

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 53 (1962)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Neuerungen in den Fernmeldeanlagen der Schweizerischen Bundes-Bahnen (SBB)  
**Autor:** Hager, O.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-916944>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.03.2025

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

## 1. Einleitung

Der Bund als Inhaber des Telegraphen- und Telephonregals räumt den Eisenbahnen in bezug auf das elektrische Fernmeldewesen eine besondere Stellung ein. Diese Stellung ist durch das Telephon- und Telegraphenverkehrsgesetz, das Eisenbahngesetz und den Bundesratsbeschluss über die drahtelektrischen Telegraphen und Telephonanlagen der Eisenbahnen geregelt. Im Gegensatz zum öffentlichen Fernmeldedienst, der dem Austausch jeglicher Nachrichten zu dienen hat, ist der Fernmeldedienst der Eisenbahnen grundsätzlich dem Dienstverkehr vorbehalten. Private Gespräche oder Depeschen sind nur in Ausnahmefällen und unter gewissen Bedingungen zugelassen. Zweck der Fernmeldedienste der Eisenbahnen ist die rasche und in gewisser Hinsicht besonderen Bedürfnissen angepasste Durchgabe von Nachrichten betrieblicher, technischer, administrativer und kommerzieller Natur. Im Grossen und Ganzen ist die Technik des Bahnfernmeldedienstes demjenigen der öffentlichen Dienste gleich. Einige Sonderformen finden sich bei nichtautomatischen Telephonanlagen und im Fernschreibnetz. Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, dass keine Gebührenerfassung vorgesehen ist.

Dieser Aufsatz beschäftigt sich allein mit den automatischen Telephon- und Fernschreibnetzen, die den wichtigsten Teil der Fernmeldeanlagen der SBB bilden. Die grösseren Privatbahnen sind an diese Netze angeschlossen. Sie haben in den letzten Jahren entsprechend ihrer Bedeutung und Ausdehnung ihre Fernmeldeanlagen in gleicher Weise wie die SBB ausgebaut. Zahlreiche Zusammenschlüsse mit den Fernmeldenetzen ausländischer Bahnen erlauben den mühelosen Austausch von Dienstmeldungen für den internationalen Verkehr.

## 2. Die Entwicklung zum modernen Telephonnetz

Mit der Zeit nach dem ersten Weltkrieg beginnt in Parallele mit der gewaltigen Entwicklung des Fernmeldewesens der Aufbau des modernen Telephonnetzes bei den Eisenbahnen. Dessen wesentliche Ereignisse fallen mit den Elektrifizierungsarbeiten der Jahre 1917—1947 zusammen, jedoch mit Ausnahme der Verkabelung der Freileitungen ohne tieferen Zusammenhang mit dieser. Die automatische Telephonvermittlung fand zuerst mit der Erstellung von Hauszentralen in den grossen Verwaltungssitzen Bern, Lausanne, Zürich und Luzern in den Jahren 1923—1926 Eingang, ungefähr zur selben Zeit, als im öffentlichen Netz die ersten vollautomatischen Zentralen in Betrieb genommen wurden. Das Jahr 1930 brachte die ersten Anfänge eines zusammenhängenden vollautomatischen Netzes, indem einzelne Zentralen durch bahneigene Fernleitungen verbunden werden und die angeschlossenen Teilnehmer in den Genuss des Selbstwählverkehrs gelangen. Dessen Vorteile riefen einem Gesamtplan für die Automatisierung des ganzen Netzes, welcher 1934 festgelegt und bis 1947 verwirklicht wurde.

Völlig anders verlief die Entwicklung beim fernschriftlichen Verkehr. Seit dem Bestehen der Schweizerischen Eisenbahnen war der allbekannte Morsetele-

graph das einzige brauchbare elektrische Fernmelde-mittel. Dank seiner Einfachheit und Zweckdienlichkeit war er überall verbreitet und leistete gute Dienste bis er in den 30er-Jahren dieses Jahrhunderts durch den Fernschreiber langsam verdrängt wurde. 1940 haben die SBB mit einem halben Dutzend Fernschreibmaschinen und einer Wählerzentrale das erste automatische Bahnfernschreibnetz Europas in Betrieb genommen. Das Fehlen von Leitungen und die finanzielle Beanspruchung durch den Ausbau des automatischen Telephonnetzes verhinderten die weitere Einführung des Fernschreibers. Erst 1959 nach beendigem Ausbau des Telephonnetzes, begann die Erstellung eines bedeutend umfangreicheren Fernschreibnetzes, womit die letzte Stunde des Morsetelegraphen geschlagen hatte. 1960 wurden die letzten Morseapparate offiziell ausser Betrieb genommen.

## 3. Die Neuerungen der letzten Jahre

### 3.1 Das automatische Telephonnetz

Das Leitungsnetz ist das Rückgrat eines Fernmeldenetzes und kostenmässig sein bedeutendster Teil neben den Zentralen- und Teilnehmerrüstungen. Besonders scharf ausgeprägt ist diese Kostenverteilung bei einem verkabelten Leitungsnetz, wie dies bei den SBB heute restlos der Fall ist. In erster Linie musste daher getrachtet werden die Zahl der Fernleitungen zu erhöhen. Aus finanziellen Gründen kam eine Neuverlegung von Kabeln so lange nicht in Betracht, als diese nicht durch trägerfrequente Ausnützung aufs letzte belegt waren. Im Jahre 1950 wurde daher vom Verwaltungsrat der SBB ein Plan gutgeheissen, welcher zur Hebung der Leistungsfähigkeit einen systematischen Ausbau des automatischen Telephonnetzes vorsah. Eingeschlossen in diesen Plan waren Verbesserungen in der Übertragungsgüte, die sich aus der Verwendung von trägerfrequenten Mehrfachtelephonanlagen ergaben, wie z. B. die Erhöhung des übertragenen Frequenzbandes und die wesentliche Verringerung der Restdämpfungen in einem Grossteil aller Relationen.

Für die Wahl des Systems mussten verschiedene Überlegungen berücksichtigt werden. Der Umstand, dass alle Streckenkabel neben krarupierten oder pupinisierten auch unbelastete Adern enthalten, erleichterte die Bereitstellung der Trägeradern. Für diese wurden die 2,2 mm starken, unbelasteten Paare vorgesehen. Das hat einen günstigen Verstärkerabstand zur Folge; er beträgt je nach Anlage und Nebensprechverhältnissen 20...35 km. Übertragungstechnisch entsprechen die Adern wegen ihres hohen Alters nicht den heutigen Ansprüchen. Die Gleichmässigkeit des Wellenwiderstandes lässt sehr zu wünschen übrig, desgleichen die Vierpoldämpfung, welche von Kabelanlage zu Kabelanlage verschieden sein kann. Die Abweichungen können bis zu 30 %, bezogen auf die günstigsten Werte, betragen. Die Unsymmetrien zwischen Aderpaaren sind sehr gross. In Kabeln, über die mehr als eine Trägeranlage betrieben werden soll, treten daher Schwierigkeiten auf. Ein Abgleich mit üblichen Mitteln zur Erzielung einer hohen Nebensprechdämpfung scheitert an dem ungünstigen Verhältnis zwischen den Ohmschen und kapazitiven Kopplungskomponenten.

Eine Verbesserung ist nur durch empirische Vertauschung der Adern und Wahl der so erhaltenen besten Kombination möglich. Damit werden in den ungünstigsten Fällen Nebensprechdämpfungen von etwa 7 N im Bereich von 12...120 kHz erreicht. Solche Werte werden aber auch nur zwischen zwei, im Kabel geometrisch möglichst günstig gelegenen Aderpaaren erzielt; für drei Aderpaare ist ein vernünftiger Ausgleich des Nebensprechens aussichtslos. In Bezug auf die Geräusche sind jedoch die Kabel, sofern sie sich in gutem Zustande befinden, recht befriedigend, so dass von dieser Seite mit keinen Schwierigkeiten zu rechnen ist.

Zusammen mit der Knappheit an verfügbaren Adern führten die erwähnten Umstände zur Schaffung von zwei verschiedenen Trägersystemen. Neben einigen neu zu entwickelnden Schaltungen wurden zu einem grossen Teil die gleichen Elemente verwendet wie für die PTT-Anlagen.

Das grössere System, als AY-System bezeichnet, liefert unter Benützung nur eines Aderpaares 12 Kanäle im Getrenntlageverfahren. Die Sendekanäle einer Richtung liegen zwischen 12...60 kHz (normale A-Gruppe), die Empfangskanäle dagegen zwischen 72...120 kHz (Y-Gruppe). Die Kanalabstände wurden in Anlehnung an die internationalen Empfehlungen zu 4 kHz festgelegt, was die Übertragung eines Sprachbandes von 300...3400 Hz ermöglicht. Dieses breite Band sichert eine für Sprachübertragung recht gute Qualität zu.

Die 4-Drahtabschlüsse der Trägerkanäle wiesen als Neuerung Relaisätze auf, mit denen die Trägerleitungen entweder mit einer Gabelschaltung 2-drähtig nach dem Ortsamt bzw. nach 2-drähtigen Fernleitungen durchgeschaltet oder unter Abschaltung der Gabel mit einer nachfolgenden 4-Drahtleitung verbunden werden konnten (Tandembetrieb). Infolge des tiefen Eingangs- und hohen Ausgangspegels ist der Kanal ein verstärkendes Element, welches in der Konzeption der Dämpfungsregulierung die gleiche Rolle wie Zwischenverstärker in einem mit Drahtleitungen betriebenen Netz spielen konnte. Für diesen Zweck erhielten die 4-Drahtabschlüsse schaltbare Dämpfungsglieder, die von den noch zu beschreibenden Ferntandem- und Gruppenwählern gesteuert werden. Die Signalübertragung erfolgt bei diesen Systemen im Sprachband mit 3000 Hz, geschützt gegen Sprachbeeinflussung.

Das kleinere System, als C-System bezeichnet, weist 6 Kanäle auf und arbeitet ebenfalls im Getrenntlageverfahren zwischen 12...60 und 72...120 kHz. Diese Frequenzlage erlaubt es im gleichen Kabel beide Systeme zu betreiben. C-Systeme sind für kürzere und weniger wichtige Leitungen vorgesehen und sind deshalb nur für 2-drähtige Durchschaltung ohne Pegelregulierung ausgeführt. Die Signalübertragung erfolgt mit 4000 Hz, also ausserhalb des Sprachbandes, was verschiedene Vorteile gegenüber dem Signalsystem der AY-Träger hat. Fig. 1 zeigt die im SBB-Netz eingesetzten Trägeranlagen.

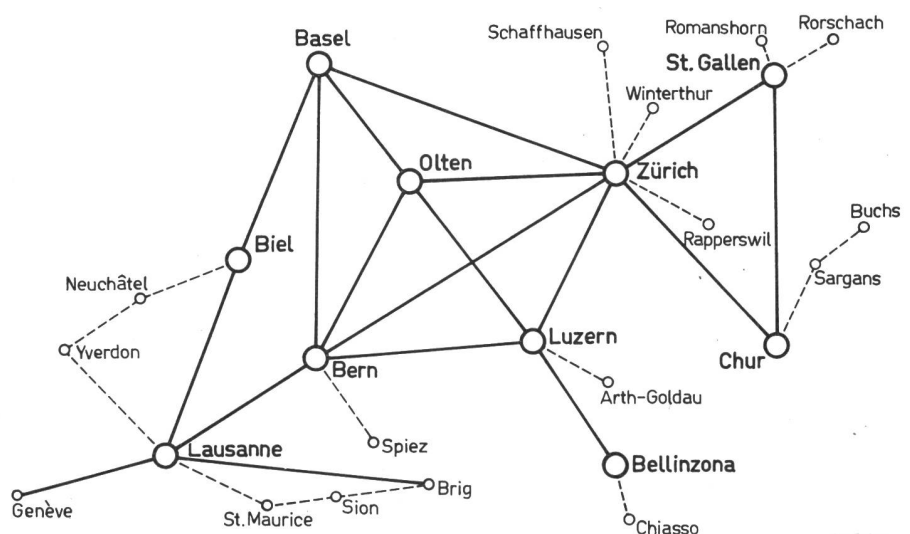
Der systematische Ausbau des Netzes umfasste neben der Schaffung vermehrter Leitungen auch den Ausbau verschiedener Zentralen. Die neuen Möglichkeiten der Trägerleitung in Bezug auf Durchschaltung und Pegelregulierung liessen es als nützlich erscheinen, diese aufs beste auszunützen, was bedeutete, dass nicht einfach nur die Zahl der Wählerausüstungen in den Anschlusszentralen erhöht, sondern ausserdem neu geschaffen werden mussten. Auch der Wunsch, die Fernleitungen durch Anstreben einer vollkommenen Bündelung besser auszunützen, führte zwangsweise zu neuen Lösungen. Es wurden daher Grundlagen für dem Trägerbetrieb angepasste Wähler und Übertrager ausgearbeitet.

Für diese Wähler und Übertragungsschaltungen wurde eine Reihe von Forderungen aufgestellt. Deren wichtigste sind:

1. Bildung von grösseren vollkommenen Bündeln als bisher;
2. Auswahl von 19 Richtungen in einer Wahlstufe (9 Hauptämter und 10 Knotenämter des eigenen Hauptamtes);
3. Selbsttätiges Absuchen von 2 Umwegrichtungen bei Besetztsein der Hauptrichtung und Aufbau der Verbindung über eine Umwegrichtung;
4. Regelung der Restdämpfung der Trägerleitung im End- und Durchgangsverkehr (Tandemverkehr);
5. 4drähtige Durchschaltung von Trägerleitungen unter völliger Ausschaltung der Gabel;
6. Zusammenarbeit mit den bisherigen Ausrüstungen ohne wesentliche Abänderungen.

Die Erfüllung dieser Forderungen bedingt, dass das bis dahin ausschliesslich angewendete dekadische Direktwahlssystem mit einigen Besonderheiten ausgestattet wurde, die nichtdekadischen und mit indirekter

Fig. 1  
Netzplan der SBB-Trägeranlagen  
—— 12-Kanal-Anlagen  
----- 6-Kanal-Anlagen



SEV 30893

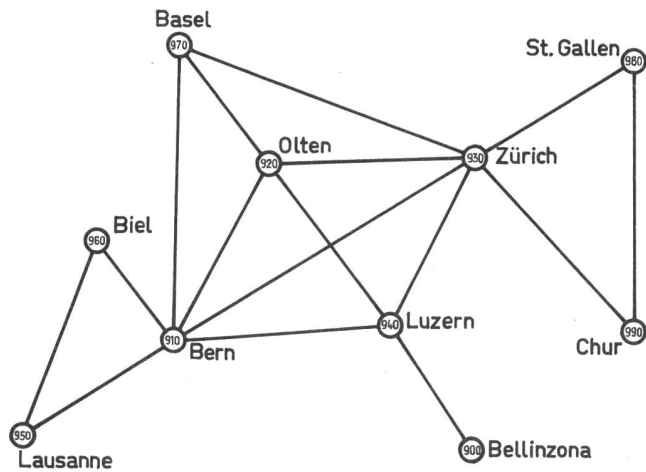


Fig. 2  
Netzplan mit 10 Hauptämtern

Wahl arbeitenden Systemen eigen sind. Das wichtigste neue Element, das diese Forderungen erfüllen musste, ist ein kombinierter Fern- und Tandemgruppenwähler mit einem Speicherwerk, einem Markierschalter und einem Leitungssucher (FTGW), wobei die zuletzt erwähnten Organe als Motorwähler mit 8 Bürsten und einem 100teiligen Vielfach ausgebildet wurden. Auf Grund der neuen Möglichkeiten dieser Technik wurde daher der grundsätzliche Netzplan nach Fig. 2 gewählt. Die Zahl der Hauptämter, früher nur Bern, Luzern, Zürich und Olten, wurde auf 10 erhöht, was für den Benutzer in bezug auf die Fernkennziffern verbesserte Verhältnisse brachte. Die Hauptämter sind infolge der indirekten Wahl nicht mehr direkt miteinander verbunden, sondern dort, wo die Verkehrsbeziehungen es nicht rechtfertigen, über ein Tandemamt erreichbar. Nach Möglichkeit wird den wichtigsten Leitungen ein automatisch angesteuerter erster Umweg über ein Nachbarhauptamt und ein zweiter Umweg über Knotenämter zugeordnet; damit werden Leistung und Sicherheit erhöht. Diese Freizügigkeit im Verbindungsaufbau hat zur Folge, dass Umwege eingerechnet, mehrfache Hintereinanderschaltungen von Trägerstrecken vorkommen. Um kritische Stabilitätsprobleme auszuschalten, werden die Trägerleitungen unter sich unter Abschaltung der Gabel direkt durchgeschaltet. Neuartig wurde auch die Regulierung der Restdämpfung gelöst. Obschon die SBB für ihr Dienstnetz nicht an internationale Normen gebunden sind, haben sie sich doch zum Ziele gesetzt, den Empfehlungen des CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique) bezüglich der höchstzulässigen Restdämpfung der Verbindungen zwischen irgend zwei Teilnehmern möglichst nachzuleben. Sie liegt denn in der Tat auch für mindestens 95 % aller SBB-Teilnehmer innerhalb der empfohlenen Grenze. Um die Ausrichtungen zu vereinfachen wird die Regulierung der Restdämpfung nur in Schritten von 0,25 N vorgenommen. Dies bedeutet, dass die Restdämpfung einer Ver-

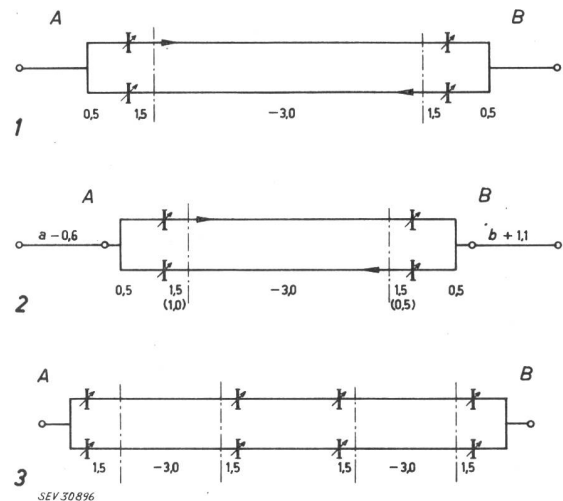


Fig. 4  
Regulierung der Restdämpfung im automatischen Telephonnetz  
1 zwischen zwei Ortsteilnehmern von Hauptämtern; 2 zwischen Teilnehmern der Netzgruppe verschiedener Hauptämter; 3 zwei Trägerleitungen in einem Hauptamt direkt durchgeschaltet  
Werte in Neper

bindung vom Mittelwert um  $\pm 0,25$  N abweichen kann, was für ein Dienstnetz tragbar erscheint und durch die Erfahrung bestätigt wird.

Der Mechanismus für die Dämpfungsregulierung ist kurz folgender (Fig. 3 und 4):

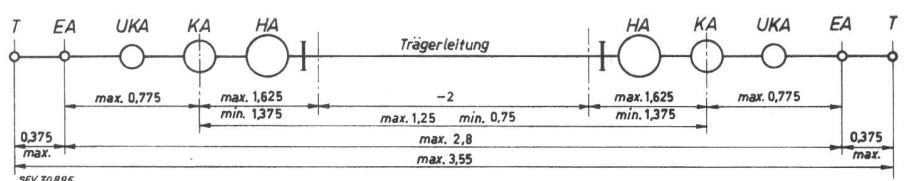
1. *Zwischen zwei Ortsteilnehmern von Hauptämtern.* Die Restdämpfung soll 1,0 N betragen. Die Restdämpfung der Trägerleitung beträgt  $-3,0$  N, (d. h. eine Verstärkung von 3 N). Hiezu liegen im Send- und Empfangsweg in Schritten von 0,25 N steuerbare Dämpfungsglieder im Gesamtwert von 1,5 N, ferner weist die Gabel einen künstlich auf 0,5 N gebrachten Verlust auf. Der vom Ortsamt A angesteuerte FTGW schaltet die beiden Dämpfungsglieder am Ende A der Trägerleitung ein. Im Amt B wird der Markierschalter des der Trägerleitung zugeordneten FTGW feststellen, dass die Verbindung zum Ortsamt geht und infolgedessen dafür sorgen, dass auch am Ende B der Trägerleitung die beiden Dämpfungsglieder voll eingeschaltet bleiben und zugleich die Gabel mit einer Kompromissnachbildung abschliessen.

Die totale Restdämpfung wird damit:

|          |                                |
|----------|--------------------------------|
| 0,5 N    | Gabel Seite A                  |
| 1,5 N    | Dämpfungsglied Seite A         |
| $-3,0$ N | Restdämpfung der Trägerleitung |
| 1,5 N    | Dämpfungsglied Seite B         |
| 0,5 N    | Gabel Seite B                  |
| 1,0 N    | Restdämpfung                   |

2. *Zwischen Teilnehmern der Netzgruppen verschiedener Hauptämter.* Am Ende A der Trägerleitung wird der der Niederfrequenzleitung a festzugeordnete FTGW mit Hilfe seines Markierschalters feststellen, dass er eine Trägerleitung ansteuern muss und hierauf eine der Restdämpfung seiner Leitung a entsprechende Reduktion des Dämpfungsgliedes der Trägerleitung in der Send- und Empfangsrichtung veranlassen. Im Amte B leitet der Markierschalter des der Trägerleitung zugeordneten FTGW den analogen Vorgang ein, nachdem er auf eine der Leitung b entsprechende Wahlziffer eingestellt worden ist. An beiden Enden der Trägerleitung werden zudem die Gabeln mit

Fig. 3  
Grundsätzliche Dämpfungsaufteilung im automatischen Telephonnetz der SBB  
HA Hauptamt; KA Knotenamt; UKA Unter-knotenamt; EA Endamt; T Teilnehmer  
Werte in Neper



den individuellen Nachbildungen der Leitungen *a* bzw. *b* abgeschlossen.

Beispielsweise sei die Restdämpfung der Leitungen *a* und *b* 0,6 N bzw. 1,1 N. Infolgedessen wird in *A* das Dämpfungsglied um  $2 \times 0,25 \text{ N} \approx 0,6 \text{ N}$  und in *B* um  $4 \times 0,25 \text{ N} \approx 1,1 \text{ N}$  verkleinert. Die totale Restdämpfung wird somit:

|        |                                                                 |
|--------|-----------------------------------------------------------------|
| 0,6 N  | Restdämpfung <i>a</i>                                           |
| 0,5 N  | Gabel Seite <i>A</i>                                            |
| 1,0 N  | Dämpfungsglied Seite <i>A</i> = $1,5 - 2 \times 0,25 \text{ N}$ |
| -3,0 N | Restdämpfung der Trägerleitung                                  |
| 0,5 N  | Dämpfungsglied Seite <i>B</i> = $1,5 - 4 \times 0,25 \text{ N}$ |
| 0,5 N  | Gabel Seite <i>B</i>                                            |
| 1,1 N  | Restdämpfung <i>b</i>                                           |
| 1,2 N  | Restdämpfung                                                    |

3. Werden im Zuge einer Verbindung 2 Trägerleitungen in einem Hauptamt direkt durchgeschaltet (z. B. in einer Verbindung Lausanne-Zürich, Fig. 4.3), so sorgt der in *C* zwischen geschaltete FTGW mit Hilfe des Markierschalters dafür, dass alle Dämpfungsglieder der Trägerleitungen, die in *C* zusammenstossen, eingeschaltet bleiben, womit der Gewinn der folgenden Trägerleitung aufgehoben wird. Dieser Vorgang spielt sich stets bei der Hintereinanderschaltung zweier Trägerleitungen ab, d. h. die Pegelverhältnisse am Ende der letzten Trägerleitung ändern sich nicht, wenn mehrere Abschnitte an einer Verbindung beteiligt sind (Umwege!). Eine Voraussetzung muss allerdings noch erfüllt sein: Zwischen zwei Trägerleitungen darf, z. B. als Umweg, keine niederfrequente Leitung liegen, was durch Sperren mit Hilfe der Markierschalter erreicht wird.

Auch in der Abwicklung des internationalen Bahn-telephonverkehrs sind Neuerungen eingeführt bzw. deren Einführung z. T. beabsichtigt. Der ständig an Bedeutung gewinnende Nachrichtenaustausch mit den Bahnnetzen der Nachbarstaaten liess in letzter Zeit den Wunsch aufkommen, den seit längerer Zeit manuell abgewickelten Verkehr zu automatisieren. So sind zwischen Bern und Frankfurt a./M. halbautomatische Leitungen in Betrieb, welche den Vermittlungsbeamtinnen in Bern gestatten, sämtliche Teilnehmer des deutschen, belgischen, niederländischen und österreichischen Bahnnetzes selbst zu wählen. Direkte Teilnehmerwahl wie im Inlandnetz zwischen benachbarten Grenzzonen ist ebenfalls vorhanden (Brig-Domodossola) oder in Ausführung begriffen (Basel SBB — Basel-Badischer Bahnhof, Chiasso — Como) und stellt an Orten mit starkem grenzüberschreitenden Verkehr eine fühlbare Erleichterung für das Bahnpersonal dar. Solche Netzzusammenschlüsse werden einerseits erleichtert durch den Wegfall jeglicher Gebührenverrechnung, andererseits aber erschwert durch die Verschiedenheit der Wahlsysteme einzelner Netze. Hier die technischen Lösungen zu suchen ist nicht immer einfach, doch werden die gemeinsamen Interessen der europäischen Bahnen solche Schwierigkeiten zu überwinden wissen.

### 3.2 Das automatische Fernschreibnetz

Die Erstellung eines leistungsfähigeren Fernschreibnetzes auf neuer Basis wurde 1957 beschlossen und sofort in Angriff genommen. Grund zu diesem Beschluss war der Wunsch nach schnellerer und personalsparender schriftlicher Übermittlung. In der Tat ist die Schreibgeschwindigkeit beim Fernschreiber ein Vielfaches derjenigen des Morseapparates, die Empfangsbereitschaft für Nachrichten ist auch ohne Anwesenheit des Personals gewahrt und weiter kann der Apparat von jedem Schreibmaschinenkundigen bedient und die Schriftstücke, weil in Klarschrift ankommend, von jedermann gelesen werden. Die Anlernzeit für Telegraphisten fällt somit weg. Wird ein

Blattschreiber verwendet, was im ganzen Netz der SBB der Fall ist, so können die Schriftstücke ohne weiteres den Akten beigegeben werden, was den vom Morseapparat oder Streifenschreiber herkommenden Streifen ohne besondere Manipulationen nicht der Fall ist. Der Fernschreiber soll auch in vielen Fällen das Telephonnetz entlasten und Irrtümer, die bei der telephonischen Übermittlung von Telegrammen, besonders vom Ausland her, auftreten, vermeiden helfen. Die Abgrenzung der Übermittlung zwischen Telephon- und Fernschreiber geschieht im Grossen und Ganzen nach folgenden Gesichtspunkten:

#### Übermittlung durch Telephon:

Alle Mitteilungen, die ihres Inhaltes wegen einer persönlichen Fühlungnahme unbedingt bedürfen oder die mangels Fernschreiber nicht übermittelt werden können.

#### Übermittlung durch Fernschreiber:

Nachrichten, die keiner persönlichen Fühlungnahme bedürfen oder zweckmässigerweise schriftlich abzugeben sind. Nachrichten, die gleichzeitig an mehrere Empfänger gerichtet sind und solche, die während der Zeit abgegeben werden müssen, wo die Empfangsstellen nicht besetzt sind.

Nachdem sich die Selbstwahl der Fernschreibteilnehmer in jahrelangem Betrieb bewährt hatte und bewusster auf personalsparende Einrichtungen geachtet werden musste, war die automatische Vermittlung von vorneherein gegeben. Zur Vereinfachung der Bedienung wurde eine einheitliche dreistellige Numerierung gewählt, eine Numerierung mit sogenannten verdeckten Kennzahlen, welche den Teilnehmer instand setzt, seine Korrespondenten zu wählen, ohne zu überlegen, an welche Zentrale dieser angeschlossen ist. Eine Ausnahme bildet allerdings die Verbindungsherstellung mit den Teilnehmern ausländischer Bahnfernschreibnetze, die unter Voranstellung einer offenen Kennzahl erfolgen muss. Wahl- und Schalkriterien für die Herstellung der Verbindungen, sowie übrige für den Betrieb wichtige Bedingungen wie die Einhaltung von Zeichenverzerrung, die Schreibgeschwindigkeit, der Austausch der Erkennungszeichen der in Verbindung tretenden Teilnehmer folgen streng den Empfehlungen des CCITT. Von den durch diesen beratenden Ausschuss empfohlenen zwei Systemen der anwendbaren Schaltkriterien wurde der Typ *B* gewählt, was zur Folge hat, dass die Fernschreibnetze der Bahnverwaltungen von Deutschland, Belgien, Dänemark, Österreich und Italien praktisch ohne besonderen Aufwand mit dem Netz der SBB eine technische Einheit bilden. Der gegenseitige Verkehr ist damit bedeutend erleichtert. Im Vergleich mit dem öffentlichen Fernschreibnetz, das unter der Bezeichnung Telex bekannt ist, weist das Bahnfernschreibnetz zwei Besonderheiten auf. Erstens darf es nur für den Dienstverkehr benützt werden und kennt daher keine Gebührenerfassung. Zweitens sind in allen Knotenpunkten Einrichtungen, sog. Rundschreibplätze vorhanden, die das Zusammenschalten beliebiger Teilnehmergruppen zu gemeinsamem und gleichzeitigem Empfang einer Übermittlung erlauben. Im Extremfall können von jedem Rundschreibplatz sämtliche schweizerischen Fernschreibmaschinen gleichzeitig betätigt werden. Diese Einrichtung ist deshalb notwendig, weil der grössere Teil aller Übermittlungen an mehrere Empfänger gerichtet ist und erweist sich in Verbindung mit der Lochstreifenherstellung und -übermittlung als besonders nützlich. Die Rundschreibplätze sind handbedient. Versuchsweise ist eine automatische Rundschreibeinrichtung

in Luzern aufgestellt, die einem beliebigen Teilnehmer nach Auswahl erlaubt, fünf weitere Teilnehmer zu einer Rundschreibverbindung zusammenzuschalten und gleichzeitig zu beschreiben.

Die 5 Zentralen der SBB bilden mit ihren Verbindungsleitungen ein vollkommenes Maschennetz. In Basel sind die Verbindungsleitungen mit dem belgischen und deutschen Fernschreibnetz verbunden. Vorgesehen sind weitere Zusammenschlüsse mit Frankreich in Basel, mit Österreich in Zürich und mit Italien in Luzern. Sobald in den Netzen dieser Länder die Voraussetzungen für den Zusammenschluss gegeben sein werden, kann dieser vollzogen werden. In gleicher Weise wie beim automatischen Telephonnetz bestehen Anschlüsse der grösseren Fernschreibnetze an das Fernschreibnetz der SBB. Im gegenwärtigen Zustand umfasst das Netz etwa 140 Fernschreibmaschinen schweizerischer Bahnen und 5 solche ausländischer Bahnen. Diese Zahl ist verhältnismässig gross und erklärt sich aus der hohen Verkehrsdichte im SBB-Schienenetz, welche an 2. Stelle in Europa, gleich nach derjenigen der niederländischen Bahnen steht. Eine Sättigung ist noch nicht erreicht, und die kommenden Jahre werden noch eine Verdichtung bringen. Die 5 Teilnehmer ausländischer Bahnen in Bellegarde, Mühlhausen, Innsbruck, Milano und Domodossola kennzeichnen ein Übergangsstadium. Sie vermitteln den telegraphischen Verkehr zwischen den Netzen, solange als nicht ein direkter Zusammenschluss verwirklicht werden kann. Die bedeutende Anzahl Leitungen, sowohl für die Verbindungen zwischen den Zentralen als auch die Teilnehmeranschlussleitungen mussten im stark ausgenützten Kabelnetz gewonnen werden. Teilweise

wurden hierfür die freigewordenen Morseleitungen verwendet, was jedoch in keiner Weise ausreichte. Der Rest der Leitungen musste durch Mehrfachausnützung von Draht- oder Trägerleitungen gewonnen werden. Hierzu wurden eine Reihe von volltransistorisierten 24-Kanal-Wechselstromtelegraphieanlagen modernster Bauart eingesetzt, die vor allem die langen Leitungen zu bilden gestatten. Kürzere Leitungen werden mit Gleichstrom betrieben, entweder mit Einfach- oder Doppelstrom, was allerdings gewisse Vorsichtsmassnahmen bedingt, da Leitungen in den längs elektrifizierter Bahnstrecken laufenden Kabeln durch Fahr- und Kurzschlußströme beeinflusst sein können. Erdfreie Schaltungen und peinlich genaue Erdsymmetrie sind Vorbedingungen für einen störungsfreien Betrieb.

Automatisches Telephonnetz und automatisches Fernschreibnetz haben bei den SBB heute einen hohen Stand erreicht, der den gegenwärtigen Bedürfnissen gerecht wird und eine bescheidene Leistungsreserve für die Zukunft enthält. Die Anlagen müssen aber ständig überprüft und ergänzt werden, um dem Eisenbahnbetrieb als zuverlässiges und jederzeit leistungsfähiges Hilfsmittel zur Verfügung zu stehen. Als weitere Neuerung, deren Einführung allerdings schon einige Jahre zurückliegt, sind die schon recht zahlreich vorhandenen Funkverbindungen zu nennen. Die Anzahl der verwendeten Funkgeräte steigt stark an und es ist zu erwarten, dass sie bedeutende Umwälzungen im Eisenbahnbetrieb bringen werden.

Adresse des Autors:

O. Hager, Ingenieur, Chef der Sektion für Niederspannung und Fernmeldewesen der Bauabteilung der Generaldirektion SBB, Bern.

## High-Power R. F. Separators

Paper read at the 25<sup>th</sup> Convention on Radio-frequency techniques of the Swiss Electrotechnical Institution, held in Geneva on October 26, 1961.

By H. G. Hereward, Geneva

621.384.612

In the CERN Proton Synchrotron targets are bombarded with protons of energy 25 GeV. From such a target come particles of many types: scattered protons, mesons, antiprotons, with energies ranging from about zero up to almost the full 25 GeV of the bombarding protons. For nuclear physics experiments, especially for those done with bubble chambers, one would like to separate out a beam of one specified type of particle, preferably with a reasonably narrow momentum (or energy) spread.

It is usual to select particles of a given momentum by means of bending magnets. The deflection of a charged particle in a given magnetic field is inversely proportional to its momentum, so a system of slits, magnetic lenses and a bending magnet will select a beam of given momentum, but still of mixed types of particle.

Particles of the same momentum and different mass have different velocities, and CERN proposes to build an R. F. device that will use this fact to separate them. The velocity difference is relatively rather small for the particles and momenta of interest to us. By way of example, consider pi-mesons and antiprotons with a momentum of 20 GeV/c; antiprotons are 6.7 times heavier than pions, but at this momentum both of them

are travelling almost at the velocity of light c:

$$v_p = 0.9989 c \quad (1)$$

$$v_{\pi} = 0.999976 c \quad (2)$$

and the difference is only 1.1 ‰.

For the present purpose this velocity difference is conveniently converted into difference in time-of-flight over a given path. For this example it amounts to

$$\Delta \left( \frac{1}{v} \right) = 0.0036 \text{ ns/m}$$

The way in which this time-of-flight difference is used for separation is illustrated by Fig. 1. A collimated beam is passed through an R. F. field which gives a deflection say

$$\Theta = \hat{\Theta} \sin \omega t_1$$

this spreads out the beam into a fan, the same for both particles. One then has a magnetic lens that produces an image of this first R. F. deflector, at the second. Entering the second deflector one has

$$\Theta = - \hat{\Theta} \sin \omega t_1$$

and the particles will therefore leave it with