelangen.

Aus der Fig. 12 ist endlich noch das Prinzip der Anschaltung und des Ueberlaufs vom Terminal- auf das Tandembündel in den Bell-Aemtern ersichtlich. Das Relais Lm, das nach erfolgter Einstellung des Richtungsmarkierers (RM) abfällt, verbindet über den Ruhekontakt des Relais U die Prüfspannung an die Sucherkontakte des Abgehenden Fernleitungsuchers (AFS), Richtung A, Terminal. Andererseits erregt es den gemeinsamen Anlaufstromkreis dieser Sucher, von denen einer aufprüft und die Verbindung übernimmt.

Wenn während der Verkehrsspitzen keine Terminalleitung mehr verfügbar ist, so schliesst das Ueber-

laufrelais U seinen Arbeitskontakt. Die Prüfspannung ist dadurch an die Sucher der Richtung A, Tandem, umgelegt, die nun die Ueberlaufverbindungen aufnehmen.

9. Prinzip der Durchschaltung über Wahlverstärker in einem Tandemamt

Die Restdämpfung für Fernverbindungen ist zur Zeit auf 1 Neper festgelegt (vgl. Fig. 1). Eine Reduktion auf ungefähr 0,5 Neper wird bei weiterer Modernisierung und künftigen Verbesserungen im automatischen Fernnetz, insbesondere durch den vermehrten Einsatz von Vierdraht-(Träger-)Leitungen, möglich sein.

Als Wahlverstärker dienen die üblichen Zweidrahtverstärker. Sie stehen mit den ankommenden Zweidraht-Tandemleitungen über mehrarmige Sucher (VS) in Verbindung (Fig. 14). Die Wahlverstärker sind ferner ergänzt durch einen Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis (VK) und vier künstliche Dämpfungen (D) im Gesamtwert von 1,5 Neper, die dem Potentiometer vorgeschaltet sind (vgl. hierzu die Fig. 3 und 14). Die Verstärkung ist am Potentiometer fix auf 1,7 Neper eingestellt. Im Ruhezustand des Verstärkers sind sämtliche Dämpfungsglieder eingeschaltet, wodurch der Verstärkungsgrad effektiv auf 0,2 Neper herabgedrückt wird. Wird ein Verstärker belegt, so wird die Verstärkung automatisch durch das Ueberbrücken bzw. Abschalten eines oder mehrerer Dämpfungsglieder der entsprechenden Leitungskombination angepasst.

Auf fixverstärkten Verbindungen erfolgt die Einstellung des Verstärkungsgrades, nach Fig. 13, I...III, unter der Annahme der heute üblichen Restdämpfung von 1 Neper. Für die Fälle I und II ergeben sich Verstärkungsgrade von $g_1 = 1,1$ und $g_2 = 0,5$ Neper, oder allgemein ausgedrückt $g_1 = a + b - 1$ und $g_2 = b + c - 1$, wenn a, b und c die Dämpfungen der drei Leitungsabschnitte bedeuten. Der Fall III zeigt die nämlichen drei Leitungsabschnitte zu einer einzigen Verbindung zusammengeschaltet. Beide Verstärker in A und in B sind hierbei, wie in solchen Fällen üblich, gleich eingestellt, das heisst auf $g_1 = g_2 = 0,85$ Neper.

Hätte man diese für fixverstärkte Verbindungen einfachen Regeln in den automatischen Fernbetrieb übernehmen wollen, so müssten die Verstärkungsgrade in den Tandemämtern A und B demnach das eine Mal auf 1,1 bzw. 0,5 Neper, das andere Mal, mit den nämlichen Leitungen zusammen, auf je 0,85 Neper eingestellt werden. Jeder Wahlverstärker hätte sowohl die Zahl wie die Dämpfungen aller Leitungsabschnitte zu berücksichtigen.

Eine automatische Regulierung des Verstärkungsgrades auf dieser Basis wäre indessen viel zu kompliziert und unwirtschaftlich ausgefallen. Es ist daher eine andere, der Automatik besser angepasste Methode gewählt worden. Nach dieser wird der Verstärkungsgrad eines Wahlverstärkers (WV) lediglich den Dämpfungen der beidseitig angeschalteten Leitungen angepasst.

Normalerweise kompensiert jeder Wahlverstärker nur die Dämpfung der ankommenden Leitung; Verstärkungsart $g=a$. Eine Abweichung besteht einzig für den letzten Verstärker in einer Verbindung, dessen

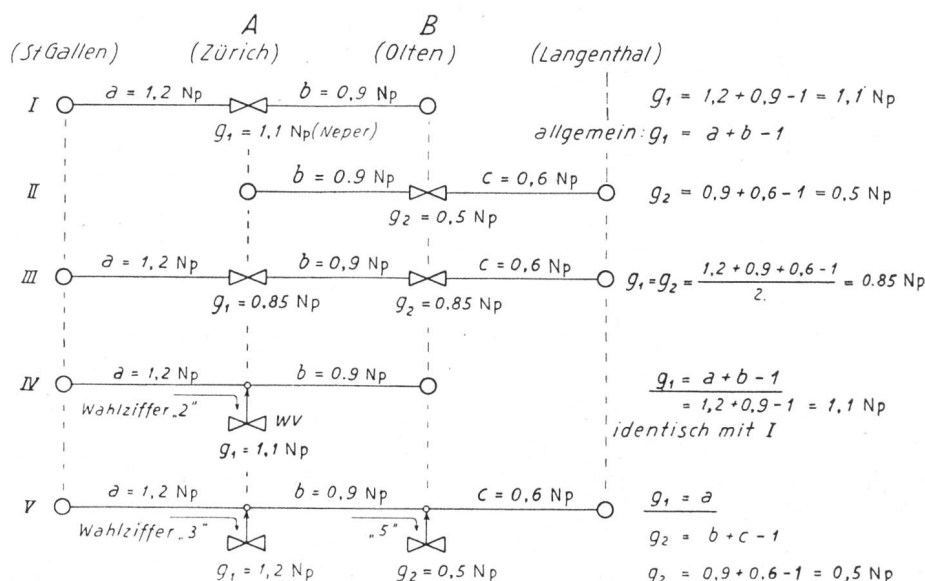


Fig. 13. Einstellung des Verstärkungsgrades auf fixverstärkten Verbindungen und in Tandemverbindungen

Verstärkungsgrad so eingestellt wird, dass er gleich der Summe der Dämpfungen der angeschalteten Leitungsabschnitte, abzüglich den Wert der gewünschten Restdämpfung ist; Verstärkungsart $g = a + b - 1$. In Verbindungen mit nur einem Wahlverstärker, Fall IV, wird $g_1 = a + b - 1 = 1,1$ Neper, mit andern Worten, gleich gross wie in einer fixverstärkten Verbindung (Fall I). In Verbindungen mit zwei Wahlverstärkern dagegen, Fall V, entdämpft nun der Verstärker in A lediglich den ankommenden Leitungsabschnitt, das heisst $g_1 = a = 1,2$ Neper. Die entsprechende Art der Verstärkung $g = a$ oder $g = a + b - 1$ wird dem Wahlverstärker durch zwei verschiedene Wahlziffern mitgeteilt.

Im Falle IV, Beispiel einer Verbindung St. Gallen—Olten, sendet das Fernregister in St. Gallen, auf Grund der Fernkennzahl 062, die Wahlziffer 2 nach Zürich, die die Verstärkungsart $g_1 = a + b - 1$ kennzeichnet, das heisst in diesem Falle $g_1 = 1,1$ Neper.

In einer Verbindung St. Gallen—Langenthal dagegen, Fernkennzahl 063, empfängt der Wahlverstärker in Zürich von St. Gallen her die Wahlziffer 3, Fall V, womit die Verstärkung, $g_1 = a$, der Dämpfung des Leitungsabschnittes St. Gallen—Zürich angepasst wird, $g_1 = 1,2$ Neper. Die folgende nach Olten übermittelte Wahlziffer bestimmt dort die Verstärkung $g_2 = b + c - 1 = 0,5$ Neper. Die Gesamtverbindung erhält damit, in Übereinstimmung mit dem Fall III, die gewünschte Restdämpfung von 1 Neper.

Die ankommende Tandemleitung ist über den Sucher (VS) mit dem Wahlverstärker und über den Sucher (AFS) mit einer abgehenden Fernleitung verbunden (Fig. 14).

Die künstlichen Dämpfungen (D) bestehen, wie im einzelnen gezeigt wird, aus vier mit bifilaren Widerständen gebildeten H-Gliedern (so genannt wegen ihrer H-förmigen Anordnung) zu 0,1, 0,2, 0,4 und 0,8 Neper. Durch die Betätigung der Steuerrelais St können diese Glieder einzeln oder miteinander ausgeschaltet bzw. überbrückt werden, was eine schrittweise Veränderung des Verstärkungsgrades in den

Grenzen von 0,1...1,5 Neper in Stufen von 0,1 Neper ermöglicht.

Jede Fernleitung signalisiert die ihr eigene Dämpfung in Form von Erdimpulsen über die Sprech- und Nachbildungsleiter nach dem Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis. Zu diesem Zwecke sind die Drähte a...d der ankommenden und abgehenden Fernleitungen jeder für sich an die Punkte 1...4 bzw. 5...8 herausgeführt. Je nach der Dämpfung einer Leitung sind einer oder mehrere dieser Punkte an + (Erde) verbunden (siehe Tabelle Fig. 14). Hat zum Beispiel eine ankommende Leitung eine Dämpfung von 0,9 Neper, so liegen die Punkte 1, 2 und 3 an Erde. Bei einer abgehenden Fernleitung mit 1 Neper Dämpfung ist der Punkt 8 an Erde. Auf diesen letzten Fall werden wir noch besonders zurückkommen.

Die Fig. 14 veranschaulicht die Durchschaltung der Verbindung St. Gallen—Olten (siehe Figur 13, IV) im Tandemamt Zürich. Nach dem früher Gesagten empfängt die ankommende Tandemleitung in Zürich die Wahlziffer 2 aus St. Gallen. Diese wird vom Signalempfänger SEe aufgenommen und dem Richtungsmarkierer (RM) übermittelt, der auf den Kontakt 2 zu stehen kommt. Ueber die a-Bürste des Richtungsmarkierers (RM) wird eine Prüfspannung an die Sucher (AFS) der abgehenden Terminalleitungen Zürich—Olten gegeben und gleichzeitig der Anlaufstromkreis dieser Suchergruppe angeregt. Einer dieser Sucher prüft, wodurch die Punkte 5...8 kurzzeitig nach den Sprech- und Nachbildungsdrähten verbunden werden. Mittlerweile hat sich ein freier Wahlverstärker über den Sucher (VS) an die ankommende Tandemleitung angeschaltet.

Ueber die b-Bürste und den Kontakt 2 des Richtungsmarkierers (RM) zieht das Relais As kurzzeitig auf. Die Erde an den Punkten 1...4 gelangt damit nach dem Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis, wo die 1...4 Relais G ansprechen und halten; ebenso die 1...4 Relais H über die Drähte 5...8. Im vorliegenden Falle hat die ankommende Leitung 1,2 und die abgehende 0,9 Neper Dämpfung. Nach der Tabelle sprechen somit die Relais G₂ und G₄ sowie H₁...H₄

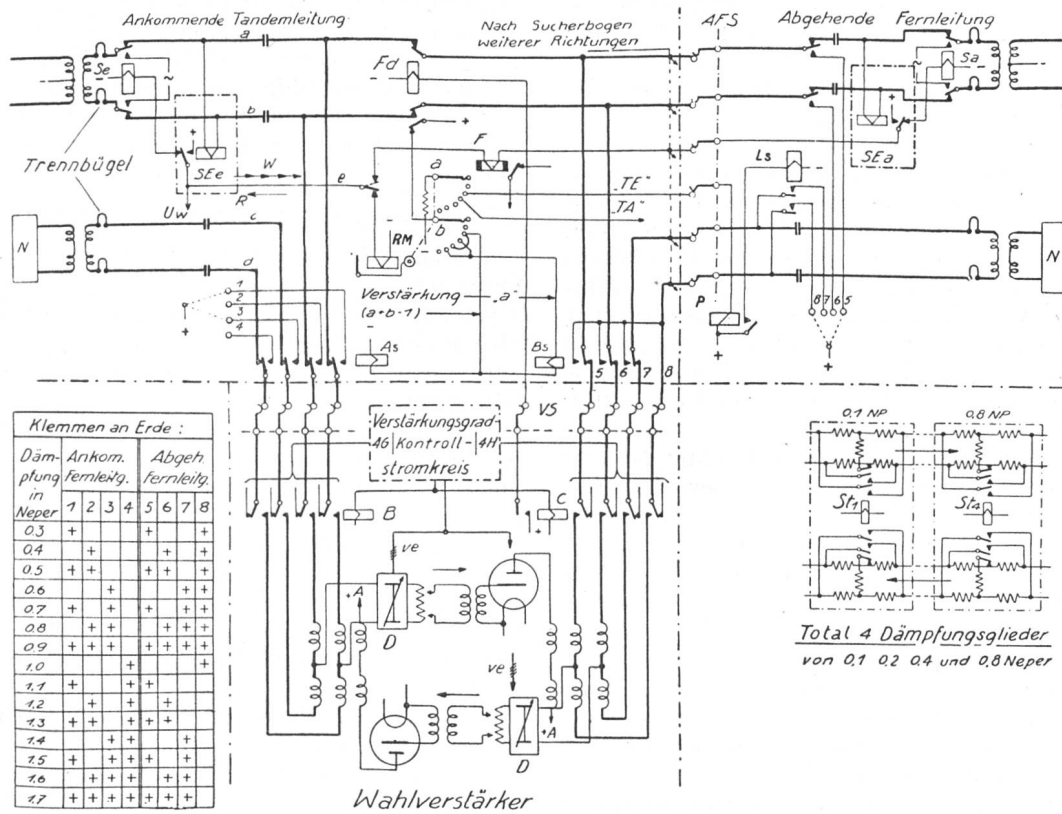


Fig. 14. Prinzip der Durchschaltung über Wahlverstärker in einem Tandemamt

an. Durch das Ansprechen dieser Relais werden vom Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis aus, entsprechend einer Gesamtdämpfung von 2,1 Neper, über die Drähte *ve* die Steuerrelais *St*₁ und *St*₄ betätigt und die Dämpfungsglieder 1 und 4 ausgeschaltet. Die Glieder 2 und 3 mit 0,2+0,4 = 0,6 Neper Dämpfung bleiben dagegen eingeschaltet. Da das Potentiometer am Verstärker, wie bereits gesagt, auf 1,7 Neper eingestellt ist, wird ein Verstärkungsgrad von 1,7-0,6 = 1,1 Neper freigegeben. Dieser Wert entspricht demjenigen in Fig. 13, IV: $g_1 = 1,2 + 0,9 - 1 = 1,1$ Neper.

Anschliessend sprechen im Verstärkeranschaltstromkreis die Relais B und C an und schalten ankommende und abgehende Leitung samt ihren Nachbildungen nach dem Verstärker durch. Im ankommenden Leitungsstromkreis zieht das Relais *Fd* auf und öffnet die Sprechdrähte.

Ist die Gesamtdämpfung beider Leitungen zusammen kleiner als 1,2 Neper, so scheidet der Wahlverstärker aus der Verbindung aus. Die Sprechdrähte bleiben in diesem Falle über die Ruhekontakte des Relais *Fd* durchgeschaltet.

Wir betrachten weiter die Verbindung St. Gallen—Langenthal (Fig. 13, V). Die ankommende Tandemleitung empfängt vom Fernregister in St. Gallen die Wahlziffer 3. Ueber die *a*-Bürste und den Kontakt 3 des Richtungsmarkierers (RM) wird diesmal die Suchergruppe der Tandemleitungen Zürich—Olten angereizt und eine dieser Leitungen belegt. Ueber die *b*-Bürste und den Kontakt 3 werden, im Gegensatz zu der vorigen Verbindung, die Relais *Bs* und *As*

in Serie erregt. Die Dämpfungsangabe der ankommenden Leitung bleibt unverändert. Auf der abgehenden Seite aber werden die Drähte 5, 6 und 7 über die Umschaltkontakte des Relais *Bs* gemeinsam nach Draht 8 verbunden. Dieser führt in der Folge allein ein Erdpotential nach dem Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis, unbekümmert darum, welche der Punkte 5...8 an Erde liegen. Dieser Zustand, das heisst Draht 8 allein an Erde, kennzeichnet, wie schon früher hervorgehoben, eine Dämpfung von 1 Neper. Das Ansprechen des Relais *Bs* bewirkt somit allgemein, dass jede beliebige Dämpfung *x* einer abgehenden Leitung durch die Dämpfungsangabe 1 Neper ersetzt wird. Der Verstärker selbst berücksichtigt wiederum beide Dämpfungen, der ankommenden wie der abgehenden Leitung, und bringt sie zusammen auf die Restdämpfung von 1 Neper. Da nun aber die Dämpfung *b*, wie eben erläutert, in die Dämpfung 1 Neper umgesetzt worden ist, ergibt sich ein Verstärkungsgrad von $g_1 = a + 1 - 1 = a$, das heisst $g_1 = 1,2$ Neper.

Zusammenfassend sei festgehalten, dass der Wahlverstärker in jedem Falle die Dämpfungen beider Leitungsabschnitte berücksichtigt und sie zusammen auf die Restdämpfung von 1 Neper bringt. Während aber der Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis von der abgehenden Leitungsseite her in einem Falle (Relais *Bs* in Ruhelage) die wirkliche Dämpfung *b* signalisiert erhält, empfängt er im andern Falle (Relais *Bs* aufgezogen) die fiktive Dämpfungsangabe 1 Neper. Aus dieser Differenz resultieren allgemein die beiden Verstärkungsarten: $g = a + b - 1$ und $g = a + 1 - 1$ oder $g = a$.

Bei der betrachteten Verbindung empfängt die ankommende Tandemleitung in Olten anschliessend noch die Wahlziffer 5, worauf der dortige Wahlverstärker auf $g_2 = b+c - 1$ oder $g_2 = 0,5$ Neper Verstärkung einstellt (vgl. Fig. 13, V).

Die Wählimpulse werden vom Signalempfänger SEe (Wechselstromrelais oder polarisiertes Relais in Gleichrichterbrücke) aufgenommen und als Gleichstromimpulse (W) über den Draht e unmittelbar nach dem Senderrelais Sa der abgehenden Fernleitung übertragen (Fig. 14). Dieses gibt sie als Wechselstromimpulse an die Fernleitung weiter. Impulskorrekturschaltungen sorgen für die Einhaltung der hierbei vorgeschriebenen Impulslängen, d. h. 50...55 ms Schliessen und 50...45 ms Oeffnen, bei 10 Impulsen in der Sekunde.

Ueber den gleichen Draht, jedoch ohne Impulskorrektur, werden die Rücksignale (Bereitschafts-, Wahlschluss- und Antwortimpuls) vom Signalempfänger SEa nach dem Senderrelais Se und der ankommenden Leitung übermittelt. In den Draht e ist die Wicklung des niederohmigen Relais F eingeschaltet. Während der Impulsübermittlungen bleibt dieses angezogen und bewirkt, dass die Sprechdrähte am Eingang zum Verstärker kurzgeschlossen werden. Dies ist nötig, um ein Pfeifen des Verstärkers zu vermeiden und gleichzeitig zur Beruhigung der Leitung nach der erfolgten Impulsübertragung.

Endlich liegt im Impulszug des Signalempfängers SEe noch die Ueberwachung (Uw), im Prinzip ein langsam abfallendes Relais mit ungefähr 250 ms Ab-

fallverzögerung. Während den Wählimpulsen bleibt dieses angezogen. Bei einem länger dauernden Impuls (Auslöseimpuls), fällt das Ueberwachungsrelais ab und gibt den ankommenden und in der Folge den abgehenden Leitungsstromkreis frei. Dieser sendet seinerseits einen Auslöseimpuls nach dem nächsten Amt usf.

10. Tandembetrieb und Nutzeffekt des Fernnetzes

Bis zum Sommer 1945 standen die Tandemämter Olten und Zürich im Betrieb, deren Verknotung allerdings erst mit der Eröffnung der übrigen Tandemämter abgeschlossen werden kann. Mit der Verknotung des gemeinsam auf diese zwei Aemter anfallenden Fernverkehrs konnten vorläufig 18 bisher von einander unabhängige Leitungsbündel zwischen Olten und Zürich zu zwei kräftigen Bündeln zusammengefasst werden (Fig. 15; vgl. auch Fig. 8 und 9). Die Leistungsfähigkeit der einzelnen Leitung Olten—Zürich, gemessen in Gesprächsverbindungen bei wartefreiem Verkehr, stieg dadurch um ungefähr 60 Prozent. Mit der Inbetriebnahme der Tandemämter Chur, Basel und Bern gegen Ende 1945 anfangs 1946 gewinnen diese Verbesserungen weiter bedeutend an Umfang.

Fig. 16 veranschaulicht zunächst die Entwicklung der Leitungsverhältnisse für die beliebig herausgegriffenen Aemter Bern, Biel, Burgdorf, Olten, Rapperswil und Zürich während der Jahre 1930...1944 (Leitungszahlen nach Verkehrskarten). Olten, als Amt mittlerer Grösse unter den sechs betrachteten, ein-

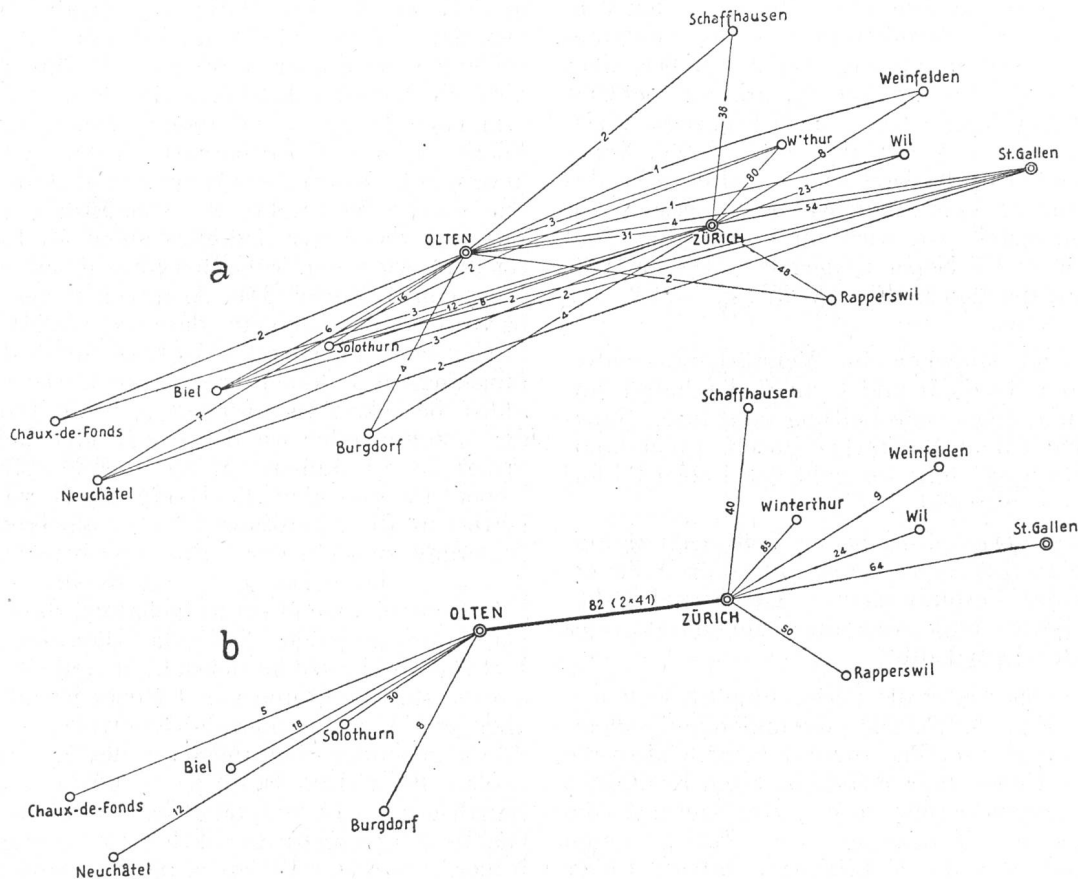


Fig. 15. Leitungsverhältnisse zwischen Olten und Zürich:
 a) vor der Eröffnung des Tandemverkehrs; b) nach der Eröffnung des Tandemverkehrs

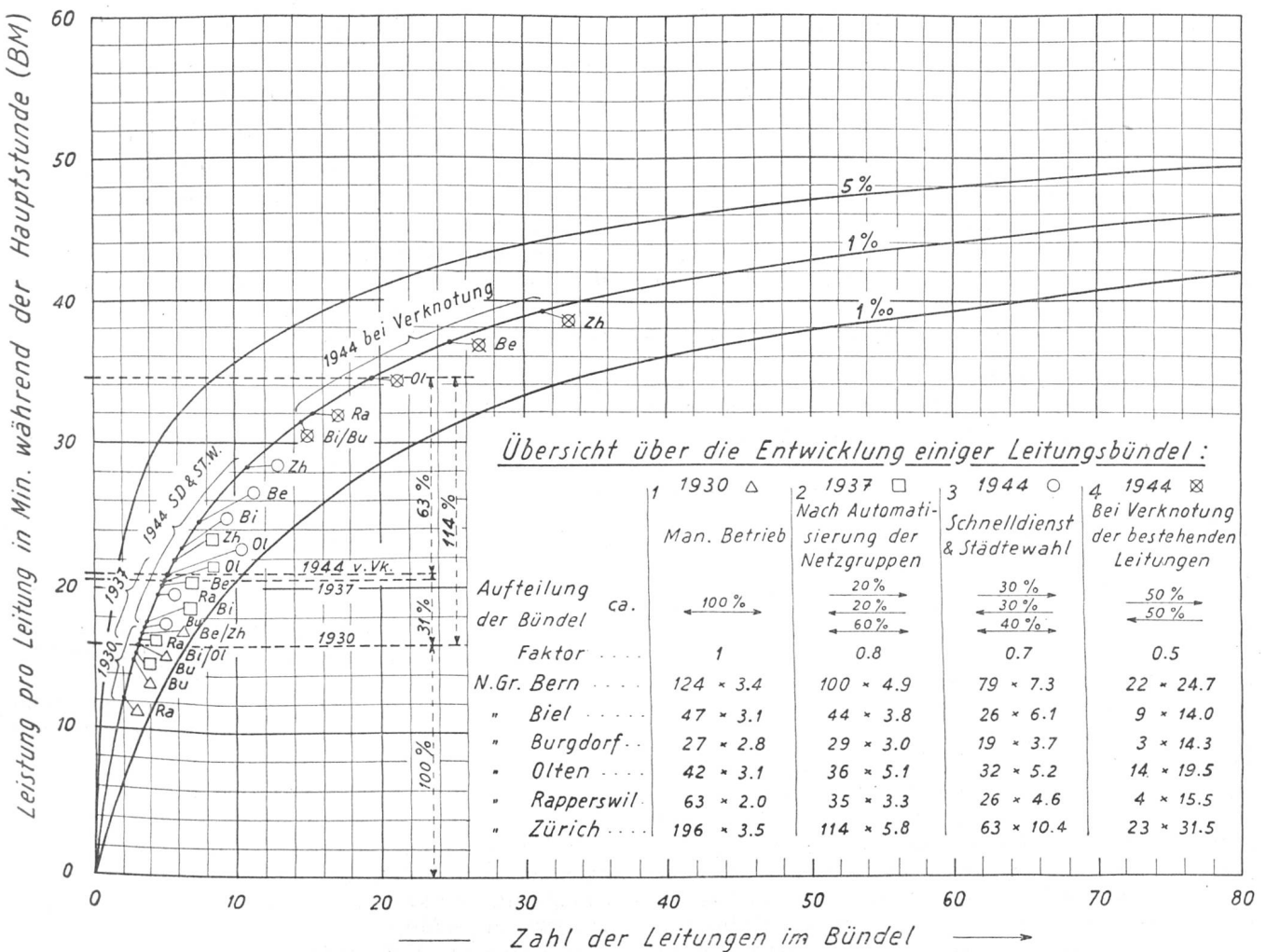


Fig. 16. Entwicklung einiger Leitungsbündel und die Leistung der Leitungen in vollkommenen Bündeln

schliesslich der dazugehörigen Netzgruppe, verfügte im Jahre 1930 (Kolonne 1) über 42 direkte Fernleitungsbündel zu durchschnittlich 3,1 Leitungen nach andern Netzgruppen. Diese Leitungen waren noch fast ausschliesslich handbedient und demnach von beiden Seiten zu 100 Prozent zugänglich. 1937 besass Olten noch 36 Bündel. Ein Teil der Leitungen führte infolge der Automatisierung bereits gerichteten Verkehr. Dieser ist mit 20 Prozent für jede Richtung angenommen worden. Auf jeder Seite waren somit 20 Prozent gerichteter und 60 Prozent handvermittelter Verkehr möglich, mit andern Worten, es waren noch insgesamt 80 Prozent der Leitungen zugänglich. Unter dieser Annahme (Faktor 0,8) umfasste jedes Bündel durchschnittlich 5,1 Leitungen. Bis zum Jahre 1944 ging die Zahl der direkten Bündel infolge weiterer Automatisierungen neuerdings leicht zurück, wogegen die Zahl der von einer Seite aus erreichbaren Leitungen unter der Annahme eines Faktors 0,7 (30 Prozent gerichtete und 40 Prozent handbediente Leitungen) auf durchschnittlich 5,2 für jedes Bündel anstieg. Die Kolonne 4 endlich zeigt die Verhältnisse, wenn mit dem im Jahre 1944 vorhandenen und für die Kolonne 3 zugrundeliegenden Leitungsbestande die Verknötung gleich in sämtlichen Tandemämtern hätte durchgeführt werden können. Mit der vollständigen Verknötung des Verkehrs werden die zur

Bedienung zweier Gegenämter verfügbaren Leitungen zu gleichen Teilen für den ankommenden und abgehenden Verkehr aufgeteilt. Danach hat jede Seite nur noch zu 50 Prozent dieser Leitungen Zugang. Mit dem Faktor 0,5 hätte Olten über 14 abgehende Bündel mit durchschnittlich 19 Leitungen verfügt. In gleicher Weise ist die Entwicklung für die übrigen fünf Aemter gezeigt.

Wie zunächst aus dem Vergleiche der Kolonnen 1...3 hervorgeht, konnte, dank der fortschreitenden und konsequent durchgeführten Automatisierung, in den verschiedenen Netzgruppen während der Jahre 1930...1944 bereits eine wesentliche Verbesserung in den Leitungsverhältnissen erzielt werden.

Aus dem Vergleich der Kolonnen 3 und 4 geht die weitere Verbesserung hervor, die mit der fortschreitenden Verknötung des Fernverkehrs auf die Tandemämter erreicht wird. Während die Bündelzahlen der sechs betrachteten Aemter durchschnittlich auf den vierten Teil zurückgehen, steigt andererseits die Zahl der Leitungen im Bündel, trotz der Abnahme des Faktors von 0,7 auf 0,5, auf gut das Dreifache an. Aus dieser Tatsache ziehen in erster Linie kleinere Aemter mit verhältnismässig vielen aber schwachen Leitungsbündeln, wie zum Beispiel Burgdorf und Rapperswil, den Nutzen.

Die in Fig. 16 dargestellte Kurve veranschaulicht die Leistungsfähigkeit einer jeden Leitung in Abhängigkeit von der Bündelgrösse, gemessen in Belegungsminuten während der Hauptstunde (BM) bei 1 Prozent Verlust, das heisst bei praktisch wartezeitlosem Verkehr.

In dieser Kurve sind die Leitungsbündel der sechs betrachteten Aemter, gemäss den Kolonnen 1...4, eingetragen, und zwar ohne Rücksicht auf die entsprechende Verkehrsbelastung der Leitungen. Die Bündelgrössen für Olten sind beispielsweise 3,1, 5,1, 5,2 und 19,5 Leitungen. Unter der gleichen Voraussetzung, nämlich des wartezeitlosen Verkehrs, würden die einzelnen Leitungen dieser Bündel 16, 20,6, 21 und 34,5 Belegungsminuten (BM) leisten. Setzt man die Leistung jeder Leitung für Olten im Jahre 1930 gleich 100 Prozent, so entspricht der Bündelgrösse 1944, das heisst vor der Verknotung (Kolonne 3), eine Leistungssteigerung von 31 Prozent, während aus der vollständigen Verknotung über Olten eine weitere Besserung von 63 Prozent resultieren wird oder im gesamten um 114 Prozent gegenüber dem Jahre 1930.

Für Burgdorf und Rapperswil wird die Verknotung Leistungszunahmen von 17,5 auf 31,5 bzw. von 19,8 auf 32 Belegungsminuten (BM) oder 80 Prozent bzw. 62 Prozent ergeben; für Bern beträgt die Zunahme mit 24,5 auf 37 Belegungsminuten 51 Prozent. Im gesamten schweizerischen Fernnetz wird die Verknotung nach vorstehender Betrachtung schrittweise eine Leistungs- und Renditenverbesserung von ungefähr 50 Prozent zeitigen, verglichen mit dem Stande anfangs 1944, gemäss Kolonne 3.

Der Grund, warum diese Verbesserungen nach aussen hin nicht direkt als Leitungsreserven in Erscheinung treten, liegt darin, dass der Fernverkehr während der letzten fünf Jahre in der ganzen Schweiz durchschnittlich um 70, in einzelnen Richtungen, wie Olten—Zürich und darüber hinaus, sogar um 100 Prozent zugenommen hat.

Dank der Verknotung des Fernnetzes in den letzten zehn Jahren und namentlich in der jüngsten Zeit, war es bis heute möglich, diesen stark gesteigerten Verkehr noch ohne nennenswerte Klagen der Teilnehmer durchzubringen, obwohl das Fernkabelnetz seit 1939, mangels jeder Kupfereinfuhr, praktisch nicht mehr ausgebaut werden konnte. Ohne die Automatisierung und die Verknotung des Netzgruppen- und neuerdings des Fernverkehrs, wären grössere Wartezeiten und die Wiedereinführung des Rückrufverfahrens im Fernverkehr längst nicht mehr zu umgehen gewesen.

11. Vierdraht-(Träger)-Leitungen im Tandembetrieb

Um auch fernerhin dem steigenden Verkehr gewachsen zu sein, werden neuerdings, und nicht zuletzt unter dem Druck der Verhältnisse, in den Hauptverkehrsrichtungen des Fernnetzes in grösserem Umfange Trägerleitungen eingesetzt. Durch diese zusätzliche Dotierung des Fernnetzes mit Vierdrahtstromkreisen wird gleichzeitig auf eine technisch moderne Lösung für den kommenden Ausland-Inland-Transit hingearbeitet, nämlich auf die Möglichkeit, die vom Ausland einmündenden Vierdrahtleitungen vierdrähtig bis in die nächste Nähe des Inlandteilnehmers verlängern zu können.

Die in der Schweiz vorläufig vorgesehenen, in Vierdrahtschaltung arbeitenden *Trägeranlagen* ermöglichen, je nach System, auf der nämlichen Leitung gleichzeitig 12 bzw. 24 Gespräche zu führen. Als Leiter dienten bis heute normale Fernkabeladern, aus denen zur Ausmerzung der Filtereigenschaften, das heisst zur Ausdehnung des Frequenzbandes, die Pupinspulen entfernt wurden. Mit Rücksicht auf die Gefahr gegenseitiger Beeinflussung bei den angewendeten hohen Trägerfrequenzen ist allerdings die Bildung von Trägersystemen im einzelnen Fernkabel zahlenmässig beschränkt. Neuerdings gelangen nun in den wichtigen Richtungen, wie Basel—Zürich, Lugano—Zürich, Lausanne—Zürich usw. spezielle 24paarige Trägerkabel von 1,3 mm Aderdurchmesser zur Verlegung, und zwar immer zwei nebeneinander; das eine für die Hin-, das andere für die Rückleitungen. Bei voller Ausnützung können damit über 500 Sprechkanäle gebildet werden.

Gegenüber den Zweidrahtleitungen bieten metallische Vierdraht- und Trägerleitungen folgende Vorteile:

- Rückkopplungsstellen, wie sie jeder Zweidrahtverstärker birgt, bestehen nur noch in den Gabelabschlüssen an den beiden Enden der Vierdrahtleitung.
- Das Frequenzband kann, soweit dies später einmal erwünscht ist, bis auf 3000...3600 Hz ausgenützt werden.
- Doppelte bis mehrfache Uebertragungsgeschwindigkeit gegenüber den Zweidrahtstromkreisen.

In bezug auf den Betrieb haben die Trägerleitungen die folgenden, von guten metallischen — auch von Zweidrahtstromkreisen — gewährleisteten Eigenschaften zu erfüllen:

- Keine die Uebertragung störenden Geräusche.
- Kein die Uebertragung störendes Uebersprechen.
- Keine den Verbindungsaufbau gefährdende Verzerrung der Wählimpulse.
- Praktisch konstante bzw. nur jahreszeitbedingte Veränderung der Restdämpfung.
- Allgemeine Betriebssicherheit der Anlage.

Auf Grund der bisherigen Erfahrungen und nachdem die Anfangsschwierigkeiten nun grösstenteils überwunden sind, erfüllen die im automatischen Fernbetrieb eingesetzten Trägerleitungen die gestellten Anforderungen in jeder Beziehung.

Trägerstromleitungen stehen im Auslande zum Teil schon seit Jahren im Dienste, jedoch fast ausnahmslos als handbediente Leitungen von Fernamt zu Fernamt. Für unsere Verhältnisse, wo von Anfang an mit der Eingliederung der Trägersystemen in den automatischen Fernbetrieb gerechnet wurde, mussten sie durch Signalsätze, die eine einwandfreie, durch den Sprachfluss und durch leichte Pegelschwankungen unbeeinträchtigte Uebertragung der Steuerimpulse gewährleisten, ergänzt werden.

Die erste und als Versuchsobjekt dienende Trägerstromanlage in der Schweiz wurde durch das Schwachstrominstitut der Eidg. Technischen Hochschule entwickelt und im Sommer 1942 mit vorerst drei *Kanälen* zwischen Olten und Zürich, kurz darauf auf der Strecke Bern—Zürich in Betrieb genommen. Anfangs 1944 erfolgte der Ausbau auf zwölf Kanäle, die seit-

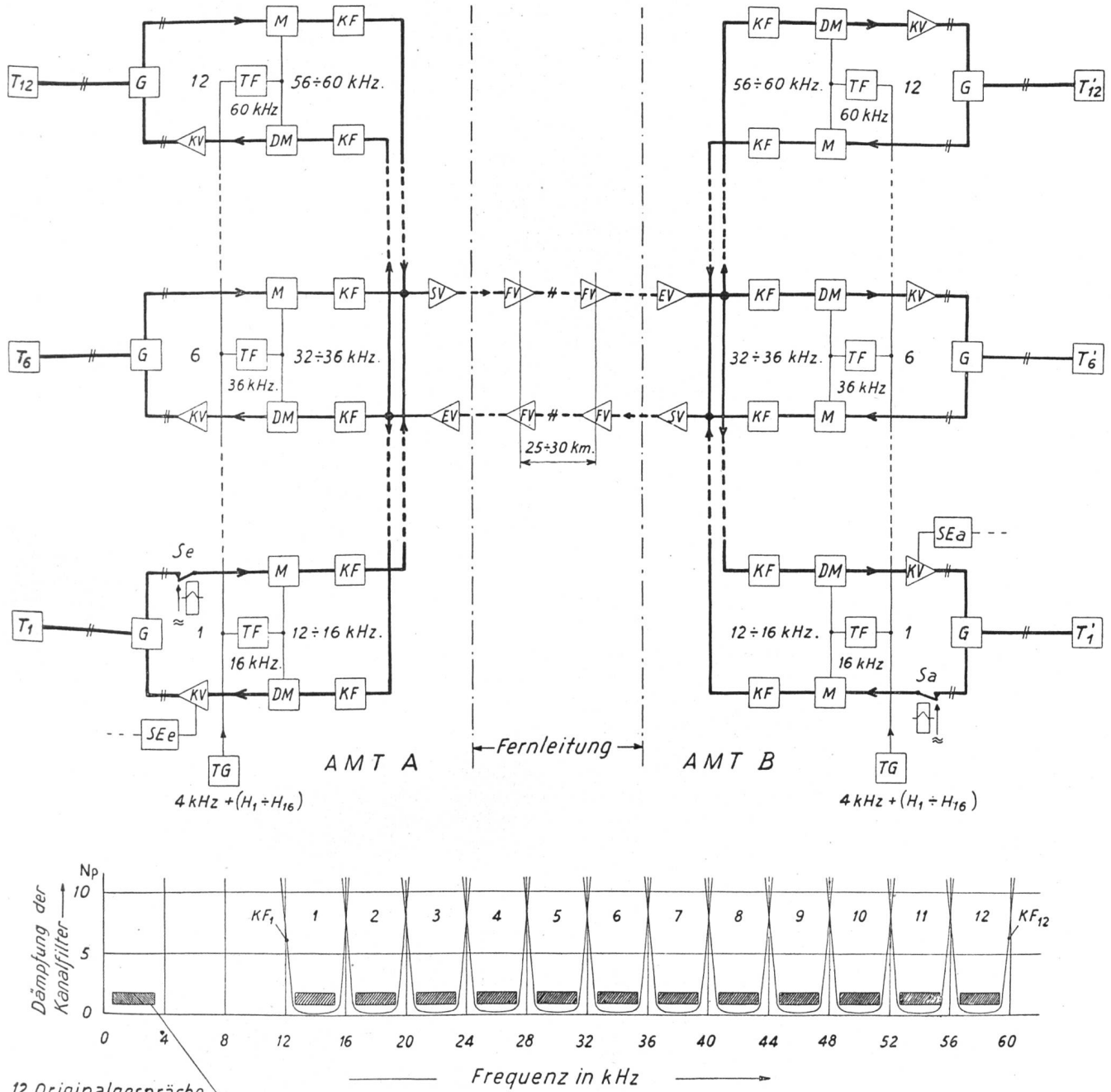


Fig. 17. Blockschema einer Trägerstromanlage

dem als Terminleitungen dem automatischen Fernbetrieb eingegliedert sind.

Im Laufe dieses Jahres werden zwischen Basel—Zürich, Lausanne—Zürich, Lugano—Zürich und Bern—St. Gallen weitere Trägerstromanlagen in Betrieb genommen. Der Fernverkehr in den betreffenden zum Teil noch stark überlasteten Richtungen wird dann auch während den verkehrsstarken Stunden normal abfließen.

Mit dem Hinweis auf die in dieser Zeitschrift erschienenen Artikel*) beschränken wir uns auf einige kurze allgemeine Betrachtungen über die Trägerstromanlagen.

Die 12 Gespräche der Teilnehmer $T_1 \dots T_1$ bis $T_{12} \dots T'_{12}$ (Fig. 17) gelangen in den Aemtern A und B über die Gabelschaltungen (G) auf die abgehenden

Zweige der Vierdrahtschaltung, wo sie durch Frequenzumsetzung oder *Modulation* nach 12 verschiedenen Frequenzgebieten zwischen 12 und 60 kHz verlagert werden. Jedem Gespräch wird hierbei ein besonderer Frequenzkanal, zum Beispiel 12...16, 16...20, 56...60 kHz zugeordnet. Auf der Eingangsseite wird umgekehrt jedes Gespräch durch *Demodulation* wiederum in seinen ursprünglichen Frequenzbereich zurückversetzt. Die erforderlichen Trägerfrequenzen werden durch quarzgesteuerte Träger-

*) *Baumann, E.* Trägerfrequenztechnik. (Auszug aus einem Vortrag, gehalten an der I. Schweiz. Tagung für elektrische Nachrichtentechnik vom 17. Oktober 1942 in Olten.) *Techn. Mitt.* Schweiz. Telegr.- u. Teleph.-Verw. 1942, Nr. 6, S. 202.

Jacot, H. Principes de la téléphonie à courants porteurs. *Techn. Mitt.* Schweiz. Telegr.- u. Teleph.-Verw. 1945, Nr. 5, S. 193, und Nr. 6, S. 248.

generatoren (TG) geliefert, die ausser der Grundschwingung von 4 kHz alle Oberwellen bis zur 16., 64 kHz ($H_1 \dots H_{16}$), mit angenähert gleicher Intensität abgeben. Die für jeden Kanal gewünschte Frequenz wird durch einen Trägerfilter (TF) ausgesiebt und parallel dem zugehörigen Modulator (M) und Demodulator (DM) zugeführt. Beim angewendeten Modulationsverfahren wird die Trägerfrequenz selbst unterdrückt, so dass beispielsweise am Ausgang des Modulators 1 lediglich die beiden Seitenbänder $16\,000 - (300 \dots 3000)$ und $16\,000 + (300 \dots 3000)$ Hz, das heisst, die Frequenzen $13\,000 \dots 15\,700$ Hz und $16\,300 \dots 19\,000$ Hz vorherrschen, wenn das ursprüngliche Gespräch die Grenzen von 300 und 3000 Hz aufweist. Im nachfolgenden Kanalfilter (KF) wird das gewünschte (untere) Seitenband herausgesiebt. Dieses gelangt über den gemeinsamen Sendeverstärker (SV) auf die eigentliche Trägerfernleitung. Die Verteilung der Sprechkanäle und der Dämpfungsverlauf der Kanalfilter sind im Prinzip aus Fig. 17 ersichtlich. Der Uebersprechwert zwischen zwei benachbarten Kanälen beträgt darnach mindestens 7 Neper. Auf der Eingangsseite sucht sich jedes Kanalfilter (KF) vom ankommenden Frequenzgemisch ($12\,000 \dots 60\,000$ Hz) das ihm zufallende Sprachband aus. Im Demodulator (DM) wird dieses, unter Einwirkung der Trägerfrequenz, als Normalgespräch in seinen ursprünglichen Frequenzbereich zurückversetzt und gelangt über den Kanalverstärker (KV) und die Gabel (G) zum Gesprächspartner auf der Gegenseite. Zur Uebermittlung der Wählpulse und Rücksignale sind auf der Vierdrahtseite die Sendereleais S_a , S_e und die Signalempfänger SE_a , SE_e eingeschaltet, wie dies für den Kanal 1 angedeutet ist.

Wie aus diesen kurzen Ausführungen und der Fig. 17 hervorgeht, bildet jeder Kanal der Träger-

stromanlage für sich eine Vierdrahtleitung, in der die Restdämpfung entsprechend eingestellt ist. Es genügt daher, wenn wir uns im folgenden mit den Schaltungen der Vierdrahtleitung im automatischen Fernbetrieb befassen.

Vierdraht-(Träger-) Leitungen werden dank ihrer guten Uebertragungseigenschaften vorweg als Tandemleitungen auf langen und für den Ausland-Inland-Transit wichtigen Strecken eingesetzt.

11a. Ausgangsverbindung über eine Vierdrahtleitung

Für die Ausgangsverbindungen im automatischen Fernverkehr ist die Schaltung der Vierdrahtleitung übertragungstechnisch die gleiche wie für handvermittelte Verbindungen. Der Orts- oder Netzgruppenteilnehmer wird (Fig. 18) zweidrahtig nach der Vierdrahtgabel durchverbunden, während an der anderen Gabelseite die Kompromissnachbildung (KN) liegt. Der Eingangswiderstand derselben entspricht etwa demjenigen eines mittleren Teilnehmeranschlusses, ist also eine Kompromisslösung, im Gegensatz zu der genau angepassten Nachbildung einer Zweidrahtleitung.

Wie angedeutet, werden die Wählpulse über das Impulsrelais I_s und den Draht e nach dem Sendereleais S_a der Vierdrahtleitung übertragen, welches sie als 3000-Hz-Impulse auf die Leitung weitergibt. Andererseits werden die Rückimpulse vom Signalempfänger SE_a aufgenommen und nach rückwärts übertragen.

Im abgehenden Zweig der Vierdrahtleitung ist der Pegel, mit Rücksicht auf die Modulationsschaltung im Trägerbetrieb, auf -2 Neper festgesetzt, im ankommenden Zweig auf $+1$ Neper. Ueber die künstliche Dämpfung (D) und die Vierdrahtgabel (Energieverluste an die Nachbildung und in den Gabelüber-

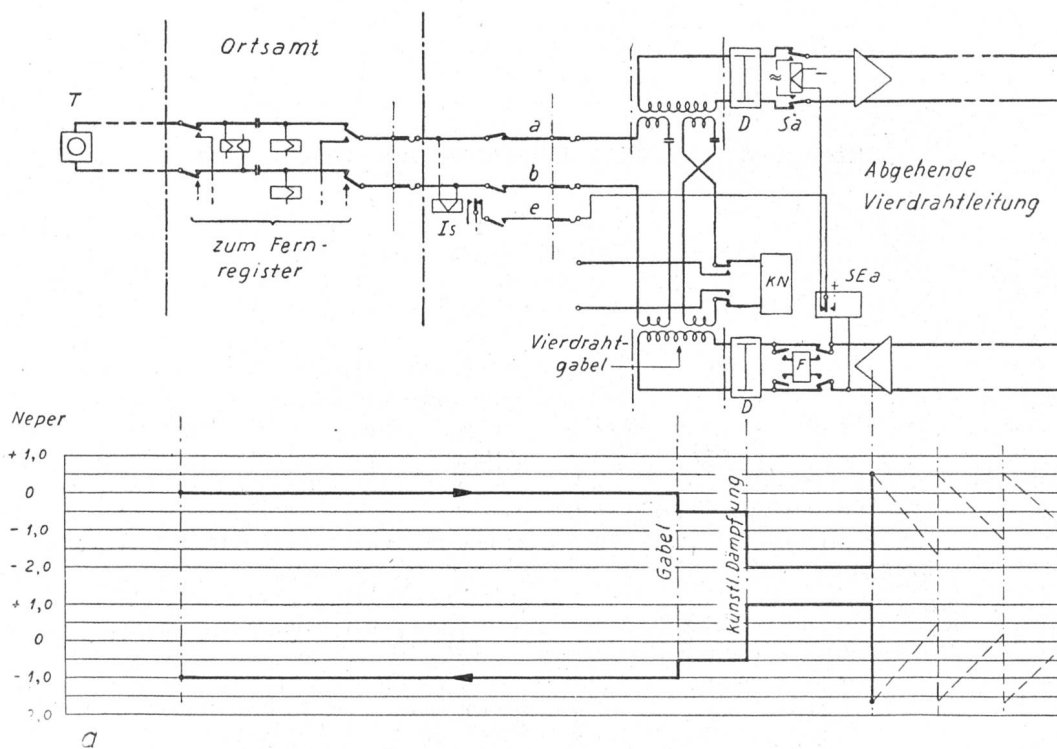


Fig. 18. Ausgangsverbindung über eine Vierdrahtleitung;
a = Pegeldiagramm

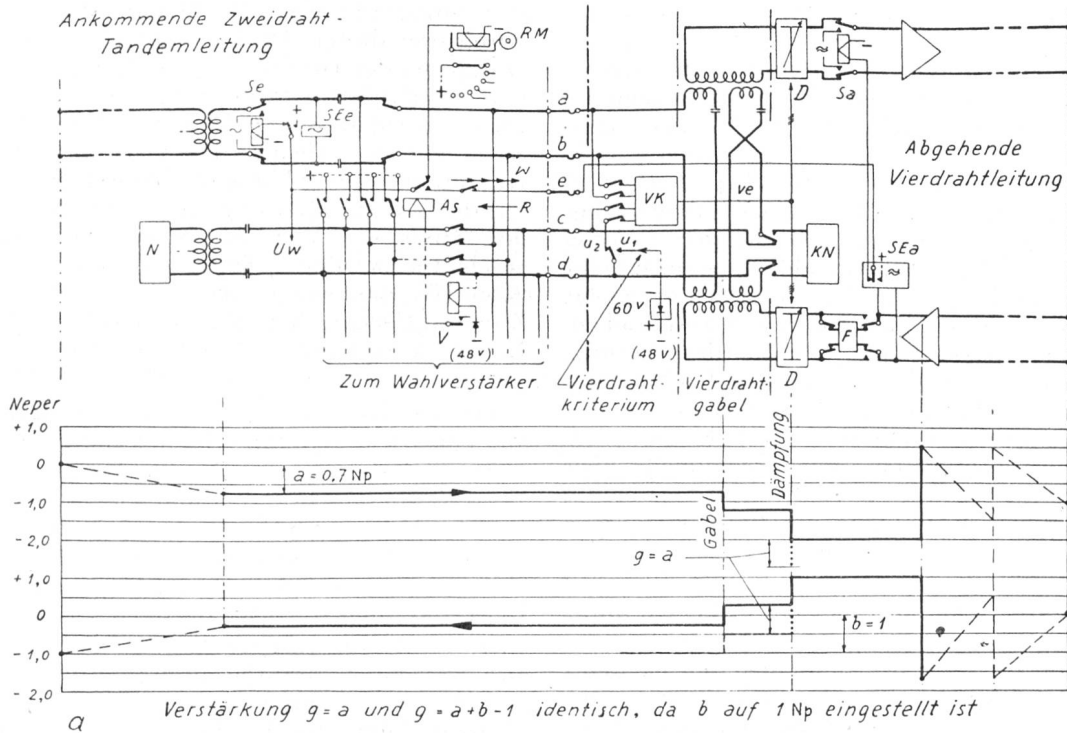


Fig. 19. Tandemverbindung Zweidraht-Vierdrahtleitung;
a = Pegeldiagramm

tragern) wird er auf -1 Neper herabgesetzt, entsprechend der heute üblichen Restdämpfung von 1 Neper auf den Fernleitungen.

11b. Tandemverbindung Zweidraht-Vierdrahtleitung über Wahlverstärker

Transitverbindungen Zweidraht-Vierdrahtleitung können über die Wahlverstärker durchverbunden werden, analog wie im Abschnitt 9 für Zweidraht-Tandemverbindungen dargelegt. Die abgehende Vierdrahtleitung markiert hierbei über die Drähte a...d ihre Dämpfung nach dem Wahlverstärker. Dabei ist folgendes zu beachten: Die Kompromissnachbildung (KN) ist abgeschaltet und beide Seiten der Gabel, Drähte a/b und c/d, sind nach dem Wahlverstärker verbunden. Infolge dieser Parallelschaltung beider Sprechzweige steigt der zwischen Wahlverstärker und Vierdrahtleitung ausgetauschte Sprechstrom auf den doppelten Wert an. Dieser sogenannte Gabelgewinn ist auf der Vierdrahtleitung durch eine zusätzliche künstliche Dämpfung von ungefähr $0,7$ Neper auszugleichen.

Wie weit die beschriebene Methode angewendet werden wird, ist in erster Linie eine wirtschaftliche Frage. Sie kommt vor allem für jene Tandemämter in Betracht, in denen die Vierdrahtstromkreise zahlenmässig nur einen Bruchteil der Zweidrahtstromkreise ausmachen und somit eine Anpassung der vorhandenen Zweidraht-Tandemeingänge für die direkte Durchschaltung, wie sie nachstehend beschrieben wird, wesentlich teurer zu stehen käme als die Beschaffung der für solche Verbindungen erforderlichen zusätzlichen Wahlverstärker.

Beim Studium dieser Neuerungen, vor ungefähr drei Jahren, drängte sich bereits die Frage nach einer eleganteren Lösung auf, nämlich Tandemver-

bindungen mit Vierdrahtleitungen auf der einen oder auf beiden Seiten ohne Wahlverstärker durchzuschalten und die zur Kompensation der Leitungsdämpfung erforderliche Energie den Abschlussverstärkern der Vierdrahtleitungen zu entnehmen.

Im Zusammenwirken der Verwaltung mit der Lieferfirma konnten auch hierfür verhältnismässig einfache Wege gefunden werden. Mit dem Erscheinen dieser Zeilen dürften die Vorversuche mit diesen neuesten Schaltungen im Tandemamt Zürich bereits abgeschlossen sein.

Nachstehend (Fig. 19...21) werden im Prinzip die drei Möglichkeiten von solchen Tandemverbindungen erläutert. Die Signaldrähte sind jeweils nur soweit eingetragen, als sie zur Betrachtung der Dämpfungsmarkierung und Verstärkungsgradeinstellung erforderlich sind.

Um die Verstärkungsregulierung zu ermöglichen, sind dem Vierdrahtverstärker ein Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis (VK) und variable Dämpfungen (D) zugeordnet. Die Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreise (VK) bestehen im wesentlichen aus nur vier Relais, da jeweils nur die Dämpfungsangabe der Zweidrahtleitung entgegenzunehmen ist. Die künstlichen Dämpfungen bestehen auch wieder aus vier Einzelgliedern zu $0,1, 0,2, 0,4$ und $0,8$ Neper mit den dazugehörigen Steuerrelais, wie im Wahlverstärkerstromkreis (Fig. 14). Der Verstärkungsgrad kann also auch hier stufenweise um $0,1$ Neper verändert werden.

11c. Tandemverbindung Zweidraht-Vierdrahtleitung

Um die direkte Durchschaltung auf abgehende Vierdrahtleitungen zu ermöglichen, bedürfen die bereits im Betrieb stehenden ankommenden Tandem-

stromkreise einiger zusätzlicher Relais und Verdrahtungsänderungen.

Beim Aufbau einer Verbindung nimmt der Signalempfänger der ankommenden Zweidraht-Tandemleitung vorerst die zur Richtungswahl für das eigene Amt bestimmte Tandemziffer auf und überträgt sie nach dem Richtungsmarkierer (RM). Gleichzeitig wird in der früher beschriebenen Weise ein Wahlverstärker angeschaltet, da die Art der abgehenden Leitung (Zweidraht oder Vierdraht) augenblicklich noch nicht festgelegt ist. Im Falle einer Zweidrahtleitung erfolgt die Durchschaltung wie im Abschnitt 9 beschrieben. Handelt es sich dagegen um eine Vierdrahtleitung, so gibt sie dies rückwärts der ankommenden Tandemleitung durch ein besonderes Vierdrahtkriterium bekannt, beispielsweise durch einen Impuls von -60 Volt aus einer zusätzlichen Gleichstromquelle über den Kontakt u_1 . Auf dieses Vierdrahtkriterium hin spricht das Relais V an. (Ein allfälliger Erdimpuls auf den Draht d zur Dämpfungsmarkierung hat dagegen wegen der Gleichrichterzelle keinen Einfluss.) Das Relais V hält über einen eigenen Arbeitskontakt (in der Figur nicht gezeigt) und schaltet die Sprech- und Nachbildungsdrähte der ankommenden Tandemleitung nach der abgehenden Seite durch und sorgt für die Freigabe des belegten Wahlverstärkers. Weiter zieht das Relais As kurz auf und signalisiert die Dämpfung der ankommenden Tandemleitung nach dem Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis (VK) der Vierdrahtleitung; dies in Übereinstimmung mit der Tabelle in Fig. 14, das heisst nach dem gleichen Code wie für Verbindungen über Wahlverstärker. Je nach der registrierten Dämpfung werden vom Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis (VK) aus über die Drähte ve die Steuerrelais dieser oder jener Dämpfungsglieder erregt und der entsprechende Ver-

stärkungsgrad eingestellt. Die am Relais V ebenfalls durchgeschalteten Drähte a und b, sowie die Verbindungen der Drähte a...d nach dem Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis (VK), werden nach erfolgter Dämpfungsmarkierung geöffnet. Ferner ist gleichzeitig mit der Abgabe des Vierdrahtkriteriums die Kompromissnachbildung (KN) durch die Nachbildung (N) der Zweidrahtleitung ersetzt und im ankommenden Zweig der Vierdrahtleitung das Filter (F) eingeschaltet worden. Dieses schneidet bei ungefähr 2500 Hz, das heisst gegen die Grenzfrequenz der Zweidrahtleitung hin, ab, um Rückkopplungen und Echos zu vermeiden. Damit ist die Schaltung der Sprech- und Nachbildungsdrähte sprechbereit.

Wie bereits erwähnt, sind die Vierdrahtleitungen auf eine Restdämpfung 1 eingestellt, das heisst in unserem Falle: $b = 1$ Neper. Damit stimmen die Verstärkungsgrade $g = a$ und $g = a + b - 1$ überein; die Stellung und Verdrahtung des Richtungsmarkierers (RM) bleiben also bei dieser Verbindungsart ohne Einfluss auf den Verstärkungsgrad (Fig. 19a). Die Dämpfung der ankommenden Tandemleitung ist zu $a = 0,7$ Neper angenommen worden; es müssten also die ersten drei Dämpfungsglieder von 0,1, 0,2 und 0,4 Neper ausgeschaltet werden.

Die Wählimpulse (W) und die Rücksignale (R) werden, wie in Fig. 19 angedeutet, über den Draht e vorwärts bzw. rückwärts übertragen, während im Prinzip wiederum das Ueberwachungsrelais U_w im Impulszug liegt.

11d. Tandemverbindung Vierdraht-Zweidrahtleitung

Die ankommenden Vierdraht-Tandemleitungen sind zur Zeit erst in Entwicklung begriffen und können daher von Anfang an den gestellten Bedingungen

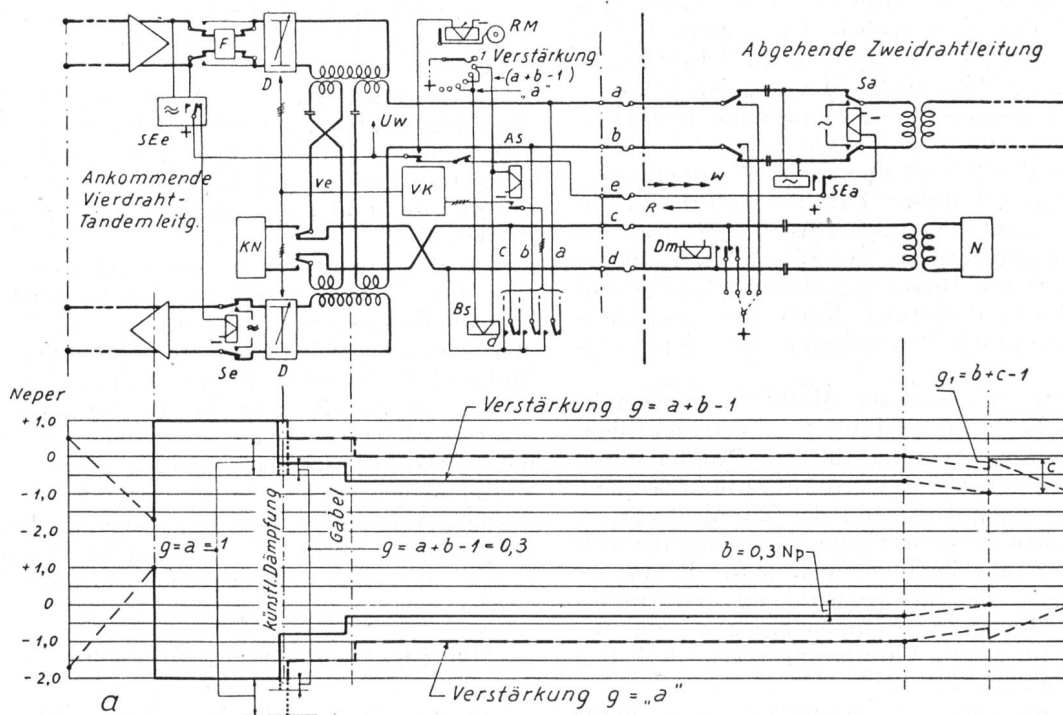


Fig. 20. Tandemverbindung Vierdraht-Zweidrahtleitung;
a = Pegeldiagramm

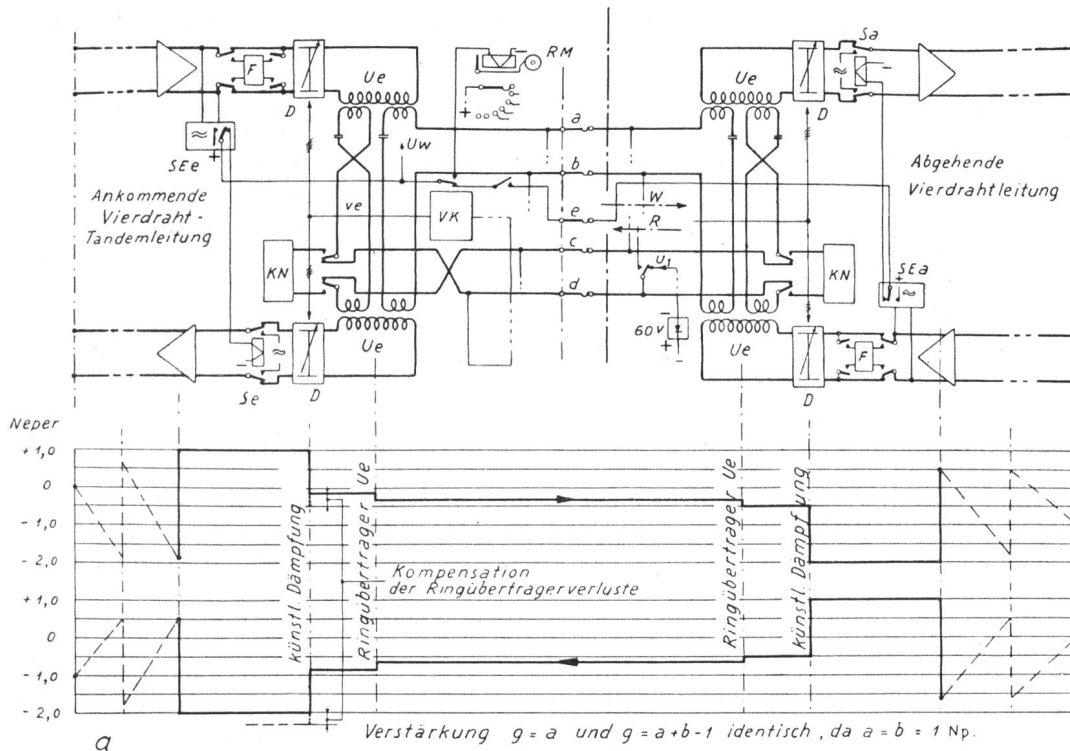


Fig. 21. Tandemverbindung Vierdraht-Vierdrahtleitung;
a = Pegeldiagramm

angepasst werden. Im Gegensatz zur abgehenden Vierdrahtleitung haben sie eine Richtungswahl auszuführen, sind also beispielsweise in Bell-Aemtern mit einem Richtungsmarkierer (RM) versehen, Fig. 20.

Nach Empfang der Tandemziffer und der Einstellung des Richtungsmarkierers (RM) werde abgehend eine Zweidrahtleitung belegt. Da die Dämpfungen dieser Leitungen im allgemeinen von der Grösse 1 Neper abweichen, hat der Vierdrahtverstärker unterschiedlich zu arbeiten, je nachdem, ob es sich um das letzte Tandemamt in der Verbindung handelt oder nicht. Diese Differenzierung erfolgt in gleicher Weise wie bei Verbindungen über Wahlverstärker; die Verstärkungsart $g = a$ oder $g = a + b - 1$ ist durch die Stellung des Richtungsmarkierers (RM) und seine Verdrahtung in bezug auf die Relais As und Bs festgelegt.

1. Annahme: Der Vierdrahtverstärker ist der letzte automatisch wirkende Verstärker in der Verbindung; Verstärkung $g = a + b - 1$.

Der Richtungsmarkierer stehe beispielsweise auf Kontakt 2, das Relais As ist angezogen, Bs in Ruhe. Die abgehende Zweidrahtleitung signalisiert ihre Dämpfung in der früher beschriebenen Weise (siehe Abschnitt 9) über die Sprech- und Nachbildungsdrähte nach der Eingangsseite zurück, und zwar unbekümmert darum, ob die Durchschaltung über einen Wahlverstärker oder, wie im vorliegenden Falle, direkt ab der Vierdrahtleitung erfolge. Die Dämpfungsmarkierimpulse werden über die Rückkontakte des Relais Bs und die Arbeitskontakte des Relais As nach dem Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis (VK) übertragen, also wirklich als Dämpfung b signalisiert. Der Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis (VK) veranlasst die Ausschaltung der entsprechenden Dämpfungsglieder (D). Für die abgehende Leitung ist eine Dämpfung von $b = 0,3$ Neper angenommen worden (Fig. 20a); andererseits ist die Restdämpfung der Vierdrahtleitung $a = 1$ Neper; mithin $g = a + b - 1$ oder $g = 1 + 0,3 - 1 = 0,3$ Neper. Es müssten demnach die Dämpfungsglieder 0,1 und 0,2 Neper ausgeschaltet werden.

Gleichzeitig mit dem Empfang der Dämpfungsimpulse im Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis (VK) wird auch hier das Filter (F) in den ankommenden Zweig der Vierdrahtleitung eingeschaltet und die Kompromissnachbildung (KN) durch die Leitungsnachbildung (N) ersetzt. Die Uebertragung der Wahlimpulse, der Rücksignale und die Auslöseüberwachung erfolgen in der früher beschriebenen Weise.

2. Annahme: Die Verbindung führt noch über ein weiteres Tandemamt; Verstärkung $g = a$. Der Richtungsmarkierer (RM) stehe auf dem Kontakt 3, die Relais As und Bs sind in Serie angezogen. Ueber die Arbeitskontakte am Relais Bs sind die Drähte a...c gemeinsam nach dem Draht d umgeschaltet. Die Dämpfungssignalisierung aus der abgehenden Leitung nach dem Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis (VK) wird dadurch (Draht d allein an Erde, vgl. Tabelle in Fig. 14) in die fiktive Dämpfung $b = 1$ Neper umgesetzt, womit der Verstärkungsgrad zu $g = a + 1 - 1$ oder $g = a = 1$ Neper bestimmt wird. Entsprechend wären diesmal die Dämpfungsglieder von 0,2 und 0,8 Neper ausgeschaltet.

11e. Tandemverbindung Vierdraht-Vierdrahtleitung

Für die Zusammenschaltung von Vierdrahtleitungen bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten:
1. Vierdrähtige Durchschaltung, unter Ausschaltung der Gabelabschlüsse.

2. Durchschaltung unter Beibehaltung der Gabelabschlüsse nach der sogenannten Ringmethode.

Eingehende Untersuchungen sprachen zugunsten der zweiten Lösung, und zwar aus folgenden Gründen:

a) Die beiden Sprechwege der *Ringschaltung* a/b und c/d sind praktisch vollkommen symmetrisch und daher Rückkopplungen an den Gabeln ausgeschlossen. Mit andern Worten: Die Echodämpfung dieser Schaltung darf praktisch derjenigen der vierdrähtigen Durchschaltung gleichgestellt werden.

b) Die Gabelabschlüsse, die bei Terminalverbindungen und im Zusammenhang mit Zweidrahtleitungen ohnehin immer notwendig sind, können den Vierdrahtleitungen fest zugeordnet bleiben. Als Folge davon werden viele zusätzliche Relaiskontakte vermieden und die Automatik vereinfacht.

c) Ein allfälliger Unterbruch in einem der beiden Sprechzweige hat hier — im Gegensatz zu den Verhältnissen bei der Vierdrahtdurchschaltung —, anstatt den völligen Verlust der Verbindung, nur eine um ungefähr 0,4 Neper höhere Restdämpfung zur Folge. Die Stabilität bleibt dabei, wie die Messungen gezeigt haben, unter Einrechnung dieser zusätzlichen Dämpfung, praktisch unverändert.

Am Aufbau der Verbindung (Fig. 21), wie der Einstellung des Richtungsmarkierers (RM) und der Bele-

gung der abgehenden Leitung, ändert sich gegenüber der vorstehend beschriebenen Schaltung vorerst nichts. Die abgehende Leitung sendet wiederum das Vierdrahtkriterium zurück. Dieses wird im Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis (VK) der ankommenden Leitung registriert (in der Figur nicht besonders gezeigt). Dämpfungssignale werden keine abgegeben, weder von der ankommenden noch von der abgehenden Seite. Praktisch würde damit auf beiden Seiten die volle Dämpfung (D) mit je 1,5 Neper eingeschaltet bleiben. Auf der ankommenden Seite veranlasst indes der Verstärkungsgrad-Kontrollstromkreis (VK), nach Empfang des Vierdrahtkriteriums, die Abschaltung der Dämpfungsglieder 0,1 und 0,2 Neper zur Kompensation des Verlustes der beiden Gabelübertrager (Fig. 21a).

Die Verstärkungsgrade $g = a$ und $g = a + b - 1$ sind identisch, da beide Leitungen auf die Restdämpfung von 1 Neper eingestellt sind. Die Stellung des Richtungsmarkierers (RM) und seine Verdrahtung nach den Relais As und Bs haben somit in dieser Verbindung keinen Einfluss.

Der Impulsdraht e ist nun, im Gegensatz zu den vorgängig betrachteten Tandemverbindungen, geöffnet, da die Wählimpulse (W) und die Rücksignale (R) tonfrequent übertragen werden. Die Ueberwa-

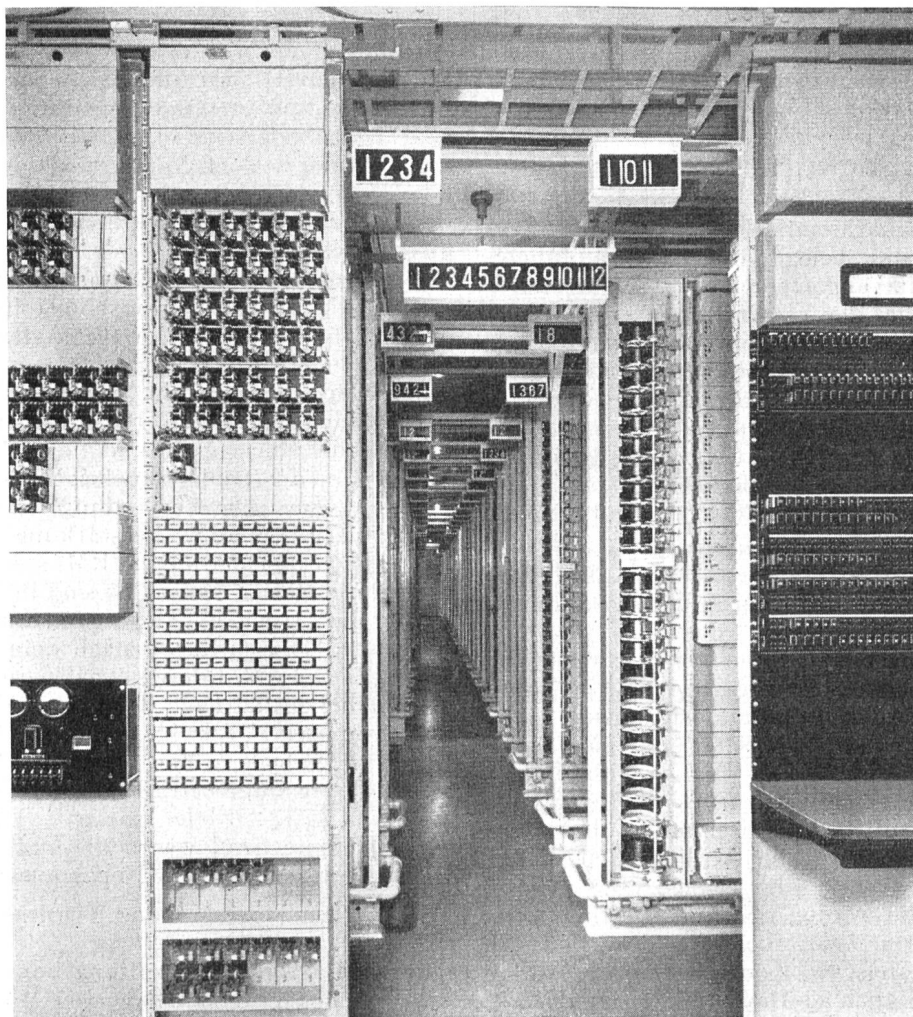


Fig. 22. Teilansicht aus dem Tandemamt Zürich

chungsschaltung Uw der ankommenden Leitung dagegen bleibt am Signalempfänger SEe zur Entgegennahme des Auslöseimpulses nach Gesprächsschluss angeschaltet.

12. Schlussbemerkung

Fig. 22 gibt einen Einblick in das Tandemamt Zürich. Bezüglich seiner Grösse und technischen Bedeutung, namentlich aber auch im Hinblick auf den künftigen Ausland-Inland-Transit, steht dieses zur Zeit einzig da. Im heutigen Ausbau mit insgesamt 1200 automatisierten Fernleitungen, bewältigt es

täglich 80...100 000 Fern-Ausgangs-, -Eingangs- und Transitverbindungen.

Die Einschaltung des Tandemamtes Zürich, Ende 1944, war ein schöner Erfolg der Zusammenarbeit zwischen der Lieferfirma und der Telegraphen- und Telephonverwaltung. Er war um so erfreulicher, als bereits anlässlich der ersten Planung dieses Amtes vor ungefähr zwölf Jahren, und im Zusammenhang mit seinen verschiedenen Entwicklungsphasen, viele und wichtige technische Einzelheiten geklärt werden konnten, die heute Hauptpunkte der „Grundforderungen für den automatischen Fernbetrieb“ bilden.

Ueber die Definition der Bezugsdämpfung

621.317.352

Im Artikel „*Neue Entwicklungen im automatischen Telephonbetrieb*“ von Hans Dill, erschienen in Nr. 1, 1946, Seite 10 ff., befindet sich ein Abschnitt (Seite 11, 2. Alinea), der die irrige Meinung aufkommen lässt, als ob man seinerzeit bei der Festsetzung der Bezugsdämpfung Null von der unmittelbaren Schallübertragung Mund/Ohr ausgegangen wäre. Dies ist nicht der Fall. Die Einstellung der Sender und Empfänger des Ureichkreises wurde durch umfassende subjektive Lautstärkenvergleiche mit dem seit ungefähr 1904 in Amerika eingeführten „Standard Cable Reference System“ vorgenommen, so dass die mit dem neuen System gemessenen Werte ohne Schwierigkeit mit den früheren Messwerten in Vergleich gesetzt werden konnten¹⁾. Seither wurde an der Einstellung des Ureichkreises nichts mehr geändert. Erst neuere Untersuchungen zeigten überraschenderweise, dass die Bezugsdämpfung Null für ein ganzes Uebertragungssystem im Mittel gleiche Lautstärke am Ohr wie am Mikrophon ergibt ($1\mu\text{B}/1\mu\text{B}$). Es muss an dieser Stelle einmal deutlich gesagt werden, dass die Normaleinstellung des Empfängers von $16\mu\text{B}/\text{V}$ nur für den Eichhörer des SFERT²⁾ in der Druckkammer des SFERT gilt. Am menschlichen Ohr gibt der Eichhörer des SFERT, infolge des verkleinerten Volumens, etwa den doppelten Schalldruck. Eine weitere Schwierigkeit des Vergleichs einer telephonischen Uebertragung mit der unmittelbaren Schallübertragung Mund/Ohr liegt darin, dass mit der ersteren einohrig, mit der letzteren dagegen zweiohrig gehört wird. Bei den in Frage stehenden Lautstärken ist der Gewinn beim zweiohrigen Hören gegenüber dem einohrigen ungefähr 1,5 Neper. Wird dies berücksichtigt, so ergibt sich bei einer mittleren Mikrophondistanz vom Mund von 5 cm für ein Lokalgespräch mit den heutigen Stationen und Teilnehmerleitungen von ungefähr 4 km, 0,8 mm \varnothing (Bezugsdämpfung 1,5 Neper) als Vergleich eine direkte Schallübertragung von Mensch zu Mensch im Abstand von einem Meter. Die maximal zulässige

Bezugsdämpfung von 4,6 Neper würde einem Abstand von etwa 20 Metern auf freiem Felde entsprechen.
H. Weber.

Entsprechend den vorstehenden Ausführungen sind in meinem Artikel „*Neue Entwicklungen im automatischen Telephonbetrieb*“ (siehe Nr. 1, 1946, S. 11) folgende Richtigstellungen anzubringen:

Die Tabelle zu Fig. 1 wird durch die nachfolgende ersetzt:

Dämpfung	entsprechender Wirkungsgrad		5 cm = Bezugswert
0 Np = 0 db	$\eta = 100\%$		
1 Np 8,7 db	13,50 %	zulässige Dämpfungswerte zwischen dem Schalldruck vor dem Mikrophon und dem Schalldruck am Hörer	13,5 cm
2 „ 17,4 „	1,80 %		37 „
3 „ 26,0 „	0,25 %		1,0 m
3,5 „ 30,4 „	0,091 %		1,65 „
4,6 „ 40,0 „	0,01 %		5,0 „
7,5 Np 65 db	—	Nach CCI minimal zulässiger Uebersprechwert	90 m

Tabelle: Vergleich bei einohrigem Hören

Der Text (S. 11, linke Spalte, 2—4 Alinea) ist durch den nachfolgenden zu ersetzen:

Der Bezugsdämpfung 0 Neper entsprechen am Eichmikrophon 27 mV/ μB und am aufnehmenden Ohr ungefähr 32 μB . In einfacher Weise ausgedrückt, entspricht der Bezugsdämpfung 0 Neper bei einohrigem Hören, ein Abstand von 5 cm vom sprechenden Mund zum aufnehmenden Ohr. Durch subjektiven Vergleich mit den erwähnten *Normalen* werden die Bezugsdämpfungen von Teilnehmerapparaten und deren Einzelteilen, insbesondere auch von Neukonstruktionen experimentell ermittelt.

In der Tabelle zu Fig. 1 sind verschiedene Werte einander gegenübergestellt. Beispielsweise entspricht einer Dämpfung von 2 Neper oder 17,4 Dezibel ein Wirkungsgrad von 1,80 %, oder ein Abstand Mund/Ohr von 37 cm. Dies allerdings nur im freien Luftraum oder in offener Schneelandschaft, d. h., nur soweit keine Reflexion der Schallwellen auftritt.

In gleicher Weise ausgedrückt, würde dem mindestzulässigen Uebersprechwert zwischen zwei Fernkabeladern ein Abstand von 90 m zwischen Mund und Ohr entsprechen.
H. Dill.

¹⁾ Martin, W. H. and C. H. G. Gray. Master Reference System for Telephone Transmission. Bell Syst. Tech. J. 8 (1929), p. 536.

²⁾ SFERT = Système fondamental européen de Référence pour la transmission téléphonique.