Funkversorgung von Tunnels am Beispiel des Gotthard- und des Seelisberg-Strassentunnels

Autor(en): **Meyer, H. R.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **73 (1982)**

Heft 17

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-905004

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Funkversorgung von Tunnels am Beispiel des Gotthard- und des Seelisberg-Strassentunnels

H.R. Meyer

621.396.93:624.191.94;

Dieser Vortrag der STEN entspricht weitgehend dem im Bulletin 13/1982, S. 638...643, veröffentlichten Aufsatz desselben Autors. Wir beschränken uns hier deshalb auf den ersten Teil mit den Ausführungen über das Strahlungskabel, welche weitergehende Informationen enthalten. *(Red.)*

Cette conférence correspond en majeure partie à l'article du même auteur paru aux pages 638 à 643 du Bulletin 13/1982. Nous nous limitons ici à le première partie, qui renseigne en détail sur le câble rayonnant (réd.).

1. Einleitung

In ihrem Drang nach Mobilität haben die Menschen immer mehr die Gewohnheit, nicht mehr beschaulich über die Berge zu fahren, sondern möglichst rasch durch diese hindurch ein fernes Reiseziel zu erreichen. Hierfür werden laufend Tunnels gebaut, unter denen der Gotthard- und der Seelisbergtunnel heute wohl die berühmtesten sind. Diese langen Betonröhren ohne landschaftliche Abwechslung, fast schnurgerade, reduzieren die Aufmerksamkeit des Fahrers und wirken einschläfernd. Im Tunnel fehlen gegenüber offenen Autobahnen zudem Pannenstreifen sowie natürliche Fluchtwege.

Grosse kinetische Energie ist auf engstem Raum konzentriert, gesteuert von Menschen mit all ihren Schwächen in unvollkommenen Fahrzeugen.

Die Mittel, um dieses Risiko sicher in Griff zu bekommen, heissen *Kommunikation* und *Fernwirktechnik*. Durch Kommunikationssysteme können Gefahren rechtzeitig erkannt und mit richtigen Reaktionen im Ursprung beseitigt werden. Tabelle I gibt einen Überblick über die von Autophon in den beiden Tunnels ausgeführten Anlagen.

Am unmittelbarsten profitiert der Automobilist von den drahtlosen Kommunikationsanlagen. Durch sie kann er im Tunnel

Tabelle I

Fernsehüberwachungsanlage	Seelisbergtunnel
Drahtlose Kommunikation - Radio - Funk - Natel - Autoruf	Seelisberg- und Gotthard-Strassentunnel
Kabelanlagen für - Signalisation - Telefon - Notruf - Fernwirkanlagen	
Mannschaftsalarmanlagen	Ganzes Tunnelgebiet (Kantone Nidwalden, Uri und Tessin)

- Radio hören, nämlich UKW, DRS 1 und RSI 1; Unterhaltung kann bei eintönigem Tunnelfahren die Aufmerksamkeit erhalten;
- Verkehrsmeldungen über Radio empfangen;
- vom Auto aus telefonieren, falls er ein Natel (Nationales Auto-Telefon) besitzt;
- ein Rufsignal empfangen, falls er einen Autoruf besitzt.

Alle diese Verbindungen werden durch ein an der Tunneldecke montiertes sog. strahlendes HF-Kabel ermöglicht. Dieses Kabel dient auch dem Funkverkehr für Betriebs- und Rettungsdienste. So können bei einer Panne oder einem Unfall die entsprechenden Rettungsfahrzeuge schnellstens zum Einsatzort dirigiert werden.

2. Strahlende HF-Kabel als Tunnelantenne

Bei der Einfahrt in einen Autobahntunnel ohne besondere Funkanlagen stellt der Autofahrer sehr bald fest, dass schon nach einigen Metern Tunnelfahrt jeder Funkverkehr brüsk abbricht. Die Tunnelröhre stellt für die elektromagnetischen Wellen einen ganz anderen Ausbreitungswiderstand dar als der freie Raum.

Während für die Feldstärkeabnahme auf den halben Wert im freien Raum jeweils eine Distanzverdoppelung nötig ist, tritt im Tunnel diese Reduktion nach jeweils gleich langen Streckenabschnitten ein. Der Tunnel verhält sich somit wie ein Koaxialleiter.

Diese lineare Dämpfung im Tunnel hängt sehr stark vom Querschnitt, von der Wandbeschaffenheit und der Belegung des Tunnels mit Fahrzeugen ab.

Aus diesen und weiteren Erfahrungen suchte man eine Antenne, die in einem Tunnel die Sende-Energie einfach und gleichmässig über die ganze Strecke sowohl empfängt wie auch abstrahlt. Diese Antenne wurde in Form eines strahlenden HF-Kabels, das längs der Tunnelröhre montiert wird, gefunden.

Im Jahre 1966 wurden die ersten Versuche für die Funkversorgung von Tunnels im Mositunnel bei Brunnen durchgeführt. Dabei wurde ein Bandkabel für die Übertragung der elektromagnetischen Wellen benutzt. Wie die Versuche bald zeigten, war dieses Kabel unbefriedigend, da die Übertragungslänge sehr stark von der Montageart und auch von der Verschmutzung abhing. Erst in den letzten Jahren, mit dem Aufkommen von strahlenden Koaxkabeln, konnte das Problem der Funkversorgungen in Tunnels erfolgversprechend angepackt werden.

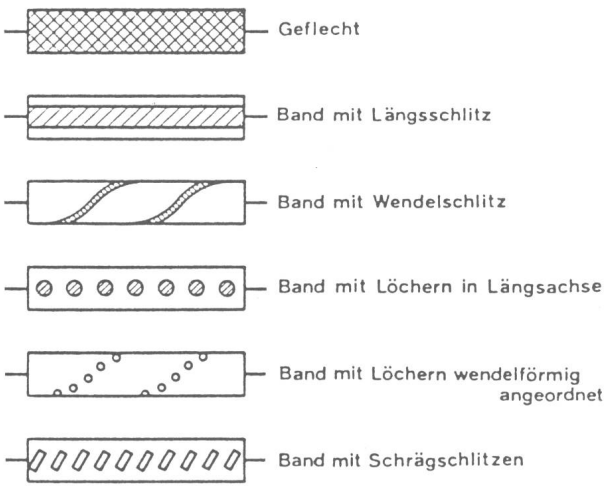

Fig. 1 Untersuchte Kabeltypen

Die in Figur 1 gezeigten 6 Kabeltypen wurden von der Abteilung Forschung und Entwicklung der GD PTT zusammen mit den Kabellieferanten eingehend auf ihre Eignung als strahlende HF-Kabel untersucht. Da in den Autobahntunnels das Kabel nur direkt auf die Wand montiert werden darf, konzentrierte man die Untersuchungen auf diese Befestigungsart, indem man abzuklären versuchte, welche Kabelöffnungsform die grösste Versorgungsreichweite ergibt. Auf Grund dieser Untersuchungen wurde der Typ 4 ausgewählt, der durch geschäumte Isolation mit Löchern in der Längsachse gekennzeichnet ist. Bei richtiger Dimensionierung weist dieses Kabel optimale Übertragungseigenschaften auf, die praktisch unabhängig sind von der Montagedistanz und der Lage der Löcher in bezug auf die Befestigungswand. Dieser Typ wird heute unter der Bezeichnung HF 2324 und S 17873 durch die Lieferfirmen auf den Markt gebracht.

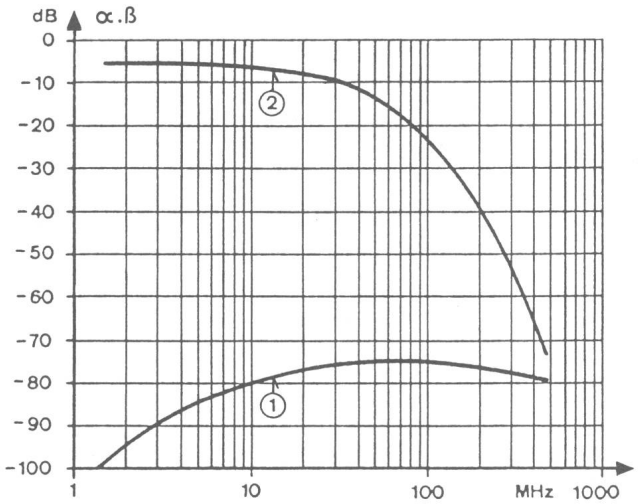

Fig. 2 Kabel- und Koppeldämpfung in Funktion der Frequenz (Kabeltyp S 17873-21)

① Koppeldämpfung
② Kabeldämpfung

1. Längsdämpfung bzw. Dämpfungsbelag

αL = Dämpfung des im Tunnel fertig montierten Kabels in dB/100m

2. Koppeldämpfung

αK = Dämpfung zwischen dem strahlenden Kabel und einer Empfangsantenne (Dipol) im Tunnel für eine Empfangsortwahrscheinlichkeit von 50%. Statisch erfasster Wert mit verschiedenen Abständen (2,5 - 8 M) vom Kabel

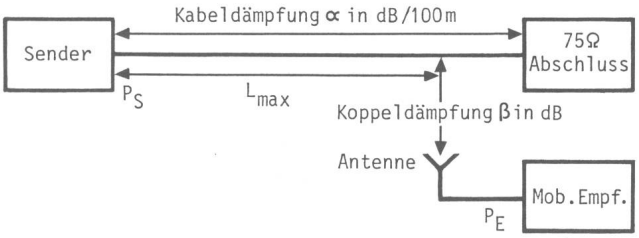

Fig. 3 Definition der Kennwerte und Messanordnung zum Bestimmen der Koppeldämpfung

Die elektrischen Kennwerte sind in Figur 2 und 3 ersichtlich. Aus Figur 2 sieht man, dass bei Frequenzen unter 30 MHz die Längsdämpfung verhältnismässig klein ist und flach verläuft, die Koppeldämpfung jedoch gross ist und zunimmt. Im Bereich hoher Frequenzen (160 MHz) sinkt die Koppeldämpfung nur geringfügig ab, die Längsdämpfung wird dagegen immer grösser und massgebender. Bei 160 MHz besitzt das Kabel folgende Kenngrössen:

Längsdämpfung:	3,4 dB / 100 m
Koppeldämpfung:	71–75 dB für 50% Ortw.

In Figur 3 sind die erwähnten Kennwerte definiert und die Messanordnung zur Bestimmung derselben angegeben.

Adresse des Autors
Hans Rudolf Meyer, dipl. Ing. ETHZ, Autophon AG, Ziegelmattstr. 1, 4500 Solothurn