

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 38 (1947)  
**Heft:** 23

**Artikel:** Grundlagen für moderne Telephonnetze  
**Autor:** Keller, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1056770>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Grundlagen für moderne Telephonnetze

Vortrag, gehalten an der 6. Schweizerischen Tagung für elektrische Nachrichtentechnik am 21. Juni 1947 in Biel,  
von H. Keller, Bern

621.395.74

*Die moderne Telephonie tendiert auf Verbindungen kleiner Dämpfung bei verbreitertem Frequenzband. Diese Qualitätsverbesserungen bedingen umfangreiche Änderungen in der Pupinisierung der Kabel und in der Schaltung der Leitungen in den bestehenden Netzen. Die Trägertechnik erlaubt eine bessere Vielfachausnutzung der Leitungen und verschafft gleichzeitig die geforderte Qualität. Für den weiteren Ausbau der Fernleitungsbündel wird daher mit Vorteil die Trägertechnik herangezogen. Der Autor gibt die nötigen Hinweise, wie im schweizerischen Kabelnetz die wünschbaren Verbesserungen realisiert werden könnten.*

*La téléphonie moderne tend à établir des liaisons ayant un plus petit affaiblissement en même temps qu'une bande de fréquence plus large. Ces améliorations de qualité exigent de nombreux changements dans la pupinisation des câbles et dans la connexion des lignes des réseaux existants. La technique des courants porteurs permet une meilleure exploitation en multiple des lignes et procure en même temps la qualité exigée. En conséquence, il sera avantageux d'admettre la technique des courants porteurs pour le développement futur des faisceaux de laines à grande distance. L'auteur donne les indications nécessaires sur la manière dont les améliorations désirées pourraient être réalisées dans le réseau suisse des câbles.*

An der 2. Tagung für elektrische Nachrichtentechnik in Bern (4. September 1943) hatte ich Gelegenheit, in einem Referat über die Qualität der telephonischen Uebertragung zu sprechen<sup>1)</sup>. Das Thema, über das ich heute referiere, behandelt die Konsequenzen aus diesen früheren kritischen Betrachtungen. Lange vor dem zweiten Weltkrieg ist in Fachkreisen für Telephonie die Qualitätsfrage diskutiert worden. Die Erkenntnisse über moderne Uebertragungsprinzipien für grosse Distanzen reiften viel rascher als der Wille und der Entschluss bei den meisten europäischen Telephonverwaltungen, grosse Summen einzig auf Konto Uebertragungsgüte auszugeben. Der Krieg brachte auch hier grosse Wandlungen. Nach den gewaltigen Zerstörungen telephonischer Anlagen in den meisten europäischen Ländern standen die Verwaltungen vor neuen Situationen. Es handelte sich darum, rasch und billig moderne Telephonnetze erstehen zu lassen. So wird verständlich, dass in jüngster Zeit das CCIF (Comité Consultatif International téléphonique) in seinen technischen Empfehlungen ziemlich impulsiv und sehr bestimmt vorgeht. Durch die frische Brise sind nun auch die Qualitätsfragen äusserst modern geworden.

### I

Die neuesten Empfehlungen des CCIF zur Frequenzbänderweiterung mögen in den folgenden 8 Punkten umschrieben sein:

1. Die Ausdehnung der Telephoniebandbreite von 300...3400 Hz für jede Verbindung von Abonnent zu Abonnent wird nicht nur für den internationalen Dienst empfohlen, sondern auch für interurbane Zwecke in den Ausrüstungen der einzelnen Länder, für Lokalnetze und Teilnehmerstationen.

2. Man vermeide, bei Neu-Anlagen Ausrüstungen zu verwenden, die das Frequenzband von 300...3400 Hz verengern.

3. Bestehende Ausrüstungen mit schmalen Frequenzband sollten umgebaut oder nur im Terminalverkehr auf kurze Distanzen verwendet werden, in Bündeln, die für internationale Verbindungen voraussichtlich nicht gebraucht werden.

4. Neu-Anlagen, die auf dem Trägerprinzip aufgebaut werden, haben die virtuellen Träger in Abständen von 4 kHz aufzuweisen. Wenn aus ökonomischen oder irgendwelchen andern Gründen noch tonfrequente Fernleitungen gebaut werden, soll die Pupinisierung so gewählt werden, dass die Grenzfrequenz der Leitungen höher liegt als 4000 Hz, und

die eingeschalteten Verstärker einwandfrei im Band von 300...3400 Hz zu entzerrern vermögen.

5. Pupinisierte Bezirks- und Lokalnetze, die zum Anschluss an internationale Verbindungen in Frage kommen, müssen aus Kabeln mit einer Grenzfrequenz von ungefähr 4000 Hz bestehen.

6. Zweidrahtverstärker auf extra leicht pupinisierten Kabelleitungen sollen in ihren Filterstromkreisen so geändert werden, dass das Sprechband 300...3400 Hz effektiv übertragen wird, sofern diese Leitungen dem Anschluss an internationale Verbindungen zu dienen haben.

7. Auch auf Vierdrahtleitungen mit extra leichter Pupinisierung ist das Sprechband zu erweitern durch Auswechselung der alten Filter in den Abschlusseinheiten.

8. Stromkreise mit mittelstarker Pupinisierung sind zu ändern, vorausgesetzt, dass sie nicht innerhalb einer angemessenen Zeitspanne ausschliesslich für kurze Verbindungen im internen Terminalverkehr verwendet werden können. Den Weltverkehr haben dabei moderne Installationen zu übernehmen.

Das CCIF hat auch die *Bezugsdämpfung der nationalen Systeme* einer Durchsicht unterzogen und neu formuliert. Nach den neuesten Empfehlungen sind heute noch Unterschiede zwischen dem Schalldruck vor dem Mikrophon des Gebers und dem Schalldruck am Hörer der empfangenden Station bis zu 4,6 Neper zulässig. Der Nullpunkt der Bezugsdämpfung<sup>2)</sup> ist bekanntlich fixiert im Ureinkreis in Paris (SFERT)<sup>3)</sup>; für jede nationale oder internationale Verbindung müssen die elektroakustischen Werte den festgesetzten Bedingungen genügen. Während früher nur mit den Bezugsdämpfungen der Lokalsysteme gerechnet wurde (Abonnent bis zum ersten Lokalamt), erweiterte man den Begriff «Lokalsystem», indem man vom Teilnehmer bis und mit erstem Fernendamt (centre de groupement = premier bureau interurbain) rechnete. Für internationale Leitungen spricht man in allerneuester Zeit von den Bezugsdämpfungen der nationalen Systeme und rechnet dabei vom Abonnenten bis zu dem Punkt, wo die eigentliche internationale Leitung beginnt. Die neuen Empfehlungen des CCIF für die Bezugsdämpfungen der nationalen Systeme lauten nun:

1. Die Sendebegrenzungsdämpfung des nationalen Systems (Abonnent bis Eingang internationale Leitung) soll 2,1 Neper nicht übersteigen.

<sup>2)</sup> Bezugsdämpfung 0 Neper für das Senden entspricht 27 mV/ $\mu$ B und für das Empfangen 16  $\mu$ B/V.

<sup>3)</sup> SFERT: Système Fondamental Européen de Référence pour la Transmission téléphonique.

<sup>1)</sup> Bulletin SEV Bd. 34(1943), Nr. 22, S. 666...671.

2. Die Empfangsbezugsdämpfung des nationalen Systems (Ausgang internationale Leitung bis zum fernen Abonnten) soll 1,5 Neper nicht übersteigen.

Wird in der internationalen Kopfstation eine Verstärkung eingeführt, so wird diese den Bezugsdämpfungen der nationalen Systeme angerechnet (Fall eines zusätzlichen Verstärkers). Wenn bei gewissen Durchschaltungen in der internationalen Kopfstation durch andere Massnahmen die nominale Restdämpfung auf Seite der internationalen Leitung gesenkt wird, so geht dieser Gewinn auf Konto der Bezugsdämpfungen der nationalen Systeme.

Damit erfolgt nun in Zukunft eine klare und unmissverständliche Aufteilung der maximal zulässigen Dämpfungen. Die maximal zulässige Bezugsdämpfung einer internationalen Verbindung zwischen zwei Abonnenten des gleichen Kontinentes setzt sich daher folgendermassen zusammen:

2,1 N für die Sende-Bezugsdämpfung des einen nationalen Systems.

0,8 N Restdämpfung der internationalen Leitung zwischen extremen Kopfzentralen.

0,2 N ca. für zeitliche Aenderungen, z. B. durch Temperatureinflüsse.

1,5 N für die Empfangs-Bezugsdämpfung des andern nationalen Systems.

4,6 N Grenzwert der totalen Bezugsdämpfung.

Mit der Einführung von neuen Teilnehmerstationen trachtete man in allen Ländern danach, neben der Frequenzbanderweiterung auch die Bezugsdämpfung zu verringern. So wird auch uns die neue schweizerische Teilnehmerstation eine Verbesserung von zirka 0,3 Neper beim Senden und 0,4 Neper beim Empfangen ermöglichen, total zirka 0,7 Neper. Trotzdem liegen die Bezugsdämpfungen des schweizerischen nationalen Systems ungünstig, weil wir bis heute für die interurbanen Leitungen von Fernendamt bis internationale Kopfstation verstärkte Zweidrahtleitungen benützen, deren Restdämpfung nicht wesentlich unter 0,8 Neper gebracht werden kann. Mit alter Station ist die Sende-Bezugsdämpfung unseres nationalen Systems 2,8 statt 2,1 Neper und mit der neuen Station 2,5 statt 2,1 Neper. Beim Empfang bestehen ähnliche Verhältnisse: 2,3 bzw. 1,9 statt 1,5 Neper, je nach verwendetem Stationstyp.

Das CCIF empfiehlt nicht nur für internationale Netze, sondern auch für die nationalen Netze der einzelnen Telefonverwaltungen die Konstruktion von ausgedehnten *Trägernetzen*, die in absehbarer Zeit die bisherigen interurbanen Tonfrequenznetze abzulösen haben. Nur auf diesem Wege erscheint es realisierbar, in späteren Jahren auch auf internationalem Bereich das breitere Frequenzband von Abonent zu Abonent durchzubringen. Trägerleitungen auf nicht pupinisierten, symmetrischen Kabeln und auf Koaxialleiter-Kabeln haben beide den Vorteil grosser Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Sprechströme, also kleiner Laufzeit. Die Trägerleitungen ermöglichen daher auch allgemein, die sehr problematischen Echosperren auf langen internationalen Leitungen auszumerzen. Die Streitfrage: symmetrische, nichtpupinisierte Mehrleiterkabel contra Ko-

axialleiter ist dabei sekundärer Art, da beide Typen die gleiche Uebertragungsqualität zu bieten vermögen. Interurbane Zweidrahtnetze mit der üblichen Zweidrahtverstärkertechnik gelten als veraltet und überholt.

Damit habe ich kurz die wesentlichsten Gedanken mitgeteilt, die den Ausgang der modernen telefonischen Uebertragungstechnik darstellen, ohne auf die weitschichtigen Gebiete der Automatik und Signalisierung einzutreten, die durch diese Aenderungen ebenfalls beeinflusst werden.

## 2

Eine kritische Betrachtung des schweizerischen Telephonnetzes ist hier am Platze. Jeder Beobachter und Kritiker wird zugeben, dass gerade in der Schweiz die Telephonie einen hohen Stand erreicht hat. Der Betrieb wickelt sich sozusagen ohne Wartezeiten ab. Die Automatisierung der Netzgruppen und die zum grössten Teil vollendete Fernwahlautomatisierung, die vollständige Verkabelung unseres Leitungsnetzes und die im allgemeinen wenig beanstandete Qualität der telefonischen Uebertragung im interurbanen Verkehr sind Aktiv-Posten, die nicht ohne weiteres begreifen lassen, dass nun unser Netz im Interesse der internationalen Aspekte in vielen wesentlichen Punkten geändert werden soll. Alle empfohlenen Richtlinien haben natürlich eine unliebsame finanzielle Seite. Die vorgeschlagenen Modernisierungen werden sehr viel Geld kosten. Lohnt es sich, auf Konto Qualitätsverbesserung grosse Summen in unserem Telephonnetz zu investieren? Bei näherer Betrachtung kommen wir zur Bejahung dieser Frage. Wohl sind wir heute noch mit unserem gutausgebauten Netz an der Spitze von ganz Europa. Jeder ausländische Fachmann, der in der Schweiz unsere telefonischen Anlagen benützt, ist beeindruckt von der Raschheit und Sicherheit, mit der die telefonischen Verbindungen zustandekommen. Und wenn wir im Auslande sind, erkennen wir in gleicher Weise, dass unser eigenes Telephon in vielen Belangen im Vorteil ist. Auch unsere kritische Kundschaft ist im allgemeinen mit dem schweizerischen Telephon zufrieden. Die Empfehlungen des CCIF sind aber nicht gedacht für heute, sondern für morgen. Sie weisen darauf hin, in welcher Richtung die Entwicklung gehen wird.

Was wurde bei uns in dieser Richtung schon vorgekehrt? Nach den Beschlüssen von Montreux im Oktober 1946 wurde der erste entscheidende Schritt getan. Es wurde beschlossen, die Kabelpupinisierung zu ändern; statt der Pupinisierung mit Spulensätzen zu 177/63 mH (Millihenry) wird fortan die Pupinisierung 88,5/31,5 mH angewendet (also gerade die Hälfte). Die Aenderung der Pupinisierung auf Bezirks- und Fernkabeln war sehr dringend. Wir sind heute in einer sehr intensiven Bauperiode. Jedes Kabel, das noch mit der alten Pupinisierung ausgerüstet würde, müsste in einigen Jahren unter zusätzlichen Kosten geändert werden. Die übrigen Empfehlungen des CCIF werden teilweise von selbst realisiert, weil:

1. unsere Verwaltung daran ist, eine neue Teilnehmerstation mit verbreitertem Frequenzband und reduzierter Bezugsdämpfung einzuführen,

2. unser interurbanes Netz hauptsächlich in Form von Trägerleitungen erweitert wird.

Wenn wir mit der heutigen Praxis des massiven Ausbaues von Trägerlinien weiterfahren, so werden alle Hauptbündel, die die Fernknotenämter miteinander verbinden, zum grossen Teil aus modernen Leitungen bestehen. Damit wird von selbst das bisherige interurbane Zweidrahtnetz auf einen sekundären Platz verwiesen. Viel schwieriger wird es sein, das bestehende mittelstark pupinierte Netz schrittweise zu ändern. Der Hauptausgabenposten wird auf ausgedehnte Bezirkskabelnetze und auf die Sammelleitungen entfallen, die die Fernknotenämter (FKA) mit den Fernendämtern (FEA) verbinden. Diese Massnahme ist vor allem nötig, um überhaupt erreichen zu können, dass von Abonent zu Abonent im interurbanen und im internationalen Verkehr ein erweitertes Frequenzband realisiert wird. Die Massnahmen unserer Verwaltung sind noch nicht in allen Teilen bestimmt; das Studium der einzelnen Fragen braucht viel Zeit und Ueberlegung.

Einige Bilder mögen ein paar wichtige Grundelemente veranschaulichen.

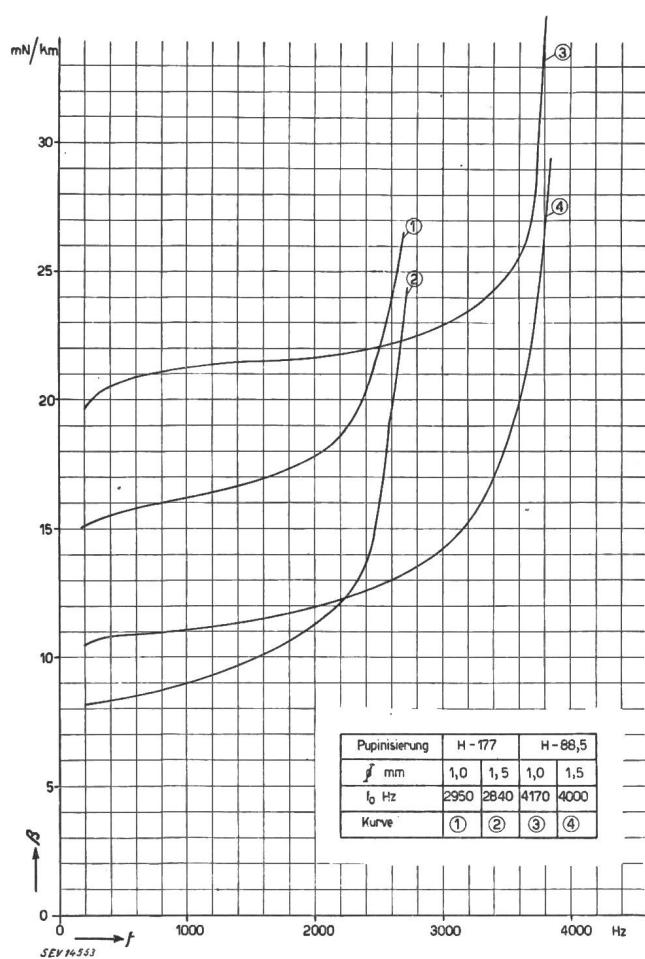


Fig. 1

Berechnete kilometrische Dämpfung  $\beta$  von Pupinkabeln  
 $f$  Frequenz,  $f_0$  Grenzfrequenz.

Die Dämpfungskurven Fig. 1 beziehen sich auf alte und neue Zweidrahtpupinierung. Die Kurven 1 und 3, sowie 2 und 4 zeigen interessante Dämpfungsbeziehungen. Über 2200 Hz liegen Schnittpunkte dieser Kurvenpaare. Sie deuten an, dass an diesen Stellen die Dämpfungswerte gleich gross sind. Für Frequenzen unterhalb dieser Schnittpunkte sind die Dämpfungen mit neuer Pupinierung grösser, oberhalb kleiner. Die neue Pupinierung (Kurven 3 und 4) hat außer der ausgeglicheneren Frequenzkurve den Vorteil eines breiteren Frequenzbandes (siehe die Grenzfrequenzen in Tabelle I, drittletzte Kolonne, die nur für neue Pupinierung den CCIF-Bedingungen genügen). Die letzte Kolonne gibt die Dämpfungsunterschiede bei 800 Hz für Verstärkerabschnitte von 75 km für gleiche Leitterypen verschiedener Pupinierung. Dämpfungsmehrbeträge von 0,41 bzw. 0,17 Neper pro Verstärkerfeld lassen sich in den Zweidrahtverstärkern kompensieren, da der Maximalbetrag von 2 Neper noch nicht überschritten ist. Zudem liegen die Dämpfungsverhältnisse für die neue Pupinierung bei oberen Frequenzlagen günstiger.

#### Dämpfungswerte und Grenzfrequenzen der Pupinisierungen H-177-63 und H-88,5-31,5

Tabelle I

Pupinierung	$\phi$ mm	Strom- kreis	$\beta$ mN/km		$f_0$ Hz	$\frac{\beta}{\beta}$ für 75 km $f = 800$ Hz N	$\Delta b$ N
			800 Hz	2000 Hz			
H - 177 - 63	1,0	St	16,0	17,8	2950	1,20	
		Ph	17,2	18,9	3950	1,29	
	1,5	St	8,8	11,3	2840	0,66	
		Ph	9,9	11,8	3780	0,74	
H-88,5-31,5	1,0	St	21,3	21,6	4170	1,60	0,40
		Ph	22,6	23,1	5560	1,70	0,41
	1,5	St	10,9	12,0	4000	0,82	0,16
		Ph	12,1	13,3	5350	0,91	0,17

Für interurbane Zwecke gelten künftig Zweidrahtleitungen als veraltet. Interurbane und internationale Leitungen haben zum mindesten vom ersten Fernknotenamt ab aus Vierdrahtleitungen (Fig. 2) zu bestehen. Es sind dabei zwei Typen

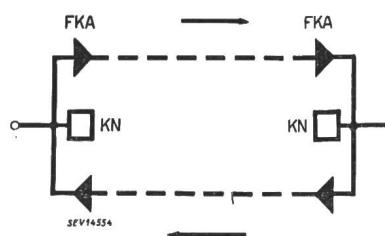


Fig. 2  
 Vierdraht-Terminal  
 FKA Fernknotenamt (mit Verstärker),  
 KN Kabelnachbildung. Zwischen den FKA verläuft die Vierdrahtleitung.

möglich: Tonfrequente metallische Vierdrahtleitungen leichter Pupinierung oder Trägerleitungen nach dem Zwölfs-, Vierundzwanzig- oder Koaxialsystem. Im Terminalverkehr wird ihre Restdämpfung auf 0,8...1,0 Neper eingestellt, im Durchgangsverkehr kann die Dämpfung auf 0...0,2 Neper reguliert werden. Zweidrahtleitungen sind nur noch für Sammelleitungen und für die Netzgruppen zu projektierten.

Die heutige Tandemtechnik benutzt zur Durchschaltung einer Vierdraht- und einer Zweidrahtleitung einen Zweidraht-Tandemverstärker (Fig. 3).

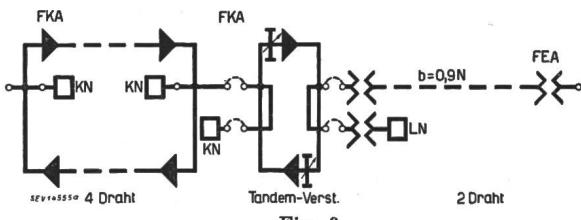


Fig. 3

Vierdraht-Zweidraht-Tandem mit Wahlverstärker  
FKA Fernknotenamt, FEA Fernendamt, KN Kompromiss-nachbildung, LN Leitungenachbildung.

Die Dämpfungsregulierung erfolgt dabei automatisch durch Verstellen der angedeuteten Dämpfungsreguliersätze. Da die Tandemverstärker nur das bisherige schmale Frequenzband durchlassen, muss im künftigen Netz diese Technik der Tandemverstärker geändert werden.

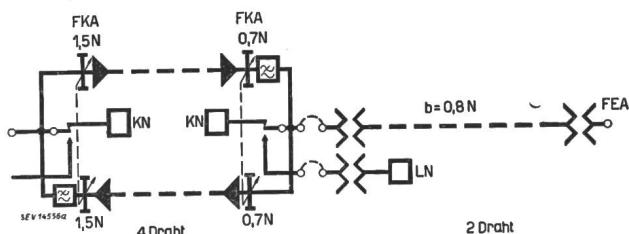


Fig. 4

Vierdraht-Zweidraht-Tandem ohne Wahlverstärker  
(Bezeichnungen wie in Legende Fig. 3)

Ist die rechts in Fig. 3 angedeutete Zweidrahtleitung mit neuer Pupinisierung versehen, dann liegt es nahe, für die Tandemschaltung im Fernknotenamt überhaupt keine Tandemverstärker mehr anzuwenden (Fig. 4). Die Dämpfungsregulierung geschieht in gleicher Weise durch die automatischen Schaltmittel des Amtes an den in die Abschlusseinheit der Vierdrahtleitung versetzten Dämpfungsreguliersätzen. Zudem können die bis jetzt in die Abschlusseinheiten der Vierdrahtleitung eingebauten begrenzenden Filter weggelassen werden. Die Schaltungen werden im neuen System damit wesentlich vereinfacht.

Das oberste Schema in Fig. 5 zeigt das bisherige Tandemprinzip nach unseren Grundforderungen. Es basiert auf der automatischen Durchschaltung von Tandem- und Sammelleitungen vornehmlich für Zweidrahtbetrieb. Je nach den Dämpfungen werden Tandemverstärker automatisch in die Leitung geschaltet. Die Restdämpfung der Leitung von Fernendamt zu Fernendamt reguliert sich auf 0,8...1,2 Neper. Zusammen mit den Netzgruppendifferenzdämpfungen von je 0,7 Neper erhält die Leitung von Endamt zu Endamt (EA) die Restdämpfung 2,6 Neper. Wenn wir die Bezugsdämpfung der alten Teilnehmerstation hinzuzählen (Station bis EA), erhalten wir rund 4 Neper Bezugsdämpfung von Teilnehmer zu Teilnehmer im Weitverkehr. Dabei ist wohl zu beachten, dass das übertragene Frequenzband nur von

300 bis zirka 2300 Hz reicht. Die alten Tandemverbindungen sind daher charakterisiert durch hohe Bezugsdämpfung bei schmalen Frequenzband.

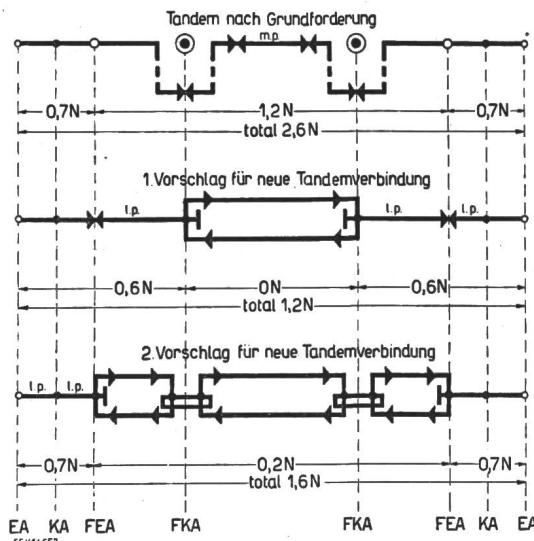


Fig. 5  
Prinzipschaltungen für Tandemverbindungen  
EA Endamt, KA Knotenamt, FEA Fernendamt,  
FKA Fernknotenamt.

Die übrigen Schaltungen (Fig. 5) sind Vorschläge, wie im künftigen Netz nach den neuen CCIF-Empfehlungen außer dem verbreiterten Frequenzband auch die Bezugsdämpfung von Abonnent zu Abonnent verbessert werden kann. Zwischen den Fernknotenämtern bestehen die Tandembündel aus Vierdraht oder Trägern. Die Sammelleitungen zwischen Fernknotenämtern und Fernendämtern sind leicht pupinisiert. Die Bezirkskabel sind in gleicher Weise auf Pupinisierung H=88,5 umgestellt. Zudem ist die neue Station in Verwendung. Somit ist es möglich, das verbreiterte Frequenzband von 300...3400 Hz effektiv zu übertragen.

Der erste Vorschlag geht nun dahin, zur wesentlichen Verringerung der Bezugsdämpfung *Zweidrahtverstärker in den Fernendämtern einzuschalten*. Diese Verstärker müssen natürlich dem verbreiterten Frequenzband angepasst sein. Wie Fig. 5 zeigt, würde es gelingen, die Restdämpfung von Endamt zu Endamt im Prinzip bis auf 1,2 Neper zu senken. Zusammen mit den Bezugsdämpfungen für Senden und Empfangen der neuen Teilnehmerstationen übersteigt die Bezugsdämpfung von Abonnent zu Abonnent nicht einmal 2 Neper. Der Gewinn gegenüber alten Tandemverbindungen kann somit mit 2 Neper verbucht werden. Der Nachteil dieser Schaltung besteht darin, dass die neuen Zweidrahtverstärker die Automatik der Fernendämter komplizieren. Zweidrahtverstärker in Fernendämtern müssen natürlich nur in Fällen grosser Dämpfung eingeschaltet werden.

Der zweite Vorschlag geht darauf aus, die übertragungstechnisch günstigeren Vierdrahtleitungen in Richtung gegen die Abonnenten fortzusetzen. Es sollten von jedem Fernknotenamt zu seinen Fernendämtern Vierdrahtbündel oder Träger zur Ver-

*Materialaufwand verschiedener Uebertragungssysteme für je ein Bündel zu 576 Leitungen  
für die Strecke Zürich—Lausanne (225 km)*

Tabelle II

Uebertragungs- system	Kabel	Fernleitung				pro Endausrüstung	Fernleitung + 2 Endausrüstungen	
		Cu t ca.	Zwischen- Verstärk.- Stationen	Verstärker pro Station	Anzahl Röhren total <sup>2)</sup>		Anzahl Röhren ca. <sup>3)</sup>	Total
4-Draht Tonfrequenz	2 × 384 Ader- paare 0,9 mm Ø <sup>1)</sup>	2000	2	1152	6912	1152	9216	16
Trägersystem 12-Kanal	2 × 48 nichtpup. Aderpaare 1,3 mm Ø	500	9	96	2880	850	4580	8
Trägersystem 24-Kanal	2 × 24 nichtpup. Aderpaare 1,3 mm Ø	250	9	48	1440	800	3040	5
Koaxialleiter- System	2 koaxiale Leiter	50	22	2	138	870	1878	3

<sup>1)</sup> Mit Phantomausnutzung.<sup>2)</sup> Mit Empfangsverstärker ohne Sendeverstärker.<sup>3)</sup> Mit Sendeverstärker.

fügung stehen. Vierdraht oder Träger von Fernendamt zu Fernendamt wird auch von der englischen Verwaltung als technisch beste Lösung betrachtet. *Neue Sammelkabel zwischen Fernknotenämtern und Fernendämmern sind daher so zu konstruieren, dass später Vierdrahtbetrieb möglich ist.*

Bei den Umpupinisierungen bestehender Netze werden die alten Spulen nicht wertlos. Die neue Pupinierung ist so gewählt, dass zwei parallel geschaltete alte Spulensätze die Induktivitäten der neuen Spulen ergeben. Daher ist nur die Hälfte aller Leitungen mit neuen Spulen auszurüsten.

In Tab. II werden die vier Systeme von Vier-

drahtleitungen unter der Annahme gleicher Zahl von Verbindungswegen und gleicher Entfernung hauptsächlich im Kupferbedarf und der erforderlichen Verstärkerröhrenzahl miteinander verglichen. Es handelt sich um:

1. Tonfrequente Vierdrahtleitungen über 0,9-mm-Adern leichter Pupinierung,
2. Vierdrahtleitungen als Träger nach dem Zwölfkanal-System über symmetrische, nichtpupinisierte Aderpaare von 1,3 mm Durchmesser,
3. Vierdrahtleitungen als Träger nach dem Vierundzwanzigkanal-System, Adern gleich wie unter 2,
4. Vierdrahtleitungen als Träger in einem Koaxialleiter-System mit Innenleiter von 2,5 mm Durchmesser und einem Innendurchmesser des Außenleiters von ca. 9 mm.

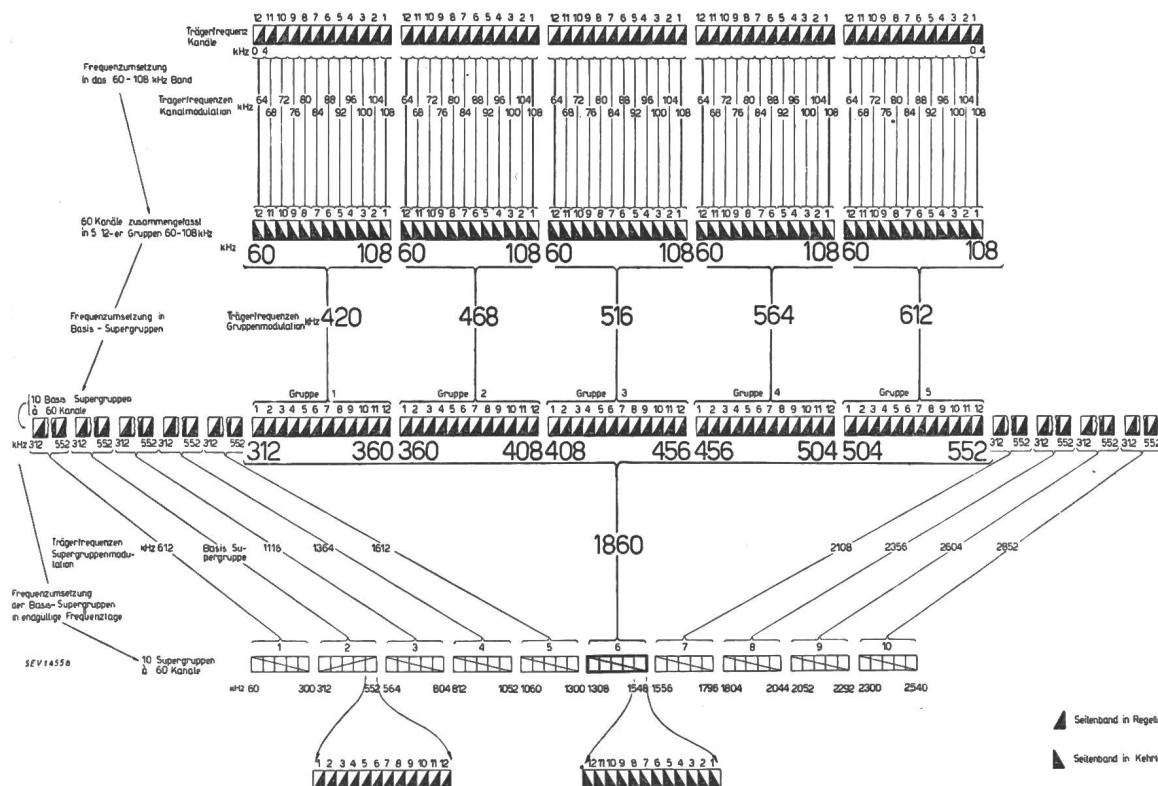


Fig. 6  
Prinzip der koaxialen Telephonsysteme  
(Erläuterungen im Text)

Wie Tab. II zeigt, sinkt der Kupferbedarf sehr stark in der Reihenfolge der bezeichneten Systeme. Dies ist die Folge der gesteigerten Mehrfachausnutzung der Fernleitungen. Alle Trägersysteme haben mehr oder weniger komplizierte Endausrüstungen zu beiden Seiten der Fernleitung. Die Röhrenzahl verkleinert sich trotzdem bei steigender Mehrfachausnutzung durch Träger. Der *Röhrenbedarf pro Telephonkabel* sinkt in der Reihenfolge der angeführten Systeme von 16 auf 3 Röhren. Zwischenverstärker im Koaxialsystem, über die gleichzeitig mehr als 500 Kanäle übertragen werden, müssen eine hochgezüchtete Betriebssicherheit aufweisen.

Fig. 6 zeigt das *Prinzip der koaxialen Telephon-Systeme*. Es dürfen dabei die Zwölf- und Vierundzwanzig-Trägerkanalsysteme als bekannt vorausgesetzt werden. Ueber diesen Stoff wurde in früheren Vorträgen und in zahlreichen Publikationen in den Technischen Mitteilungen der TT-Verwaltung und im Bulletin SEV berichtet. Weniger bekannt scheint mir die Technik der koaxialen Systeme zu sein. Da diese Einrichtungen vielleicht auch bei uns eine Zukunft haben werden, möchte ich mit wenigen Worten das Wesentliche andeuten.

Eine koaxiale Leitung bietet die Möglichkeit, 600 Telephonkanäle aufzunehmen. Für den Sprechverkehr in beiden Richtungen braucht es zwei solcher Leiter. Wenn die Abstände der Zwischenverstärker auf 10 km limitiert werden, dann steht für die Telephonie ein Frequenzband von 60...2600 kHz zur Verfügung. Wie 600 tonfrequente Kanäle durch mehrmalige Modulation frequenzmäßig verschoben werden, möge Fig. 6 mit einigen ergänzenden Erklärungen zeigen.

Die Gliederung der 600 Kanäle erfolgt von Seite Tonfrequenz (Bild oben) zuerst in 50 Zwölfergruppen. Die erste Frequenzumsetzung (Kanalmodulation) bringt alle diese Basisgruppen in das Frequenzband 60...108 kHz. Es handelt sich auch hier um Einseitenbandübertragung mit unterdrückten Trägern. Die zweite Umformung, die sogenannte Gruppenmodulation, fasst je 5 solche Gruppen zusammen und versetzt sie durch Anwendung von fünf verschiedenen Trägerfrequenzen in eine sogenannte Basis-Supergruppe.

Jede Basis-Supergruppe enthält 60 Kanäle und deckt lückenlos das Band von 312...552 kHz. Bis zu dieser Etappe werden sämtliche 10 Basis-Supergruppen gleich behandelt. Bei der dritten Frequenzumsetzung wird jede dieser 10 Supergruppen zu 60 Kanälen durch die sogenannte Supergruppen-Modulation an den definitiven Platz im Frequenzband versetzt.

Fig. 6 zeigt nur den Werdegang der Supergruppe 6 im Detail, während die übrigen 9 Supergruppen bloss angedeutet sind. Nun steht das Bataillon von 600 Verbindungseinheiten diszipliniert und frequenzmäßig gut ausgerichtet auf einer Linie von 60...2540 kHz. Die einzelnen Kanäle folgen sich lückenlos. Frequenzabstände von 12 oder 8 kHz finden sich nur zwischen einzelnen Supergruppen. Da auch die

obersten Kanäle in ihrer absoluten Frequenz auf 2...3 Hz genau zu liegen haben, folgt unmittelbar, dass die Frequenzgenauigkeit des Systems mindestens  $1 \cdot 10^{-6}$  betragen muss. Der Mutter-Oszillator, der alle Frequenzen kontrolliert, muss sogar auf  $1 \cdot 10^{-7}$  genau sein. Auf Längenmaß bezogen würde das heissen, einen Kilometer auf  $\frac{1}{10}$  mm genau zu messen. Dieses Frequenzband von 600 nebeneinander liegenden Kanälen wird nun über das koaxiale Kabel als Ganzes übertragen. Am fernen Ende wird mit den gleichen Trägerfrequenzen, die übrigens im Bild angedeutet sind, demoduliert. Durch den rückläufigen Vorgang entstehen aufs neue die 600 hörbaren tonfrequenten Kanäle.

Abzweigungen von Leitungen in Zwischenämtern (z. B. in Olten) auf koaxiale Kabel anderer Richtungen können so gemacht werden, dass mit Filtern ganze Supergruppen aus dem Kabel herausgenommen und umgeleitet werden. Diese Praxis erlaubt daher nicht, kleinere Bündel als 60 Leitungen abzuzeigen. Sind Abzweigungen auf Trägerkabel nach dem Zwölf- oder Vierundzwanzigkanal-System auszuführen, dann muss zuerst durch passende Demoduliereinrichtungen auf die Primär-Basisgruppen 60...108 kHz demoduliert werden. So wird es möglich, auch einzelne Zwölfergruppen- auf andere Trägerkabel zu überführen, ohne zuerst auf Tonfrequenz zurückzugehen. Für unsere schweizerischen Verhältnisse erscheinen uns die Zwölf- und Vierundzwanzigkanal-Systeme flexibler als die Koaxial-Systeme.

Der kleine Materialaufwand bei Anwendung koaxialer Leiter wirkt sich ebenfalls günstig aus im Bau der Zwischenverstärkerstationen. Die Linien-Breitbandverstärker folgen sich allerdings dicht und zwar in Abständen von zirka 10 km. Die Stationen bestehen im Prinzip nur aus 2 Betriebsverstärkern von sehr geringem Raumbedarf. Doch erfordert die Betriebssicherheit die Bereithaltung von zwei Reserve-Verstärkern. Die Energielieferungsanlage reduziert sich auf ein Minimum, da die Energie von Industriefrequenz (50 Hz) neben dem bestehenden Telephonie-Frequenzband auf den Innenleitern von 2 Koaxialleitern übertragen werden kann. Die erforderliche Spannung beträgt zirka 360 V. So gelingt es, von einer bemannten Station aus nach beiden Seiten je 2...3 unbemannte Stationen mit der erforderlichen Betriebsenergie zu versorgen. Der Platzbedarf dieser Stationen ist theoretisch so klein, dass ein Raum in der Grösse einer normalen Telephonkabine genügen könnte. Zur Vornahme der Messungen und des Unterhaltes empfiehlt es sich aber, den Raum etwas grösser zu halten.

Die Betriebssicherheit spielt hier eine überragende Rolle. Auftretende Fehler, z. B. der Ausfall einer Verstärkeröhre, können zum Betriebsunterbruch der ganzen Anlage von 600 Telephonverbindungen führen. Besondere Vorkehren zur automatischen Einschaltung der Reserve-Verstärker komplizieren wiederum diese an und für sich einfachen Stationen. Auch der Störungsdienst auf den eigentlichen Koaxialleitern ist erschwert durch die Doppelspurigkeit der Kabelverwertung. Das Kabel

wird einerseits als Hochfrequenzkabel zur Vielkanaltelephonie und anderseits als Starkstromkabel zur Energie-Uebertragung benützt.

Koaxialkabel enthalten in der Regel 2...5 Koaxialleiter innerhalb des gemeinschaftlichen Bleimantels. Für die automatische Störungsanzeige stehen einzelne Vierer zur Verfügung, die zudem als Füllmaterial zwischen den Koaxialleitern gebraucht werden. Um diese beschriebene Gruppe von Koaxialleitern kann noch eine Lage von Vierdraht-Vierern gelegt werden für Leitungen kleinerer Distanz. Der automatische Ruf erfolgt pro Kanal mit sogenannten Tonfrequenzrufsätzen in den Endausrüstungen. Die tonfrequenten Rufströme werden gleich dem Sprechkanal moduliert und demoduliert. Die Signalisierungen werden durch die Sprechströme nicht beeinflusst. Besondere Pilotfrequenzen regulieren automatisch die Restdämpfung im Weitver-

kehr. Die Wartung dieser komplizierten Gebilde ist nicht leicht. Alle Typen von Trägeranlagen erheischen grossen Platzbedarf in den Zentralen. Die Raumknappheit zwingt zur Konstruktion von Endausrüstungen kleinerer Abmessungen.

Damit habe ich in kurzen Zügen die Hauptmerkmale moderner Telephonnetze umschrieben. Wie weit in den einzelnen Ländern die CCIF-Empfehlungen realisiert werden können, hängt nicht allein vom guten Willen der verantwortlichen Leiter der Telephonverwaltungen ab, sondern ebenso sehr von den Geldmitteln, die ihnen hiefür zur Verfügung gestellt werden können.

#### Adresse des Autors:

Dr. H. Keller, Chef der Abteilung Versuche und Forschung der Generaldirektion der PTT, Bern.

338.973

## Préoccupations industrielles

Conférence prononcée à la 6<sup>e</sup> Journée Suisse de la technique des télécommunications, le 21 juin 1947, à Bienne,  
par R. Stadler, Lausanne

*L'auteur compare la situation actuelle de l'industrie suisse avec les pronostics établis vers la fin de la seconde guerre mondiale. Partant du fait qu'en 1930 plus de 1,6 million de personnes (soit près du 40 % de la population suisse) étaient occupées dans l'industrie, il aborde les problèmes qui se posent aux chefs d'entreprises. A l'aide d'un exemple pris parmi bien d'autres, il expose les problèmes que soulève l'extension d'une entreprise, qui est favorisée par la surabondance de travail et par les mesures fiscales de la Confédération et des Cantons. Il termine en donnant un aperçu des conséquences politico-sociales de l'emploi d'une main-d'œuvre souvent non qualifiée et de l'infiltration de plus en plus grande de la bureaucratie gouvernementale dans l'économie publique et privée.*

*Der Verfasser stellt die Lage, in der sich die schweizerische Industrie zur Zeit befindet, den gegen Ende des zweiten Weltkrieges geäusserten Voraussagen gegenüber. Von der Tatsache ausgehend, dass nach den Zahlen von 1930 über 1,6 Millionen oder 40 % der schweizerischen Bevölkerung in der Industrie beschäftigt waren, erörtert er die Probleme, die den verantwortlichen Leiter eines Unternehmens beschäftigen. An einem beliebig gewählten Beispiel veranschaulicht er die Problematik einer Betriebsausweitung, die durch die gegenwärtige Ueberbeschäftigung und durch Fiskalmassnahmen von Bund und Kantonen begünstigt wird. Ein Ausblick auf die sozialpolitischen Folgen der Beschäftigung einer Masse ungelernter Arbeiter und auf die zunehmende Einmischung der Staatsbürokratie in die Wirtschaft schliesst die Darlegungen.*

S'appuyant sur les expériences faites au lendemain de la première guerre mondiale, des voix autorisées s'élèveront dès l'année 1943 contre l'optimisme qui régnait dans de nombreux milieux économiques suisses. Ceux qui recommandaient une certaine réserve ne voyaient pas sans crainte la plupart de nos industries renouveler l'erreur qui les avait conduites après 1918 dans une situation très difficile. On se souvient encore des assainissements financiers et des réorganisations qui marquèrent la période d'après-guerre.

C'est pourquoi les appels à la prudence dont les journaux et les revues se firent l'écho en 1943, 1944 et 1945, paraissaient devoir donner raison à leurs auteurs. Qu'allait devenir la Suisse dans une Europe meurtrie et profondément atteinte dans sa chair? Quelle serait notre position industrielle, entourés que nous serions de pays ayant largement payé leur tribut à la guerre et qui s'étaient appauvris dans des proportions encore jamais connues de sorte qu'ils ne pourraient plus être des clients de notre industrie?

On se rappelait aussi toutes les commandes qui avaient été annulées au lendemain de l'armistice du 11 novembre 1918 et les produits qui, faute d'ache-

teurs, avaient été détruits ou simplement abandonnés sur place.

L'industrialisation des pays agricoles avait aussi porté une grave atteinte à la position industrielle de l'Europe occidentale. Les Etats-Unis n'étaient plus ses seuls concurrents; les Etats de l'Europe orientale, le Canada, de nombreux pays de l'Amérique du Sud, étaient entrés en lice et n'avaient pas manqué de faire valoir leurs droits à l'indépendance industrielle que Frédéric List considérait en 1848 déjà comme l'étape finale de l'évolution économique et le facteur le plus important de l'indépendance politique, atout d'une grande puissance.

Tous ces arguments ont retrouvé une actualité incontestable pendant cette dernière guerre, d'autant plus que notre industrie a reçu d'importantes commandes des pays belligérants et s'est vue dans l'obligation d'investir de gros capitaux dans des immobilisations sous forme de machines et de bâtiments. La Suisse a été de nouveau un chantier d'une activité fébrile afin de répondre à la fois aux besoins du marché intérieur et aux demandes lui venant de l'extérieur. Et, comme en 1918, il était logique de se demander quelle serait notre position après les hostilités. Les destructions, plus totales qu'il y