

**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:** 62 (1984)

**Heft:** 5

**Artikel:** Erste optische Übertragungsstrecke im Kommunikationsnetz der Schweizerischen Bundesbahnen

**Autor:** Wilhelm, Richard / Bodirsky, Harald

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-875783>

### **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:** 30.04.2026

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

# Erste optische Übertragungsstrecke im Kommunikationsnetz der Schweizerischen Bundesbahnen

Richard WILHELM, Luzern, und Harald BODIRSKY, Zürich

Zusammenfassung. Im Zuge der Modernisierung ihres Fernmeldeetzes und der Erweiterung der Strecke Luzern—Zug auf Doppelspur, suchten die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) nach einer Lösung, die es gestattet, die Kommunikation während der Umbauarbeiten mit rationellen Mitteln aufrechtzuerhalten. Eine Evaluation führte zum Entscheid, über optische Fernmeldekabel ein entsprechendes optisches Übertragungssystem einzusetzen. Optische Kabel zeichnen sich durch kleines Gewicht, grosse Bandbreite und geringe Dämpfung aus, sie können ohne grosses Risiko auch mehrmals versetzt werden, was beim Ausbau auf Doppelspur nötig sein wird. Das eingesetzte optische Übertragungssystem erlaubt die Übertragung analoger Signale und ermöglicht die Weiterverwendung der bestehenden Trägerausrüstungen. Zudem dient die Anlage zum Versuchs- und Messzwecken sowie zum Sammeln von Erfahrungen. Die ersten Ergebnisse sind sehr positiv, nicht zuletzt weil Glasfaserkabel vollkommen immun sind gegen elektrische Störfelder, wie sie entlang eines Bahntrassees auftreten.

## Première section de transmission optique dans le réseau de communication des Chemins de fer fédéraux suisses

Résumé. Dans le cadre de la modernisation de leur réseau de télécommunications et de l'extension en double voie de la section Lucerne-Zoug, les Chemins de fer fédéraux suisses (CFF) ont cherché une solution permettant, par des moyens rationnels, de maintenir les installations de télécommunication en service pendant les transformations. Une évaluation a conduit à la décision d'utiliser des câbles optiques pour créer un système de transmission. Les câbles optiques se distinguent par leur faible poids, leur grande bande passante et leur affaiblissement réduit. Ils peuvent également être déplacés sans grand risque, ce qui se produira au cours des travaux prévus. Le système de transmission optique utilisé permet la transmission analogique des signaux et la réutilisation des équipements à courants porteurs existants. De plus, cette installation permet de réaliser des essais, des mesures et des expériences d'exploitation. Les premiers résultats sont très positifs, en partie également du fait de l'immunité totale des câbles à fibres optiques contre les perturbations électriques, telles qu'elles se présentent au voisinage des voies de chemin de fer.

## Prima tratta di trasmissione in fibra ottica nella rete di comunicazione delle Ferrovie Federali Svizzere

Riassunto. Nell'ambito dell'ammmodernamento della loro rete di telecomunicazione e del raddoppio della linea ferroviaria Lucerna-Zugo, le Ferrovie Federali Svizzere (FFS) hanno cercato una soluzione che consentisse di assicurare in modo razionale la comunicazione durante i lavori. Si è deciso di utilizzare cavi ottici per creare un sistema di trasmissione. I cavi ottici pesano poco, hanno un'ampia larghezza di banda e un'attenuazione bassa, inoltre si lasciano spostare (operazione richiesta dai lavori di raddoppio della linea) anche più volte senza grandi rischi. Il sistema di trasmissione in fibra ottica utilizzato permette di trasmettere i segnali in forma analogica e di riutilizzare gli equipaggiamenti a frequenze vettrici esistenti. L'impianto serve inoltre per effettuare prove e misure e per acquisire esperienze. I primi risultati sono positivi soprattutto perché i cavi in fibra ottica sono insensibili ai disturbi dei campi elettrici che si manifestano lungo le linee ferroviarie.

## 1 Ausgangslage

Die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) verfügen über ein gut funktionierendes, autonomes Fernmelde-netz, das u. a. entsprechende Investitionen für Kabelanlagen bedingte und noch bedingen wird.

Mit der Entwicklung der Eisenbahn sind die Anforderungen an Kommunikation stetig gewachsen. Eine entscheidende Etappe begann mit der Elektrifizierung der Bahnen. Was bis anhin durch Freileitungen einwandfrei übermittelt werden konnte, war plötzlich nicht mehr möglich, denn die Traktionsströme im Fahrdrat induzierten allzu grosse Störspannungen auf die Freileitungen. Es wurde deshalb nötig, von 1920 an die Freileitungen durch Kabel zu ersetzen, die, obwohl schon über 60jährig, heute noch in Betrieb sind. Bis zu den 50er Jahren wurden im SBB-Netz die Verbindungen allgemein über galvanische Leitungen geführt. Seither konnten die nötigen Stromkreise nur durch massiven Einsatz der Trägerfrequenztechnik bereitgestellt werden. Seit 1965 wird das Kabelnetz auf den Hauptlinien durch ein neues Streckenkabel mit zusätzlichem Induktionsschutz (Alu-Mantel mit doppeltem Eisenband armiert) verbessert. Es ist ein Kabel mit 42 galvanischen Aderpaaren und zwei Koaxialtuben (Typ 2/42). Für die Beschaltung der Koaxialleitungen wurde ein Trägersystem (V 300) ge-

wählt, das 300 Telefonie-Kanäle gleichzeitig zu übertragen erlaubt.

Im Zuge der Modernisierung wurde im Projekt für die Strecke Luzern—Zürich das neue Streckenkabel Typ 2/42, genannt K 63, vorgesehen. Verlegung und Handhabung dieses Kabels verlangen grosse Sorgfalt. Nachdem aber geplant ist, die Strecke Luzern—Zug im Zeitraum 1985...1995 auf Doppelspur umzubauen, könnte das Kabel nur provisorisch verlegt werden und müsste während des Streckenumbaues mehrmals umverlegt, geschnitten und wieder gespleisst werden. Dadurch würde seine Qualität merklich beeinträchtigt. Aus diesem Grund beschlossen die SBB, mit der Verlegung des Kabels K 63 auf diesem Streckenabschnitt zuzuwarten. Im Programm für den Ausbau des Streckenkabelnetzes hat der Abschnitt Luzern—Zürich erste Priorität, vor allem deshalb, weil die Koaxialtuben für das V-300-Trägersystem benötigt werden; für die übrigen Stromkreise ist vorläufig im alten Streckenkabel noch Platz. Um dieser Situation Rechnung zu tragen, wurden folgende Varianten als provisorische Lösungen studiert:

- Anstelle des neuen Streckenkabels könnte ein neues Koaxialkabel mit nur zwei Tuben verlegt werden. Die Verlegekosten wären bedeutend kleiner. Der Aufwand an Material (Muffen, Zwischenverstärker und Endver-

schlüsse) für die Durchschaltung des Kabels bliebe etwa gleich gross wie bei der Verwendung des Kabels K 63. Die nötigen Investitionen müssten allerdings nach Ablauf des Provisoriums praktisch auf Null abgeschrieben werden.

- Es wäre auch möglich, die Strecke mit einer Richtstrahlverbindung zu überbrücken. Die Sichtverbindung vom Bahnhof Luzern über Rigi-Kulm zum Bahnhof Zug ist bestens erfüllt. Die Standard Telephon und Radio AG (STR) hat eine zum System passende Richtstrahlanlage angeboten. Für die Planung wurde vorausgesetzt, dass die PTT-Richtstrahlkaverne auf der Rigi als Relaisstation mitbenützt werden könnte. Aus Platzgründen ist dies leider nicht möglich, so dass die SBB auf freiem Gelände eine Station errichten müssten. Aus Natur- und Heimatschutz-Gründen wurde das Vorhaben aufgegeben.
- Die Übertragung von Fernmeldesignalen über Glasfasern gewinnt immer mehr an Bedeutung. Es wurde deshalb geprüft, ob ein Lichtwellenleiterkabel das Richtige sei. Verschiedene Überlegungen, die nachstehend erläutert werden, haben dieser Variante den Vorzug gegeben.

## 2 Warum Lichtleitertechnologie?

Der Lichtwellenleiter im Eisenbahnbetrieb hat den grossen Vorteil, dass er weder durch elektrische Spannungen noch durch elektrische Ströme beeinflusst wird. Gerade die modernen Triebfahrzeuge mit Thyristorsteuerung erzeugen starke Störfelder, die die Stromkreise auf galvanischen Kabeladern beeinflussen können.

Ein Lichtwellenleiter-Kabel muss in dieser Hinsicht nicht geschützt werden, aber auch die Endausrüstungen und allenfalls Zwischenverstärker sind vom Kabel elektrisch getrennt. Glas ist ein Isolator, so dass unerwünschte Potentialübertragungen nicht auftreten. Auch fallen die aufwendigen Temperaturkompensationen weg, weil die optische Längsdämpfung der Faser in einem grossen Bereich unabhängig von der Umgebungstemperatur ist. Allfällige Probleme mit der Nebensprechdämpfung im Glasfaserkabel treten nicht auf. Die Spleissung eines Glasfaserkabels ist wenig aufwendig und heute schon von SBB-Personal, auch in einem Störfall, rasch und zuverlässig durchzuführen. Das Kabel weist einen kleinen Querschnitt auf und ist leicht. Dies, wie auch der Biegeradius, hängt im wesentlichen vom aufgetragenen Mantel und Nagetierschutz ab (Tab. I).

Doch sind verschiedene Fragen im Langzeitverhalten noch offen, vor allem was den Einfluss von Zug, Druck, Vibration und Feuchtigkeit auf die Glasfaser oder die fernmeldeoptische Ausrüstung betrifft. Dies war der Grund, weshalb die Gelegenheit wahrgenommen wurde, um ein Betriebs-Versuchssystem möglichst schnell zu bauen und für die Zukunft die nötigen Erfahrungen zu sammeln.

## 3 Systemwahl

Die Strecke zwischen Luzern und Zug ist etwa 30 km lang. Es galt nun die Verhältnisse zwischen Übertragungssystem, Kabelqualität und Anzahl der Zwischenverstärker zu optimieren. Obwohl bei der Anwendung

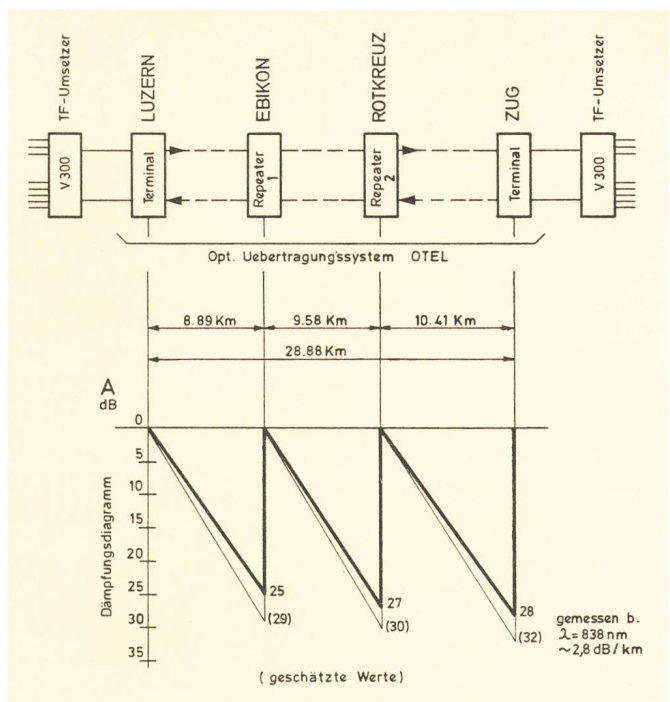


Fig. 1  
Optisches Übertragungssystem  
Übertragungsparameter  
3 dB Faserbandbreite: min. 75 MHz  
Geräusch: max. 4 pW Op/km

von Lichtwellenleitern die digitale Übertragungstechnik im Vordergrund stand, wurde nach einem Analog-System gesucht, in der Absicht, die 300-Kanal-Telefonanlage ohne zweimalige Umsetzung betreiben zu können. Die Lösung bot das optische Telefonübertragungssystem (OTEL), das auf einer Anpassung eines bestehenden optischen Video-Übertragungssystems der STR beruht.

Um gegenüber dem Koaxialkabel auch hinsichtlich der nötigen Zwischenverstärker einen Vorteil zu erreichen, wurde an die Grenze des Möglichen gegangen und für die 30-km-Strecke wurden nur zwei optische Repeater geplant (Fig. 1). Dies bedingte die Verwendung einer

Tabelle I. Physikalische Daten der Lichtwellenleiterkabel im Vergleich zum Koaxialkabel der SBB.

Kabelart	LWL	Koax 2/0	Koax 2/42*
Bobinendurchmesser	1,50 m	1,50 m	2,0 m
Max. Kabellänge	2200 m	500 m	460 m
Kabeldurchmesser	12 mm	28 mm	47 mm
Kabelgewicht pro 100 m	23 kg (Glasgarn) 19,8 kg (CLT)	75 kg	440 kg
min. Verlegetemperatur	-5 °C	-5 °C	-5 °C
min. Biegeradius	15 cm	50 cm	75 cm
max. Einzugskraft	500 kp (Glasgarn) 120 kp (CLT)	2700 kp	2700 kp
Dämpfung pro km	< 3 dB 820 nm	5,26 dB bei 1 MHz	5,26 dB bei 1 MHz

\* Koaxialkabel mit 42 Aderpaaren

Glasfaser mit möglichst kleiner Dämpfung. Bei der Wahl der Glasfaserkabel war die Frage abzuklären, ob «feste Bemantelung» oder «freie Faser in Röhrchen» gewählt werden soll. In der Literatur findet man für beide Techniken positive und negative Eigenschaften. Man entschied sich schliesslich für das Röhrchenfaserkabel. Erstens weil entlang des Bahntrassees mit grossen Vibrationen zu rechnen und zweitens weil das Kabel in ungeschützter Verlegungsart grossen Temperaturschwankungen unterworfen ist.

Um die geforderte Übertragungsqualität zu erreichen, musste eine Glasfaser ausgesucht werden, die eine Dämpfung von nominell 2,5 dB, aber maximal 3,0 dB je km bei 850 nm Laserwellenlänge aufweist und deren Bandbreite mindestens 400 MHz/km beträgt.

Von der Herstellung her wurden zwei verschiedene Kabel gewünscht, eines mit 2 Fasern stahlbandarmiert und das andere mit 4 Fasern metallfrei, die nach einem Evaluationsverfahren von der *Dätwyler AG* geliefert wurden. Das 4-Faser-Kabel wurde im Abschnitt Rotkreuz-Zug (etwa 10 km) eingesetzt. Für die vorgesehene Fernmeldeübertragung genügen 2 Fasern, eine als Empfangs-, die andere als Sendepfad. Die zwei weiteren Fasern sind für Messungen oder Langzeit-Registrierungen vorgesehen. In geschlauerter Form stehen somit 20 km Faserleitung zur Verfügung, was für Versuche im «zweiten Fenster» bei 1300 nm Wellenlänge ideal ist.

Wie Messungen der PTT-Betriebe zeigen, ist das vorliegende Kabel auch in diesem Bereich für verschiedene Anwendungen sehr gut tauglich. Es wäre z. B. durchaus möglich, durch einen Wellenlängenmultiplexer (Koppler, Selektivfilter) auf der gleichen Faser ein zweites unabhängiges Übertragungssystem zu benutzen.

Die Dämpfung im 1300-nm-Band dürfte bei etwa 1 dB je km liegen. Man könnte sich auch überlegen, ob für die gegebenen Übertragungsbedürfnisse an Stelle der für dieses Frequenzband sehr teuren Laserdioden nicht die billigeren LED-Elemente verwendet werden könnten. LED-Sender sind linear, brauchen keine aufwendige Kühlung und weisen eine längere Lebensdauer auf.

Ohne den Betrieb stören zu müssen, können also zwischen Rotkreuz und Zug künftige Techniken getestet werden. Die SBB sind bereit, andern Bahnverwaltungen und den PTT-Betrieben diese Strecke für zeitlich begrenzte Versuche zur Verfügung zu stellen.

## 4 Übertragungseinrichtung und Inbetriebnahme des Systems

### 41 Übertragungseinrichtung

Das optische Telefonübertragungssystem (OTEL) für die Übertragung von 24...960 Telefongesprächen der Trägerfrequenz-Basisbänder 12...552 kHz bzw. 60...4028 kHz beruht auf der Weiterentwicklung eines bestehenden optischen Video-Übertragungssystems und übermittelt statt des Videosignals ein Telefonsignal.

Bei der Verwirklichung des Gerätes wurden nicht die üblichen Weitverkehrsverbindungen ins Auge gefasst, sondern kürzere Teil- und Zubringerstrecken (etwa 1...10 km ohne optische Zwischenverstärker und bis ungefähr 70 km mit Zwischenverstärkern). Für solche Teilstrecken,

die z. B. durch ein elektromagnetisch verseuchtes Gebiet führen, ist ein optisches System besonders geeignet. Auch für temporär benötigte Strecken, oder für Strecken, die aufgrund der topografischen Verhältnisse für ein Koaxialkabel ungeeignet sind, ist es vorteilhaft, ein optisches System mit den leicht verlegbaren Lichtleitern einzusetzen.

### 411 Das OTEL-Endgerät (Terminal)

#### *Prinzipieller Aufbau*

Eine Endstelle, umfassend Sende- und Empfangsrichtung, ist in einem 19''-Baugruppenträger untergebracht.

Verschiedene *Ausführungsvarianten der elektro-optischen Wandler* ermöglichen beliebige Kombinationen von Sendern und Empfängern. Damit ist für jeden Anwendungsfall die Verwirklichung eines optimalen Preis-/Leistungsverhältnisses gewährleistet. Als Kriterien dafür gelten:

- der Lichtleitertyp bzw. dessen optische Dämpfung je Kilometer
- die zu überbrückende Distanz
- die Zahl der zu übertragenden Telefongespräche
- die geforderte Übertragungsqualität bzw. die Geräuschanforderungen.

Verschiedene *Ausführungs-Varianten der Interface-Baugruppen* erlauben die Anpassung der Endstelle an:

- die Kanalzahl des zu übertragenden Basisbandes
- die Option Pilotüberwachung der optischen Strecke
- die Option Dienstkanal im Band 0,3...4 kHz.

*Figur 2* zeigt das Prinzip-Blockschema der Übertragungsrichtungen einer Endstelle einschliesslich der Speise- und Alarmstromkreise.

#### *Funktionsweise der Senderichtung*

In der *Baugruppe Interface Senden* wird das ankommende Basisband auf den für den Modulator und optischen Sender erforderlichen Übergabepegel angehoben (in Abhängigkeit von der Kanalzahl). Als Optionen sind hier ein 1552-kHz-Pilotoszillator mit Pilotstoppfilter für die Überwachung der optischen Strecke und ein NF-Dienstkanal vorgesehen.

In der *Baugruppe Modulator und optischer Sender* geschieht die Vereinigung von Basisband und Dienstkanal. Die hier erzeugte 35-MHz-Trägerfrequenz wird mit dem Signalband frequenzmoduliert. Der anschliessende Begrenzer verformt das frequenzmodulierte sinusförmige Nutzsignal in eine entsprechende frequenzmodulierte Impulsfolge und moduliert damit direkt den optischen Sender (Laser oder LED). Dieser koppelt sein Lichtsignal in den abgehenden Lichtleiter.

#### *Funktionsweise der Empfangsrichtung*

In der *Baugruppe optischer Empfänger* fällt das vom Lichtleiter gelieferte Signal direkt auf die Empfängerdiode (APD oder PIN). Der von ihr unmittelbar abgegebene elektrische Strom entspricht wieder der frequenzmodulierten Impulsfolge. Dieses Nutzsignal gelangt über den 35-MHz-Bandpass auf den geregelten ZF-Verstärker. Am Ausgang der Baugruppe steht dann das Signal als frequenzmoduliertes sinusförmiges 35-MHz-

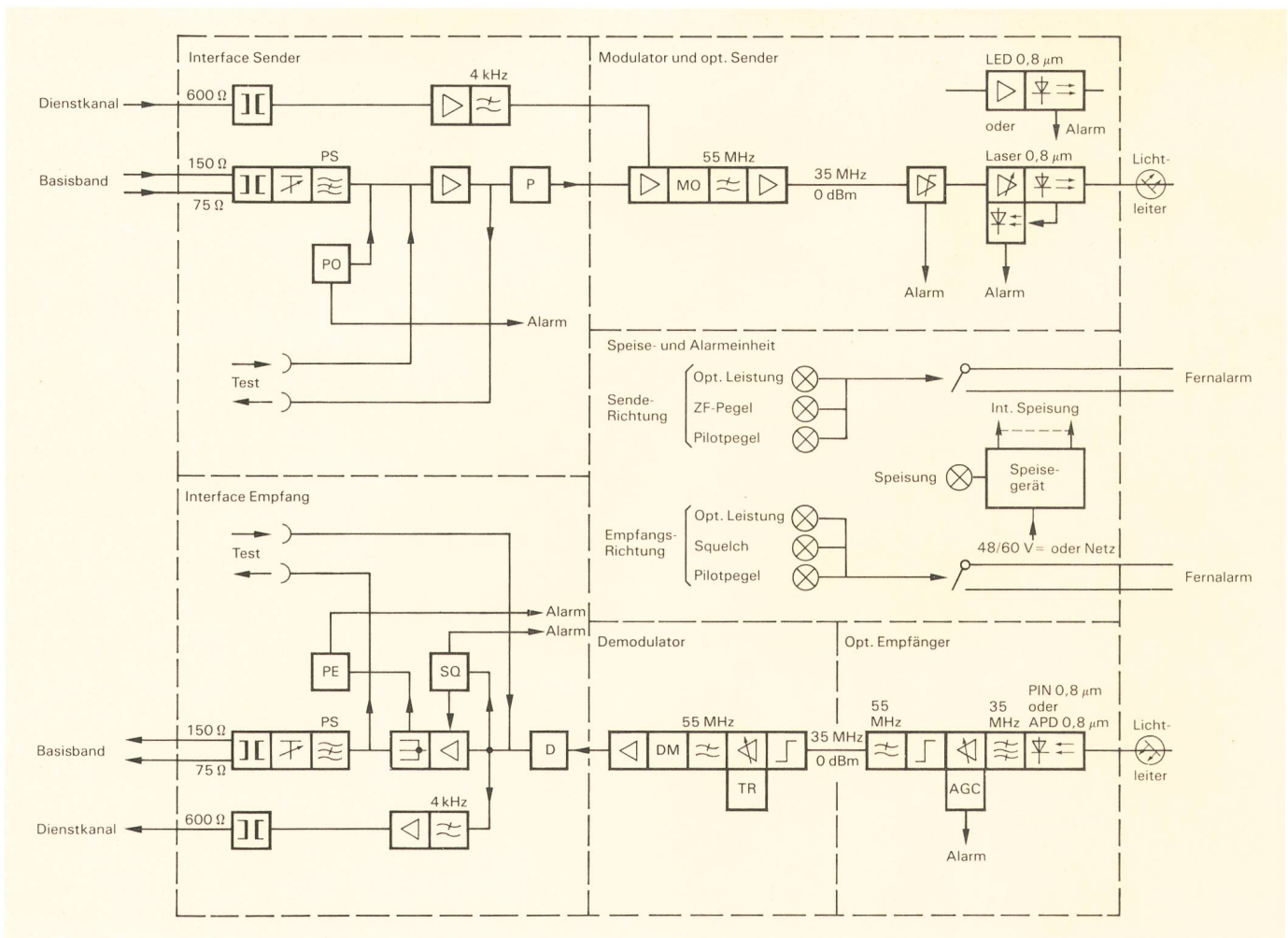


Fig. 2  
Prinzip-Blockschema der OTEL-Endstelle

- PS 1552 kHz-Pilotstoppfilter
- PO 1552 kHz-Pilotoszillator
- PE 1552 kHz-Pilotempfänger
- SQ Squelch
- P Pre-Emphase für 300 oder 600 oder 960 Kanäle

- D De-Emphase für 300 oder 600 oder 960 Kanäle
- MO Modulator
- DM Demodulator
- AGC Pegelabhängige Regelung

Träger mit einem Pegel von 0 dBm wieder zur Verfügung.

Die *Baugruppe Demodulator* dient zur Rückgewinnung des Basisbandes und des NF-Dienstkanals. Das Nutzsignal wird zuerst nochmals verstärkt, und über eine Regelschleife wird sein Pegel temperaturunabhängig gehalten. Anschliessend findet die Demodulation in einem Ringmodulator statt, dem das Nutzsignal einmal direkt und einmal um 90° verzögert zugeführt wird (Phasendiskriminator).

In der *Baugruppe Interface Empfang* wird die Anhebung des Basisbandpegels auf den für das abgehende Trägerfrequenz-System erforderlichen Wert vorgenommen. Ein Squelch schaltet den Basisband-Empfangsverstärker ab, wenn der empfangene Geräuschpegel zu hoch wird, und verhindert damit eine Überlastung des abgehenden Trägerfrequenz-Systems. Als Optionen sind hier wieder ein 1552-kHz-Pilotempfänger mit Pilotstoppfilter für die Überwachung der optischen Strecke und ein NF-Dienstkanal vorgesehen.

#### Speisung und Alarmierung

Die Speise- und Alarmeinheit steht in zwei Ausführungsarten zur Verfügung. Die Ausführung für eine

Speisespannung von 48/60 V<sub>=</sub> enthält einen Gleichstromumformer zur Erzeugung der nötigen sekundären Speisespannungen. Die andere Ausführung ist für Netzspeisung ausgelegt und mit den entsprechenden Gleichrichterschaltungen ausgerüstet. In beiden Varianten sind auch alle für die Alarmgaben erforderlichen Stromkreise untergebracht.

Die Überwachung gibt folgende Alarme ab:

- Senderichtung optische Leistung zu tief
- Senderichtung ZF-Pegel zu tief
- Senderichtung Pilotpegel zu tief (Option)
- Empfangsrichtung optische Leistung zu tief
- Empfangsrichtung Squelch-Funktion (Geräusch zu hoch)
- Empfangsrichtung Pilotpegel zu tief (Option)

Zusätzlich ist jeder Übertragungsrichtung ein separater Fernalarm zugeordnet. Den Ausfall einer oder mehrerer sekundärer Speisespannungen signalisiert eine gemeinsame Alarmlampe.

#### Mechanische Ausführung

Eine Endstelle, umfassend Sende- und Empfangsrichtung, ist in einem 19"-Baugruppenträger untergebracht. Je nach den örtlichen Gegebenheiten wird sie als Bau-

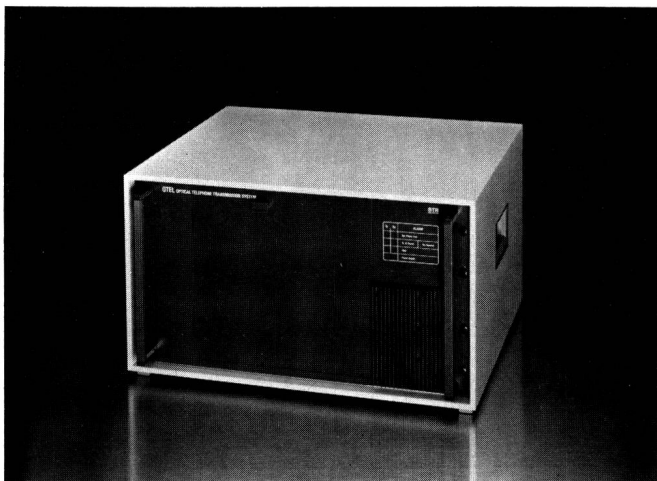


Fig. 3  
OTEL-Endstelle im Leichtstahlgehäuse

gruppenträger für den Einbau in ein 19"-Gestell oder eingebaut in ein Leichtstahlgehäuse geliefert (Fig. 3). Alle erforderlichen Anschlüsse sind auf der Rückseite leicht zugänglich angeordnet.

Die einzelnen Baugruppen sind steckbare Doppel-Europakarten mit zusätzlichen Diamond-Steckern für die Lichtleiter. Diese Stecker stossen durch die rückwärtige Verdrahtungsleiterplatte durch und sind hier verschraubt.

## 42 Inbetriebnahme des faseroptischen Systems

Die Inbetriebnahme gestaltete sich recht einfach. Nachdem die Kabelanlage fixfertig mit entsprechenden Messdaten bereitstand, wurde innerhalb von vier Tagen das optische Übertragungssystem OTEL (Endausrüstungen und Zwischenverstärker) montiert, abgeglichen und eingeschaltet. Die Anlage funktionierte auf Anhieb und ist nun seit 8 Monaten «stand by»-mässig in Betrieb ohne jegliche Störung, obwohl das Kabel wegen Gleisbauarbeiten bereits arg strapaziert wurde. Ende 1983 wurde zwischen Zug und Luzern ein Teil der Fernmeldeverbindungen über das Glasfaserkabel geleitet. Die volle Inbetriebnahme des V-300-Mehrkanalsystems zwischen Luzern und Zürich kann leider erst 1986 geschehen, da wegen den Rekonstruktionsarbeiten im Albistunnel das Streckenkabel 2/42 in diesem Abschnitt zur Zeit nicht verlegt werden kann.

## 5 Schlussfolgerungen

Mit der Inbetriebnahme ihrer optischen Übertragungseinrichtung zwischen Luzern und Zug haben die Schweizerischen Bundesbahnen die erste Anlage dieser Art in ihr Fernmeldenetz eingefügt. Nebst der Tatsache, dass dabei eine gewisse Pionierarbeit von den Lieferfirmen geleistet wurde, wird es auch interessant sein, festzustellen wie sich die Geräte auf lange Zeit verhalten. Erste Erfahrungen sind positiv und gestatten optimistisch zu sein.

---

**Die nächste Nummer bringt unter anderem**

**Vous pourrez lire dans le prochain numéro**

**6/84**

- |           |  |
|-----------|--|
| Fenner W. | Auswertung der subjektiven Empfangsbewertungen der Steilstrahlsendungen auf der Frequenz 1566 kHz ab Sarnen und Monte Ceneri-Cima<br>Analisi delle valutazioni soggettive della qualità di ricezione delle emissioni a irradiazione verticale sulla frequenza 1566 kHz di Sarnen e Monte Ceneri-Cima |
| Aeby B.   | Mise en service des liaisons internationales du réseau suisse à commutation de paquets Télépac<br>Inbetriebsetzung der internationalen Verbindungen im Telepac, dem Paketvermittlungsnetz der Schweiz  |
| Grau W.   | Tendenzen in der Speichertechnik für Audio und Video<br>Tendances dans la technique d'enregistrement audio/vidéo   |
-