

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 54 (1976)

**Heft:** 1

**Artikel:** Sanierung des DM-Fernkabelnetzes = Assainissement du réseau des câbles interurbains DM

**Autor:** Knuchel, Walter

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-875815>

### **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:** 03.05.2026

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

# Sanierung des DM-Fernkabelnetzes

## Assainissement du réseau des câbles interurbains DM

Walter KNUCHEL, Bern

621.395.741(494) :621.315.2.054.3:621.376.56

*Zusammenfassung. Trotz den heute zur Verfügung stehenden modernen Übertragungssystemen mit grosser Leitungskapazität kommt den im schweizerischen Kabelnetz vorhandenen DM-Kabelanlagen immer noch grosse Bedeutung zu. Einerseits dienen diese Kabel zur Sicherstellung eines minimalen Verkehrs beim Ausfall hochfrequenter Systeme, wie auch zum Aufbau eines PCM-Fernnetzes für Datenübertragung. Die Sanierung dieser im Durchschnitt 40 Jahre alten Kabel muss sehr sorgfältig vorbereitet werden. Nur so ist eine rationelle Ausführung der Umbauarbeiten bei einem tragbaren finanziellen Aufwand möglich, wobei im allgemeinen die Leitungsqualität von Neuanlagen erreicht wird.*

*Résumé. Malgré les systèmes modernes de transmission à très grand nombre de voies dont on dispose aujourd'hui, les câbles DM compris dans le réseau suisse jouent encore un rôle fort important. Ces installations servent non seulement à véhiculer un trafic minimal en cas de défaillance de systèmes à haute fréquence, mais aussi de base d'établissement d'un réseau interurbain MIC pour la transmission de données. L'assainissement de ces câbles âgés en moyenne de 40 ans doit être très soigneusement préparé, condition primordiale pour une modification rationnelle à un coût raisonnable. En général, la qualité de ligne obtenue rejoint celle d'installations neuves.*

### Assestamento della rete dei cavi interurbani DM

*Riassunto. Malgrado i sistemi di trasmissione moderni a grande capacità che sono attualmente disponibili, gli impianti di cavi DM ancora impiegati nella rete cavi del nostro Paese continuano ad essere di grande importanza. Questi cavi servono ad assicurare un traffico minimo in caso di guasto di sistemi ad alta frequenza o vengono impiegati per costituire una rete interurbana PCM per la trasmissione di dati. I lavori di assestamento di questi cavi, in esercizio oramai da circa 40 anni, devono essere preparati con molta cura. Soltanto così è possibile eseguire i lavori di trasformazione in modo razionale e ad un onere finanziario sopportabile. Terminati i lavori di trasformazione, la qualità di trasmissione di questi cavi è generalmente comparabile a quella di nuovi impianti.*

## 1 Allgemeines

Im Zehnjahresplan 1970/79 wurde bei der Planung der Primärgruppen erstmals die Sanierung und Freischaltung der Dieselhorst-Martin-Kabel (DM-Kabel) in Betracht gezogen. Der Planungskommission wurde hierauf vorgeschlagen, das DM-Kabelnetz zu sanieren und gleichzeitig durch PCM-Leitungen eine Infrastruktur für ein Datennetz zu schaffen. In der Folge wurden bestimmte Kabelanlagen von der Abteilung Forschung und Entwicklung der Generaldirektion der PTT-Betriebe auf den Korrosionszustand untersucht und dabei festgestellt, dass Anlagen mit einer Lebenserwartung von weitem 15 Jahren sanierungswürdig sind. Mit dem Zehnjahresplan 1972/81 wurde der endgültige Entscheid, die DM-Kabel zu sanieren, gefällt. Die Ausarbeitung eines Rahmenprogrammes ergab die Grundlage zur endgültigen Planung der Freischaltung und zur Sanierung der verschiedenen Kabelanlagen.

## 2 Konzept

- Das grundsätzliche Konzept umfasst die
- Anpassung der Pupinisierung an die heute gültigen Normen
  - Erstellung eines PCM-Netzes für schnelle Datenübertragung.

Der Anteil der niederfrequenten Leitungen am schweizerischen Fernnetz beträgt heute 300000 Leitungskilometer oder 9%, davon sind rund 210000 Leitungskilometer oder 70% DM-Kabel. Der grösste Teil dieser DM-Fernkabel wurde in den Jahren 1920...1939 ausgelegt, so dass deren durchschnittliches Alter etwa 40 Jahre beträgt.

Das ganze DM-Kabelnetz umfasst etwa 2700 Pupinpunkte; davon wurden bis Ende 1971 bereits rund 30% mit neuen Pupinspulen 88,5/31,5 mH ausgerüstet. Von den restlichen 70% wird ungefähr die Hälfte als Fernkabel aufgegeben, während die andere Hälfte sanierungswürdig ist. Gesamthaft

## 1 Généralités

L'assainissement du réseau des câbles Dieselhorst-Martin (DM) et leur libération par commutation dans les centraux ont été envisagés pour la première fois lors de la mise au point du plan décennal 1970/1979. Cela étant, il fut proposé à la commission de planification d'entreprendre les travaux nécessaires et de créer une infrastructure de lignes utilisables pour la modulation par impulsions et codage (MIC), destinées à la transmission de données. La Division des recherches et du développement de l'Entreprise des PTT examina alors l'état de corrosion de certaines installations de câbles et l'on parvint à la conclusion que seules les installations dont la durée de vie future pouvait être estimée à quinze ans valaient la peine d'être assainies. La Décision définitive d'assainir le réseau de câbles DM fut prise lors de la mise en place du plan décennal 1972/1981. La préparation d'un programme-cadre a permis de créer les bases de planification définitives concernant la libération et l'assainissement des installations de câbles.

## 2 Conception

La conception fondamentale comprend les points suivants:

- Adapter la pupinisation aux normes valables actuellement
- Etablir un réseau MIC pour la transmission de données à haut débit binaire.

La proportion de lignes basse fréquence du réseau interurbain suisse s'élève aujourd'hui à 9%, soit 300000 kilomètres de lignes, dont 210000 ou 70% sont des câbles DM. La plus grande partie de ces câbles interurbains DM a été posée de 1920 à 1939, si bien que leur âge moyen est d'environ 40 ans.

L'ensemble du réseau des câbles DM comprend quelque 2700 points Pupin, dont 30% environ ont déjà été équipés de nouvelles bobines 88,5/31,5 mH jusqu'à la fin de 1971. Du sol-

sind demnach etwa 900 Pupinpunkte mit ungefähr 150000 Pupinspulen zu ersetzen; dies ergibt reine Materialkosten von etwa 5 Mio Franken. Rechnet man noch die Auswechslung defekter Kabellängen und die Personalkosten hinzu, so werden sich die Sanierungskosten auf 15...20 Mio Franken belaufen.

Figur 1 vermittelt einen allgemeinen Überblick über den heutigen Stand des DM-Kabelnetzes der Schweiz.

Trotz modernster Übertragungstechniken kommt den DM-Kabeln immer noch grosse Bedeutung zu; einerseits als Zweitweg zur Sicherstellung eines minimalen Verkehrs bei Ausfall hochfrequenter Systeme, andererseits zum Aufbau eines PCM-Fernnetzes für die Datenübertragung. Im weitern dienen die Sanierungsinvestitionen indirekt auch andern Kabelanlagen, da durch diese Arbeiten in vielen Fällen eine allgemeine Verbesserung des Zustandes der Rohranlagen und Kabelschächte herbeigeführt wird.

Das grundsätzliche Ausbauprogramm sieht ein Datenbasisnetz zwischen den Zentren Zürich, Basel, Bern, St. Gallen, Lausanne und Genf sowie ein Zubringernetz vor. Die Berechnungen ergaben, dass die Schaffung eines PCM-Fernnetzes unter Verwendung der DM-Kabelanlagen eine wirtschaftliche Lösung darstellt. Die betreffenden Kabel stehen schon lange in Betrieb und sind abgeschrieben, so dass die wirtschaftlichen Grenzlängen für Telefonie etwa bei 100 km bei Einkabel- und über 200 km bei Zweikabelverbindungen liegen. Ein PCM-Fernnetz auf DM-Anlagen zwischen den wichtigsten Städten der Schweiz ist also bereits für Telefonie wirtschaftlich interessant und wird es erst recht bei der Datenübertragung sein.

Bis 1985 wird in der Schweiz mit etwa 10000 Modems gerechnet, und zwar bei folgender Geschwindigkeitsverteilung:

- 50% auf 200 bit/s
- 35% auf 2400 bit/s
- 12% auf 9600 bit/s
- 3% auf 40,8 kbit/s

Die Planung sieht vor, ein PCM-Fernnetz aufzubauen, das die Bedürfnisse der Datenübertragung zwischen den wichtigsten Städten der Schweiz bis 1985 zu decken vermag. Solange dieses Netz nicht voll ausgelastet ist, wird es auch für

de de 70%, près de la moitié ne sera plus exploitée en tant qu'installation de câbles interurbains, seul le reste méritant d'être assaini. Vu globalement, il faut donc remplacer quelque 900 points Pupin, soit environ 150000 bobines, ce qui représente des frais de matériel s'élevant à près de 5 millions de francs. Si l'on inclut dans le calcul les sections de câble défectueuses à remplacer et les frais de personnel, le coût de l'assainissement prévu atteindra probablement 15...20 millions de francs.

La figure 1 donne une vue de l'état actuel du réseau suisse des câbles DM.

Malgré la modernisation poussée des techniques de transmission, l'importance du réseau de câbles DM demeure, d'une part, en tant que réseau de réserve capable de véhiculer un trafic minimal en cas de défaillance de systèmes à haute fréquence, d'autre part, comme base d'établissement d'un réseau interurbain MIC pour la transmission de données. Par ailleurs, les investissements consentis profitent également aux autres installations de câbles, vu que l'assainissement conduit dans bien des cas à l'amélioration de l'état général des canalisations en tuyaux et des chambres de câbles.

Le programme fondamental d'extension prévoit un réseau de base de transmission de données reliant les centres de Zurich, Bâle, Berne, St-Gall, Lausanne et Genève ainsi qu'un réseau d'apport. Il a été prouvé par calcul que la création d'un réseau interurbain MIC, tirant parti des installations de câbles DM, représentait une solution économique. Vu qu'ils sont en service depuis longtemps, les câbles considérés sont entièrement amortis, si bien que les longueurs limites économiques en téléphonie se situent aux environs de 100 km pour les circuits à un câble et plus de 200 km pour les circuits à deux câbles. Si un réseau interurbain MIC à câbles DM reliant les principales villes de Suisse est déjà intéressant du point de vue économique en téléphonie, il le sera d'autant plus pour la transmission de données.

On estime qu'en 1985 les besoins en modems pour la Suisse atteindront quelque 10000 unités et que les vitesses de modulation se répartiront de la façon suivante:

- 50% à 200 bit/s
- 35% à 2400 bit/s

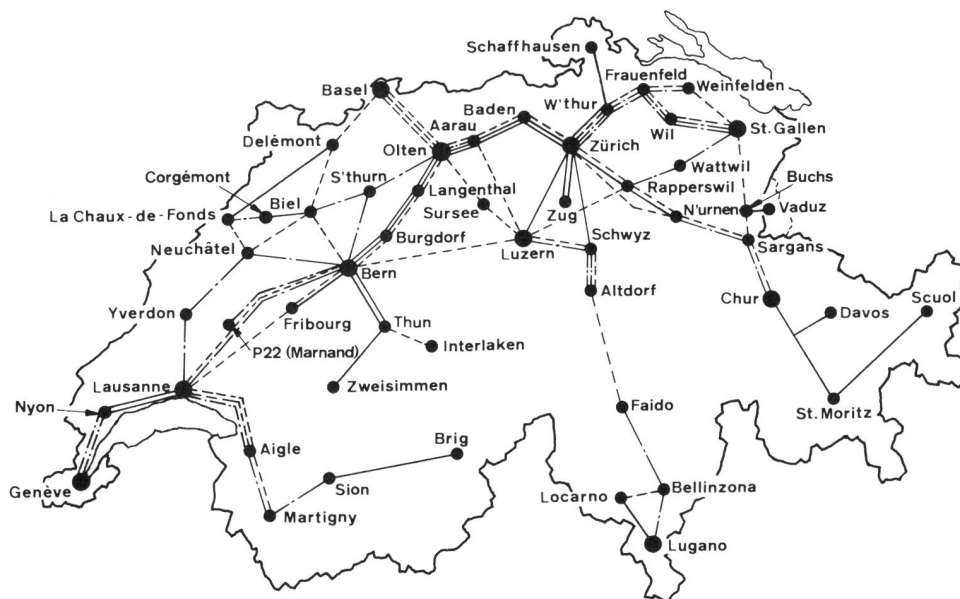


Fig. 1 DM-Kabelnetz der Schweiz (Stand August 1975) – Réseau suisse des câbles DM (état août 1975)

- ..... Umpupinisierung auf H-88,5/31,5 bis 1980 – Pupinisation modifiée en H-88,5/31,5 d'ici 1980
- Ausserbetriebnahme bis 1980 – Mise hors service jusqu'en 1980
- ..... Pupinisierung H-88,5/31,5 (Stand August 1975) – Pupinisation H-88,5/31,5 (état août 1975)

den Telefonverkehr beansprucht. Es wird auch erlauben, weitere Erfahrungen auf dem Gebiet der digitalen Übertragung zu sammeln, wobei die Anlagen später in das System IFS-1 integriert werden können (Fig. 2).

Die Sanierung des DM-Kabelnetzes wird den schrittweisen Ausbau des PCM-Fernnetzes zur Folge haben, bis der in Figur 2 dargestellte Stand erreicht ist. Für das Basisnetz ist der Zweikabelbetrieb, für das Zubringernetz hingegen der Einkabelbetrieb vorgesehen. Im ersten Fall ergibt sich eine Verstärkerdistanz von zwei Pupinfeldern, im andern von einem Pupinfeld.

Ob und in welchem Ausmass dieses Netz weiter ausgebaut wird, hängt von der Entwicklung des Datenverkehrs und den Erfahrungen der Zwischenzeit ab. Es stellt sicher nicht die endgültige Lösung für die Übertragung der gesamten in Zukunft anfallenden Informationsmenge dar, da die Kapazität der PCM-30-Kanal-Systeme zu klein ist. Man wird später bestimmt leistungsfähigere Systeme bauen müssen, wobei als Übertragungsmedien koaxiale Kabel oder unter Umständen Glasfaserleiter denkbar sind.

### 3 Zielsetzung

Mit der Sanierung der DM-Kabel soll jeweils die ganze Anlage einer Revision unterzogen werden, und zwar in elektrischer, schaltungsmässiger und tiefbautechnischer Hinsicht, was deren vollständige Freischaltung während des Umbaus bedeutet. Zweifelhafte Kabellängen mit Korrosionsbefall, schlechtem Zustand der Armatur usw. werden bis zu einer Grössenordnung von maximal 10% der Gesamtanlagelänge ausgewechselt.

Das grundsätzliche Vorgehen wird durch folgende Punkte bestimmt:

#### a) Tiefbautechnische Sanierung, wie

- Bau von Platten- und Einstiegschächten in allen Pupinpunkten

12% à 9600 bit/s  
3% à 40,8 kbit/s

D'après la planification, il a été prévu d'établir, en corrélation avec l'assainissement des installations de câbles DM, un réseau interurbain MIC capable de satisfaire, jusqu'en 1985, aux besoins de la transmission de données entre les villes de Suisse les plus importantes. Tant que ce réseau ne travaillera pas à pleine charge, il sera aussi utilisé pour la transmission de trafic téléphonique. Il permettra, d'autre part, de faire des expériences précieuses dans le domaine de la transmission numérique et il sera possible de l'intégrer plus tard dans le système IFS-1 (fig. 2).

Durant la campagne d'assainissement des câbles DM, le réseau interurbain MIC sera agrandi par étapes, jusqu'à ce qu'il atteigne l'état représenté à la figure 2. Tandis que le réseau de base est prévu pour fonctionner sur deux voies, le réseau d'apport n'en possédera qu'une. La distance entre amplificateurs sera de deux sections Pupin dans le premier cas et d'une section Pupin dans le second.

Le développement des transmissions de données et les expériences réunies entre-temps permettront de déterminer si, et dans quelle mesure, le réseau précité devra être agrandi. Il est certain qu'il ne représente pas la solution définitive du problème de transmission d'informations auquel il faudra faire face au cours des années à venir, car la capacité du système MIC à 30 voies est trop faible à cet effet. Il y aura sans doute lieu de construire des systèmes d'une efficacité plus poussée et de songer à la mise à contribution d'autres moyens de transmission, notamment des câbles coaxiaux ou même des câbles à fibres de verre.

### 3 But visé

Lors de l'assainissement des câbles DM, l'installation tout entière sera soumise à une revision portant sur l'état électrique des circuits et l'état des connexions ainsi que sur les ouvrages de génie civil. Il est prévu de remplacer, au besoin,

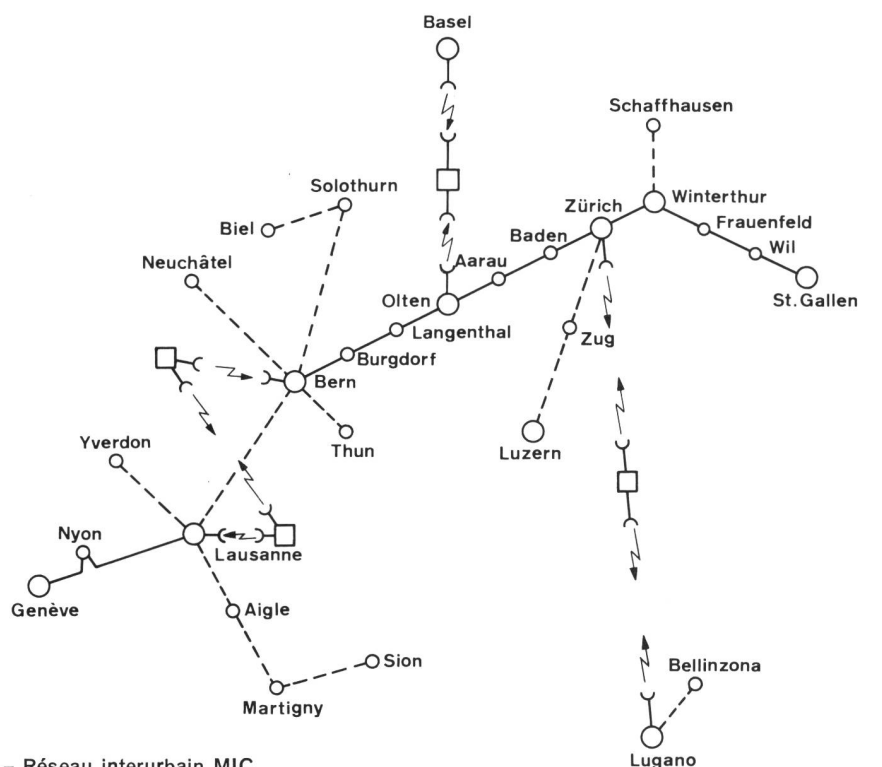


Fig. 2 PCM-Fernnetz - Réseau interurbain MIC

— PCM-Zweikabelbetrieb - Transmission MIC sur deux câbles  
- - - PCM-Einkabelbetrieb - Transmission MIC sur un câble  
↔ Richtstrahl PCM - Transmission MIC sur faisceaux hertziens  
□ Relaisstation - Station relais

- Anpassen bestehender Schächte
- Vorbereiten allfälliger vorgesehener PCM- oder Hochfrequenz-Telefonrundsprach-(HF-TR)Anlagen

b) *Schaltungsmässige Sanierung, wie*

- Überprüfen der Einführung in die verschiedenen Zentralen
- Einbau neuer Kabelendverschlüsse
- Bereitstellen von PCM-Leitungen
- Einbau zusätzlicher HF-TR-Verstärker
- Überprüfen der Anpassung (wie künstliche Kabelverlängerungen usw.)

c) *Elektrische Sanierung, wie*

- Einbau neuer Pupinspulen
- Auswechseln beschädigter Kabellängen
- Instandstellen der elektrischen Eigenschaften, wie Isolation (allfällige Fehlerbehebung) und Nebensprechen (Kopplungsabgleich)
- Kapazitätsgruppierung je Pupinfeld
- Nachabgleich vorhandener C-Träger-Leitungen

d) *Schlusskontrollmessung, umfassend*

- Isolation (eine Ader gegen alle andern)
  - Widerstand (je Draht)
  - Nebensprechen im Vierer
  - Betriebsdämpfung
  - Impedanz
  - Fehlerdämpfung (Pfeifpunkt)
- } Stamm- und  
} Phantomleitungen

Nach Abschluss der Umbauarbeiten wird für jede Anlage durch die Sektion Montage der Generaldirektion ein Bericht erstellt, worin alle für den Betrieb und Unterhalt wichtigen Daten zusammengefasst sind.

#### 4 Ausführung

Die Sanierung erstreckt sich grundsätzlich auf die Pupinisierung und den Ersatz mangelhafter Kabellängen, nicht aber auf eine Umstrukturierung der Anlagen. So soll die vierdrahtmässige Ausnützung einer gewissen Zahl Aderpaare nach Möglichkeit erhalten bleiben. Verschiedene Anlagen weisen nämlich noch Vierdrahtleitungen (H-44/20) auf, die sektorweise abgeglichen sind. Dieser Abgleich bleibt unverändert, doch werden diese Leitungen ebenfalls mit 88,5/31,5 mH pupinisiert.

Voraussetzung für eine möglichst rationelle Durchführung des geplanten Umbaus ist jeweils die gänzliche Ausserbetriebsetzung der einzelnen Anlagen. Wo dies nicht möglich ist, müssen besondere Massnahmen die Behinderung der Kabelarbeiten auf ein Minimum beschränken.

Für die Vorbereitung und Ausführung des Umbaus hat sich folgender Arbeitsablauf als zweckmässig erwiesen:

- Vorbereitungsarbeiten
- Demontage der alten Pupintöpfe
- Umbau der Kabelanlage.

Die zu sanierenden Kabelanlagen berühren in der Regel die Gebiete mehrerer Kreistelefondirektionen. Für die Gewährleistung eines rationellen Arbeitsablaufs sowie für die Koordination der zu treffenden Massnahmen und der einzusetzenden Mittel ist die Sektion Montage der Generaldirektion PTT verantwortlich.

Dieses Vorgehen hat sich bewährt, doch werden bei jeder Anlage wieder neue Erfahrungen gesammelt, da die Verhält-

les sections de câble dont l'état est douteux (corrosion, armure défectueuse, etc.), jusqu'à concurrence de 10% au maximum de la longueur totale de l'installation. En principe, il sera procédé selon le programme suivant:

a) *Assainissement des ouvrages de génie civil, à savoir*

- Construction de chambres à dalles et de chambres à regard à tous les points Pupin
- Adaptation des chambres existantes
- Préparation, le cas échéant, des installations MIC ou de télédiffusion à haute fréquence prévues

b) *Assainissement des connexions, à savoir*

- Contrôle des introductions dans les divers centraux
- Montage de nouvelles terminaisons de câble
- Préparation des circuits MIC
- Montage des amplificateurs de télédiffusion supplémentaires
- Contrôle de l'adaptation à des points tels que lignes de complément.

c) *Assainissement de l'état électrique, soit*

- Montage de nouvelles bobines Pupin
- Remplacement des sections de câble défectueuses
- Rétablissement des caractéristiques électriques initiales, telles que l'isolement (éventuellement suppression des défauts) et la diaphonie (équilibrage des coupages)
- Groupement des capacités par section Pupin
- Rééquilibrage, le cas échéant, des circuits à courants porteurs C

d) *Mesures de contrôle finales* portant sur

- L'isolement (un conducteur par rapport à tous les autres)
  - La résistance (pour chaque fil)
  - La diaphonie dans la quarte
  - L'affaiblissement composite
  - L'impédance
  - L'affaiblissement de régularité (point d'amorçage)
- } Circuits de base  
} et circuits fantômes

A l'achèvement des transformations, la section du montage des réseaux locaux de la Direction générale de l'Entreprise des PTT établira pour chaque installation un rapport, où seront récapitulés tous les détails importants concernant l'exploitation et l'entretien.

#### 4 Réalisation

En principe, l'assainissement ne porte que sur la pupinisation et le remplacement des sections défectueuses et non sur un changement de structure des installations. Dans toute la mesure du possible, l'utilisation en 4 fils d'un certain nombre de paires de conducteurs doit être maintenue, car diverses installations ont encore des circuits à 4 fils (H-44/20) équilibrés par secteurs. Ces circuits seront également pupinisés à 88,5/31,5 mH, sans que l'équilibrage soit modifié. Pour que la transformation prévue puisse être réalisée de manière rationnelle, il est nécessaire de mettre les installations considérées entièrement hors service. Lorsque cela n'est pas possible, il y a lieu de prendre des mesures spéciales pour faciliter les travaux sur les câbles.

En vue de préparer la transformation d'une installation et de la réaliser en pratique, il s'est révélé rationnel de procéder ainsi qu'il suit:

nisse von Fall zu Fall stark ändern können. Fest steht aber, dass die ganze Sanierung nur in enger Zusammenarbeit aller beteiligten Dienste der Kreistelefondirektionen und der Generaldirektion PTT verwirklicht werden kann.

#### 41 Vorbereitungsarbeiten

Die rationelle Durchführung der Arbeiten an einer DM-Kabelanlage erfordert eine gründliche Vorbereitung. In diesem Sinne sind zahlreiche Vorabklärungen und Untersuchungen durchzuführen, bevor der endgültige Entscheid getroffen werden kann, ob ein Umbau zu verantworten ist oder nicht.

Die erste Phase dieser Vorbereitungsarbeiten umfasst für einzelne Kabelanlagen folgende Tätigkeiten:

- a) Aufnahme des allgemeinen Zustandes der Kabelanlage
- b) Untersuchen der Korrosion und Ermüdung der Bleimäntel
- c) Ausarbeiten eines Kostenvoranschlags.

Wird aufgrund der Untersuchungsergebnisse die Anlage als sanierungswürdig bezeichnet, so kann die zweite Phase der Vorbereitungsarbeiten eingeleitet werden, bestehend aus

- d) Festlegen der Umbautermine
- e) Ausarbeiten eines detaillierten Arbeitsauftrages
- f) Materialbestellungen.

Als ausserordentlich wertvoll und ausschlaggebend für den Entscheid, ob ein Umbau vorgenommen werden kann, sind die unter a) und b) erwähnten Untersuchungsergebnisse.

Die Erfahrungen haben gezeigt, dass unter den einzelnen Kabelanlagen sehr grosse Unterschiede bestehen, deren technische und finanzielle Konsequenzen einer genauen Abklärung bedürfen. Erst eine gewissenhafte Bestandesaufnahme ermöglicht es, einen zuverlässigen Kostenvoranschlag auszuarbeiten. Dabei werden in diesem Zusammenhang oft verborgene Mängel erkannt. Unliebsame Überraschungen während des Umbaus können so weitgehend vermieden werden.

Dazu folgende Einzelheiten der Vorabklärungen:

- Zustand sämtlicher Spleisspunkte → Neu- beziehungsweise Umbau von Kabelschächten
- Zustand vorhandener Kabelkanäle → Reparaturen, Verlegungen oder Trasseekorrekturen
- Vorhandene Provisorien und Kabelfehler → Auswechseln von Einzellängen.

Die Erfahrungen an bisher sanierten Anlagen haben die Bedeutung dieser Untersuchungen bestätigt. Noch in keinem Fall sind unvorhergesehene Schwierigkeiten aufgetreten, die nicht rechtzeitig erkannt wurden.

#### 42 Demontage der alten Pupintöpfe

Ein grosser Teil der DM-Kabelanlagen ist mit Pupintöpfen ausgerüstet, deren Abmessungen eine Entfernung durch die bestehende Öffnung der Einstiegschächte verunmöglichen. Aus Platzgründen müssen diese Töpfe aber in der Regel aus den Schächten herausgenommen werden. Zur Lösung wurden verschiedene Möglichkeiten studiert, wobei sich schliesslich die mechanische Zertrümmerung im Schacht als einzige verantwortbare Methode ergab. Mit einer hydraulischen Presse und besonderen Hilfseinrichtungen wird der Oberteil des Pupintopfes so demoliert, dass eine Entfernung durch den Einstieg möglich ist. Unter normalen Verhältnissen und bei Einsatz von gutinstruiertem Personal beträgt der durchschnittliche Zeitaufwand je Pupintopf etwa eine Stunde; die eigentliche Handarbeit ist auf ein Minimum be-

- Préparer la transformation
- Démontér les anciens caissons Pupin
- Transformer l'installation de câbles.

Dans la plupart des cas, les câbles à assainir franchissent les limites de plusieurs directions d'arrondissement des téléphones. Pour cette raison, la coordination des travaux a été confiée à la section du montage de la Direction générale des PTT, qui veille à un déroulement rationnel des opérations, organise les mesures à prendre et prévoit les moyens à mettre en œuvre.

D'une manière générale, ce procédé s'est révélé satisfaisant, bien que chaque installation fournisse l'occasion de faire de nouvelles expériences, les conditions variant sensiblement d'un cas à l'autre. Néanmoins, un fait certain demeure acquis: Seule une collaboration étroite entre tous les services intéressés des directions d'arrondissement et de la Direction générale de PTT permet de mener à bien un tel programme d'assainissement.

#### 41 Travaux préparatoires

Afin d'assainir de manière rationnelle une installation de câbles DM, il est nécessaire de préparer minutieusement les travaux. Cela signifie qu'il faut tirer au clair et examiner certains points, avant de décider définitivement s'il est raisonnable de transformer une installation ou non.

Pour chacune des installations de câbles, la première phase des travaux préparatoires comprend:

- a) Un relevé de l'état général de l'installation
- b) L'examen de l'état de corrosion et de fatigue des gaines de plomb
- c) L'élaboration d'un devis.

Si, au vu des résultats, on décide que l'installation mérite d'être assainie, il est possible de passer à la deuxième phase des travaux préliminaires qui consiste à:

- d) Fixer les délais de la transformation
- e) Mettre sur pied un ordre de travail détaillé
- f) Commander le matériel.

Les examens cités sous les points a) et b) sont déterminants et extrêmement précieux, lorsqu'il s'agit de décider si une installation mérite d'être assainie conformément aux critères fixés.

Les expériences faites jusqu'ici ont montré que de très grandes différences existaient entre les diverses installations de câbles et qu'il fallait en déterminer avec précision les conséquences d'ordre technique et financier. Seul un relevé consciencieux de l'état permet d'élaborer un devis valable, car c'est à ce stade qu'apparaissent souvent des défauts cachés. Il est ainsi possible d'éviter les surprises désagréables lors des travaux de transformation. Citons, pour illustrer l'étendue des mesures éventuelles à prendre, les détails suivants:

- Etat des points d'épissure → nouvelles chambres ou transformation des anciennes
- Etat des canalisations de câbles existantes → réparations, transferts ou corrections de tracé
- Installations provisoires existantes ou défauts de câbles → échange de certaines sections.

Les assainissements réalisés à ce jour ont clairement démontré l'importance de ces examens préliminaires. En effet, au cours des transformations, aucune difficulté qui n'eût été reconnue à temps ne s'est présentée.



Fig. 3  
Demontage der alten Pupintöpfe: Montage des Jochs und der Halteklauen – Démontage des anciens caissons Pupin: Mise en place du portique avec grappin

schränkt. Es wird folgendermassen vorgegangen: Nach Demontage der Haltebügel werden die Anschlusskabel mit einer hydraulischen Kabelschere zerschnitten und entfernt. Dann werden die Hilfseinrichtungen (Joch mit Stützen und Halteklauen, Fig. 3) sowie die hydraulische Presse für einen maximalen Druck von 25 t (Fig. 4) montiert. Sie wird betätigt, bis ein Teil des Deckelrandes durch die Halteklauen abgerissen wird (Fig. 5). Das Joch wird nun verschoben und der beschriebene Arbeitsgang wiederholt, bis der grösste Teil des Deckelrandes zertrümmert ist. Überreste werden mit einem Verschlaghammer entfernt (Fig. 6). Anschliessend wird mit Stahlseilen und einer auf dem Lastwagen montierten Hebevorrichtung der Pupintopf aus dem Schacht herausgehoben, abtransportiert und der Altmaterialverwertung zugeführt (Fig. 7 und 8). Im Verlaufe der bisherigen Sanierungsarbeiten konnten auf diese Weise über 200 Pupintöpfe rationell, unfallfrei und ohne Beschädigung der in den Schächten vorhandenen Kabel und Muffen abgebrochen werden.

#### 43 Umbau der Kabelanlage

In den vergangenen Jahren sind an DM-Kabelanlagen einige Verlegungen und Umbauten vorgenommen worden. Die Anordnung der Spleissungen und Kabel entspricht daher in vielen Fällen nicht mehr den allgemeingültigen Regeln (Fig. 9 und 10). Die Wiederherstellung der einwandfreien Lagerung der Spleissmuffen und Führung der Kabel in den betroffenen Schächten ist daher im Rahmen der Sanierung eine der wichtigsten Aufgaben, weil dadurch unter Umstän-

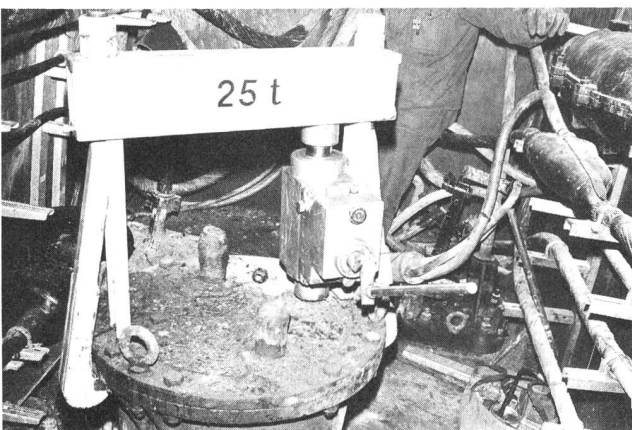


Fig. 4  
Einsatzbereite Zertrümmerungseinrichtung – Dispositif de démolition prêt à l'emploi

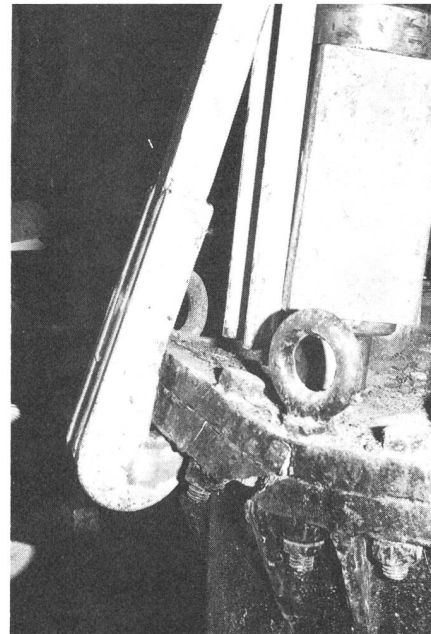


Fig. 5  
Abbrechen des Deckelrandes – Bris du bord du couvercle

#### 42 Démontage des anciens caissons Pupin

Les caissons Pupin, dont de nombreuses installations de câbles DM sont équipées, ont des dimensions qui empêchent leur extraction par l'ouverture des chambres à regard. En règle générale, ces caissons doivent pourtant être sortis des chambres pour des raisons de place. Parmi les nombreuses méthodes étudiées, la démolition mécanique dans la chambre même est la seule qui ait pu être retenue. Au moyen d'une presse hydraulique et d'un dispositif auxiliaire spécial, on brise la partie supérieure du caisson Pupin, de manière à pouvoir finalement le retirer par le trou d'accès existant. Lorsque cette opération est exécutée dans des conditions normales par des agents bien instruits, il faut compter en moyenne une heure de travail par caisson Pupin, le travail manuel proprement dit étant réduit à un minimum. Cette méthode permet de procéder pour l'essentiel selon le programme suivant: Après avoir démonté les étriers de maintien et sectionné les câbles de raccordement au moyen d'une machine hydraulique, on monte le dispositif accessoire, un portique associé à deux grappins latéraux (fig. 3). Puis, la presse hydraulique développant une force de 25 t au



Fig. 6  
Entfernen der Deckelrandüberreste – Destruction à la masse du reste du bord



Fig. 7  
Ausbau eines mit der Zertrümmerungsvorrichtung vorbereiteten Pupintopfes – Extraction d'un caisson Pupin dont le bord est détruit

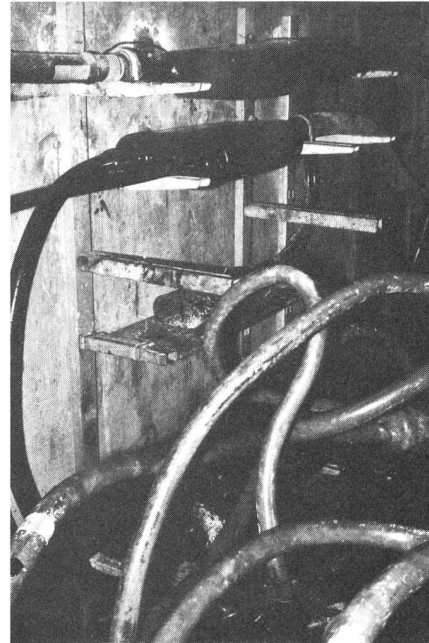


Fig. 9  
Pupinpunkt einer DM-Fernkabelanlage vor der Sanierung – Point Pupin d'une installation de câbles DM avant l'assainissement

den die weitere Lebensdauer einer Anlage grundlegend beeinflusst wird.

Selbstverständlich muss der Aufwand in einem realistischen Verhältnis zu den gegebenen Möglichkeiten stehen und den in die betreffende Anlage gesetzten Anforderungen bezüglich Qualität und Lebensdauer Rechnung tragen. So muss stets entsprechend den Umständen eine möglichst optimale Lösung gesucht werden, um ohne Einbuße an Qualität und Betriebssicherheit einen verantwortbaren Aufwand zu erreichen (Fig. 11...14). Leitmotive sind die Wiederherstellung einwandfreier Leitungseigenschaften und die Sicherung einer bestimmten weiteren Lebensdauer mit einem minimalen Aufwand.

Für die praktische Ausführung wird eine Spleissergruppe gebildet, die sich in der Regel aus Personal jener Kreisteledirektionen zusammensetzt, auf deren Gebiet sich die Anlage befindet. Die Kontrollmessungen und wenn nötig die Fehlereingrenzungen sind durch den zuständigen Mess- und Entstörungsdienst auszuführen.

maximum (fig. 4) est mise en place et actionnée jusqu'à ce que le grappin arrache une partie du bord du couvercle (fig. 5). Le portique est ensuite déplacé et les opérations décrites sont répétées. De cette manière, on peut démolir la plus grande partie du bord du couvercle. Les restes sont enlevés à coups de masse (fig. 6). Le caisson Pupin ainsi préparé est retiré de la chambre au moyen d'un élévateur placé sur un camion, puis transporté au centre de récupération du vieux matériel (fig. 7 et 8). Durant les travaux d'assainissement réalisés jusqu'ici, il a été possible d'évacuer de manière rationnelle plus de 200 caissons Pupin, sans accidents et sans endommager les câbles et les manchons logés dans les chambres.



Fig. 8  
Verlad der alten Pupintöpfe – Prise en charge des anciens caissons Pupin

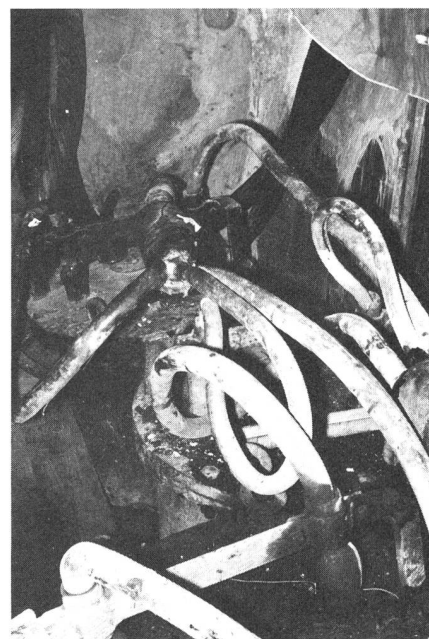


Fig. 10  
Anordnung der Pupinanschlusskabel vor dem Umbau – Disposition des câbles raccordés au caisson Pupin avant la transformation

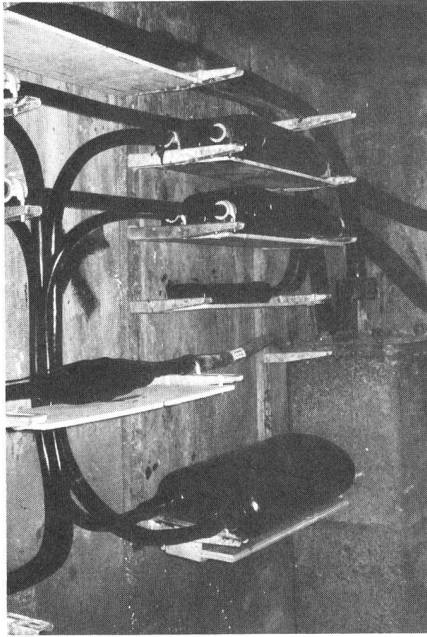


Fig. 11  
Anordnung der Spleissungen in einem Pupinschacht nach dem Umbau – Disposition des épissures dans une chambre Pupin après transformation

Unter bestimmten Voraussetzungen wird aber der gesamte Umbau einer DM-Kabelanlage einer einzigen Kreistelefondirektion übertragen, deren Personal auch ausserhalb der eigenen «Grenzen» zum Einsatz gelangt.

Die Umbauarbeiten werden in folgender Reihenfolge durchgeführt:

- Sanierung der einzelnen Pupinfeldlängen mit Demontage der alten Pupinspleissungen, Behebung der Kabelfehler, Auswechslung defekter Einzellängen, Kontrolle und Richtigstellung der elektrischen Eigenschaften
- Einbau der neuen Pupinspulen
- Montage der PCM-Zwischenverstärker und allfälliger Verstärker für den hochfrequenten Telefonrundspruch
- Anpassungsarbeiten in den Zentralen
- Kontrollmessungen.

Auf allen sanierten Anlagen wurde eine Leitungsqualität entsprechend jener von Neuanlagen erreicht. Dies zeugt nicht nur von den gewissenhaften, gründlichen Fehlerbehebungen und Abgleicharbeiten, sondern auch von einer hohen Qualität und Dauerhaftigkeit der meist über 40 Jahre alten Kabel.

Auf die Durchführung von Druckproben ganzer Pupinfeld oder auch Einzellängen und einer Prüfung der Spannungssicherheit muss verzichtet werden, weil einerseits die Kabelanlagen seinerzeit nicht nach den heute gültigen Normen montiert wurden, andererseits es auch sinnlos wäre, die Widerstandsfähigkeit der alten Bleimäntel einer erhöhten und unnötigen Belastung auszusetzen. Von diesen Kabelanlagen wird eine Weiterverwendung während der nächsten 15 Jahre erwartet, wobei man sich aber bewusst ist, dass nach 40 und mehr Jahren gewisse Alterserscheinungen an den Bleimänteln unvermeidlich sind. Unter normalen Voraussetzungen darf jedoch mit grosser Wahrscheinlichkeit die geforderte weitere Lebensdauer angenommen werden. Immerhin ist der Alterungsprozess nicht durch Massnahmen zu beschleunigen, wie sie sich aus Druckproben ergeben könnten.

#### 43 Transformation de l'installation de câbles

Au cours des années écoulées, ni les déplacements ni les transformations n'ont été épargnés aux installations de câbles DM. De ce fait, la disposition des épissures et des câbles ne correspond souvent plus aux règles généralement valables (fig. 9 et 10). Il est dès lors important de remettre à la place qui convient les manchons d'épissure et de rétablir le tracé correct des câbles dans les chambres considérées, dans le cadre du programme d'assainissement. Suivant le cas, ce réaménagement peut prolonger sensiblement la durée de vie d'une installation.

Il est évident que les moyens mis en œuvre doivent être proportionnés aux possibilités données et qu'il faut tenir compte des exigences posées aux installations sous le rapport de la qualité et de la durée de vie. Il s'agit donc, selon la situation, de rechercher une solution optimale, à savoir maintenir les frais dans des limites raisonnables, sans que la qualité de transmission et la fiabilité en souffrent (fig. 11...14). Le but des travaux est toujours de rétablir au mieux les caractéristiques initiales des circuits et d'assurer leur bon fonctionnement pour un certain temps encore, par la mise en œuvre d'un minimum de moyens techniques et financiers.

Pour réaliser ces travaux, on subordonne à la Direction générale un groupe d'épisseurs, constitué en règle générale par des agents de la Direction d'arrondissement des téléphones (DAT) dans la circonscription de laquelle l'installation se trouve entièrement ou partiellement. Le service des mesures et des dérangements compétent réalise les mesures de contrôle et, si nécessaire, la localisation des défauts. Dans certaines conditions, la transformation d'une installation tout entière de câbles DM est confiée à une seule DAT, dont le personnel doit alors travailler en dehors des «limites» de l'arrondissement auquel il est rattaché.

Les travaux de transformation se font dans l'ordre suivant:

- Assainissement de chacune des sections Pupin: Démontage des anciennes épissures Pupin, suppression des défauts de câbles, échange de sections de câble défectueuses, contrôle et correction des caractéristiques électriques
- Montage des nouvelles bobines Pupin (fig. 12 et 13)
- Montage des coffrets pour amplificateurs intermédiaires MIC et, le cas échéant, des amplificateurs de télédiffusion haute fréquence
- Travaux d'adaptation dans les centraux
- Mesures de contrôle.

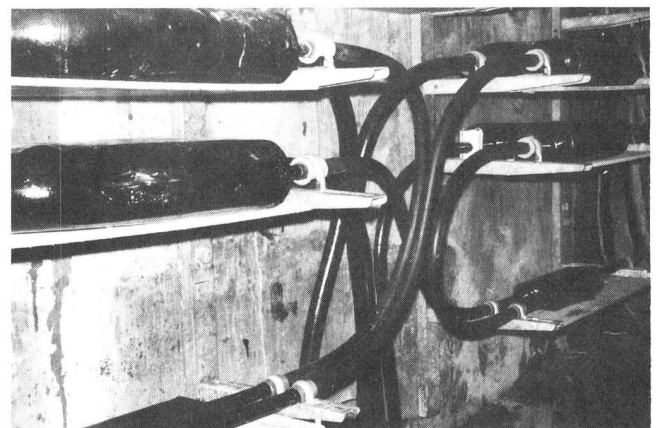


Fig. 12  
Andere Ausführung eines sanierten Pupinschachtes – Chambre Pupin après assainissement (autre exécution)

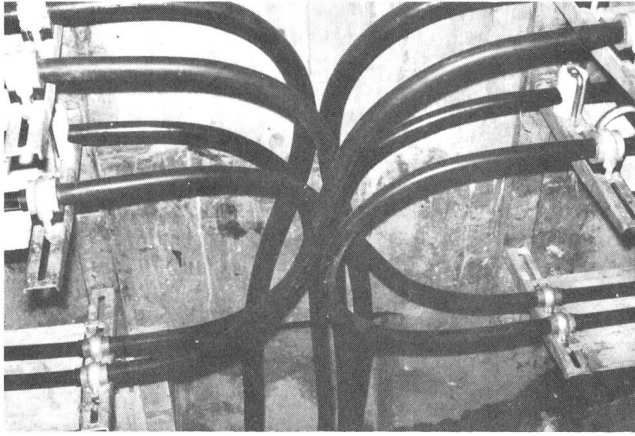


Fig. 13  
Führung der Anschluss- und Überbrückungskabel (nach dem Umbau) – Cheminement des câbles de raccordement d'équilibrage après transformation

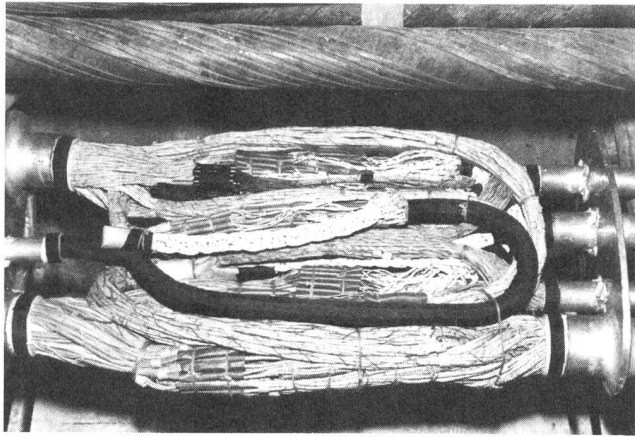


Fig. 14  
Innenansicht einer Pupinspleissung – Vue intérieure d'une épissure de pupinisation

## 5 Schlussfolgerungen

Die Nachkalkulation bisher sanierter DM-Kabelanlagen hat ergeben, dass mit Fr. 80.—...Fr. 100.— je Kilometer pupinisierte Leitung oder Fr. 15000.—...Fr. 20000.— je Pupinpunkt zu rechnen ist. Diese Zahlen zeigen, dass der richtige Weg beschritten wurde. Die Sanierung einer DM-Kabelanlage ist in jedem Fall günstiger als der Ersatz durch eine Neuanlage. Die DM-Kabel sind voll amortisiert. Hinzu kommt die Tatsache, wonach ein wesentlicher Teil der Umbauarbeiten eine allgemeine Verbesserung der Rohranlagen ergibt und damit indirekt auch andern Anlagen zugute kommt.

Wie bereits erwähnt, können die Verhältnisse von einer Anlage zur andern variieren. Besonders Anlagen mit ausgedehnten Korrosionszonen, starker Kabelwanderung oder überlasteten Rohrleitungen können zu ganz beträchtlichen Kostensteigerungen führen. Bisher sind aber keine Tatsachen bekannt, die eine Fortsetzung des begonnenen Umbauprogramms ernsthaft in Frage stellen könnten. Im Gegenteil darf festgestellt werden, dass bei gründlicher Vorbereitung und rationeller Ausführung der Arbeiten sich in jedem Fall eine zufriedenstellende Rentabilität ergibt.

Une fois les travaux d'assainissement terminés, on a constaté que la qualité des circuits correspondait à celle d'installations neuves. Cela prouve non seulement que les défauts ont été supprimés avec beaucoup de minutie et de conscience et que l'équilibrage a été bien fait, mais aussi que les câbles, dont l'âge dépasse en majeure partie 40 ans, sont durables et de bonne qualité.

Toutefois, il a fallu renoncer aux essais à la pression de sections Pupin complètes ainsi qu'au contrôle de la rigidité diélectrique. Cela était nécessaire, d'une part, parce que les installations n'avaient pas été montées à l'origine selon les normes valables actuellement, d'autre part, attendu que cela aurait peu de sens de mettre inutilement à rude épreuve la résistance des vieilles gaines de plomb. La durée d'emploi envisagée pour ces installations n'excédant pas 15 ans, il faut, de surcroît, considérer que des câbles âgés de 40 ans ou plus ont inévitablement des gaines de plomb présentant certains signes de vieillissement. Dans des conditions normales, on peut cependant admettre qu'ils dureront encore aussi longtemps que souhaité.

## 5 Conclusions

Le calcul du prix de revient définitif d'installations de câbles DM assainies a montré qu'il fallait prévoir les coûts suivants: de 80 à 100 francs par kilomètre de ligne pupinisée ou de 15000 à 20000 francs par point Pupin.

Ces chiffres démontrent que la méthode choisie est judicieuse, car il est toujours bien meilleur marché d'assainir une installation de câbles DM que de la remplacer par une autre d'un type plus moderne. Datant d'il y a quarante ans en moyenne, les câbles DM sont entièrement amortis. Il faut encore ajouter qu'une partie importante des travaux de transformation contribue à améliorer l'état général des canalisations en tuyaux, ce qui profite indirectement aux autres installations.

Comme nous l'avons dit, les conditions peuvent varier sensiblement d'une installation à l'autre. Il faut en particulier s'attendre à des frais plus élevés si les installations présentent des zones de corrosion étendues, si les câbles se sont déplacés dans le sens de la longueur en raison de trépidations, ou encore si les canalisations en tuyaux sont occupées à l'extrême. Jusqu'ici, aucun point négatif susceptible de remettre sérieusement en question le programme d'assainissement entrepris n'est apparu. Bien au contraire, la rentabilité de l'opération est en tout cas satisfaisante, lorsque les travaux sont soigneusement préparés et réalisés de manière rationnelle.