Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 104 (1986)
Heft: 17

Artikel: Digitale Kommunikation: Glasfaser-Kabelnetz der PTT im Aufbau
Autor: Peyer, B.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-76142

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

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

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

Download PDF: 15.07.2025

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

Bei vertikaler Schockbelastung (z-Richtung) stehen die Befestigungen nur unter Normalbelastung. Die Dübel sind einer reinen Zugbelastung ausgesetzt.

Vor allem in den kritischen Querrichtungen kann die Rohrleitung einfach als Schwinger betrachtet werden. Die für das dynamische Verhalten entscheidende Eigenschwingdauer T_e lässt sich aus der Geometrie der Leitung, deren Masse (einschliesslich Inhalt) und dem Befestigungsabstand bestimmen. Wichtig ist die Erkenntnis, dass die Eigenschwingzeit quadratisch mit der Einspannlänge bzw. dem Befestigungsabstand (s) zunimmt (Bild 7). Der maximale Dynamische Lastfaktor (DLF_{max}) wird demzufolge mit steigendem Befestigungsabstand kleiner (vgl. Bild 4).

Die maximal zulässigen Befestigungsabstände werden nun einerseits von der Masse der zu befestigenden Leitung, andererseits aber von deren dynamischen Eigenschaften unter Stossanregung, d.h. vom resultierenden DLF_{max} bestimmt. Der Umstand, dass der Dynamische Lastfaktor mit zunehmendem Befestigungsabstand abnimmt, führt zu der erstaunlichen Tatsache, dass die durch Stossbelastung hervorgerufenen Befestigungskräfte trotz wachsendem Befestigungsabstand kleiner werden können (Bild 8). Bei einer Wasserleitung der Nennweite 1", montiert mit 45 cm Deckenabstand, resultiert beispielsweise bei 1,1 m Befestigungsabstand (Punkt *1*) die gleiche Belastung wie bei dem mehr als doppelt so grossen Befestigungsabstand von 2,6 m (Punkt *2*).

Die mit dynamischen Berechnungsmethoden ermittelten Ergebnisse für den maximal zulässigen Befestigungsabstand sind nicht eindeutig. Für zwei verschiedene Abstände ergibt sich die gleiche Beanspruchung der Befestigung. Bei der Medienplanung lässt sich dieser Umstand nutzen, so dass die Zahl der Befestigungen minimal gehalten werden kann. Unter Beachtung der dynamischen Eigenschaften von Einbauten und ihrer Befestigungen müssen schocksichere Befestigungen nicht zwangsläufig zu einem Mehraufwand gegenüber normaler, konstruktiv bedingter Montage führen.

Adresse des Verfassers: *Daniel Schuler*, Masch.-Ing. HTL, Bürkel + Baumann AG, Ingenieure + Planer, Neuwiesenstr. 2, 8400 Winterthur.

Digitale Kommunikation

Glasfaser-Kabelnetz der PTT im Aufbau

Landes- und weltweite Kommunikation wird für immer mehr Unternehmen zu einem eigentlichen Lebensnerv. Die überhaupt noch führbare Grösse und die Effizienz von Projekten und Organisationen hängen nicht zuletzt von der Leistungsfähigkeit der verfügbaren Telekommunikationsmittel ab.
Die Nachfrage nimmt stark zu, und die Ansprüche steigen, was die PTT zwingt, «auf Draht» zu sein.

Randbedingungen

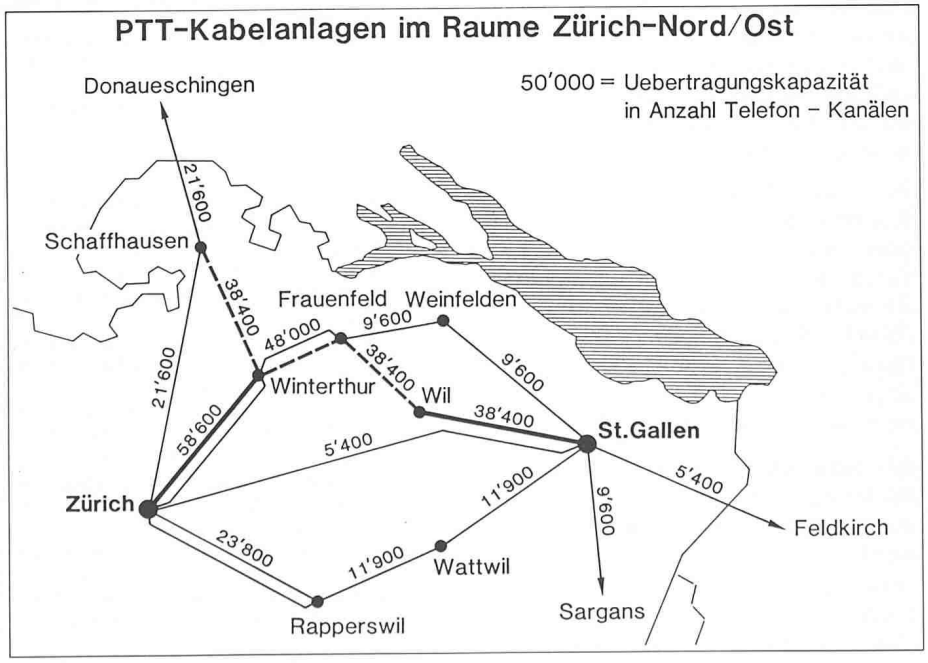
Die Schweiz verfügt über ein ausserordentlich dichtes und sprichwörtlich zuverlässiges Telefonnetz. Die mit grossen Investitionen ausgebaute Infrastruktur wirkt jedoch auch als Hemmschuh, wenn es gilt, mit der immer schnelleren technischen Entwicklung Schritt zu halten. Die alten Anlagen müssen über Jahre - oft Jahrzehnte - nicht bloss nebeneinander, sondern auch kompatibel zusammenwirken: Relaiszentralen und elektronische Zentralen; herkömmlicher Draht, Koaxialkabel, Richtstrahl, Satellitenfunk und Glasfaserkabel.

Die rasante technische Entwicklung führt dazu, dass hinter neuen Systemen, die in der Einführung stehen, bereits eine oder zwei nächste Generationen im Entwicklungs- und im Versuchsstadium sichtbar und vielleicht schon überblickbar werden.

Daneben entwickelt sich - zum Teil stürmisch - die Nachfrage nach neuen Arten von Dienstleistungen, von Zusatzfunktionen des Telefons über die Telexdienste bis zur Übermittlung digital gespeicherter Bilder und zur Videoübermittlung. Sehr rasch wächst der Bedarf für die Datenübermittlung zwischen Computern in immer mehr Arbeitsgebieten.

Unter solchen Randbedingungen gilt es für die PTT oft, weittragende Grundsatzentscheide frühzeitig zu fällen, z. B. über die Digitalisierung der Übermittlung, Übertragungstechnologien und die Ausbauetappen bis zur angestrebten Vereinheitlichung aller Dienste in einem einzigen Netz.

Bild 1. PTT-Kabelanlagen im Raum Zürich-Nord/Ost



Digitalisierung

Der zunehmende Telefonverkehr, der Telex und der - medienpolitisch umstrittene - Videotex, vorab jedoch die neuen Teleinformatikdienste, die jährlich um 20 und mehr Prozent wachsen, verlangen einen entsprechenden Aus-

bau der Netzinfrastruktur. Zur schnellen und zuverlässigen Datenübertragung müssen hohe Bitraten fehlerfrei bewältigt werden können. Auch im internationalen Rahmen zeigte sich bald, dass die nötige Übertragungsleistung für Daten nur mit digitaler Übermittlung zu bewältigen ist.

Für die Digitalisierung des Übertragungsnetzes stützten sich die PTT auf die vom Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique (CCITT) empfohlene Hierarchie der Übertragungssysteme. Die unterste Hierarchiestufe ist die 2-Mbit/s-Ebene. Sie entspricht 30 Telefoniekanälen und ist die universelle Schnittstelle der digitalen Telefonzentralen des IFS (Integriertes Fernmelde-System). Die weiteren Stufen sind 8, 34, 140 und 565 Mbit/s. Die heute höchste empfohlene Stufe von 565 Mbit/s lässt z.B. die gleichzeitige Übertragung von 7680 Telefongesprächen zu.

Die Digitalisierung erlaubt auch einen weiteren Schritt der Telekommunikation: die Integration aller Dienste in ein einziges Netz, ein ISDN (Integrated Services Digital Network). Ein erster Schritt wird mit der Realisierung des «Swissnet» getan.

Die Digitalisierung erleichtert auch die Möglichkeit, auf dem gleichen Übertragungskanal für die verschiedenen Dienste die Daten in kleinsten Paketen in raschester Folge hintereinander zu übertragen (Telepac). Der Anteil der digitalen Telefonleitungen im Bezirksnetz wird von 17 Prozent (1985) auf 45 Prozent (1990) steigen und 65 Prozent (1995) erreichen. Im Fernnetz wird dieser Anteil, einschliesslich digitale Richtstrahlverbindungen, von 34 Prozent (1985) auf 75 Prozent (1990) und auf über 90 Prozent (1995) steigen.

Glasfaserkabel

Die Führung von Lichtwellen in einer Glasfaser, aus der das Licht wegen Totalreflexion seitlich nicht austreten kann, brauchte von den ersten Experimenten bis zur praktischen Anwendung relativ lange Zeit für die Weiterentwicklung der Lasertechnologie und der Glasfaserherstellung für diese Anwendung. Grosse Schwierigkeiten bereiteten die Probleme der Dämpfung, verursachen doch alle Inhomogenitäten oder Fremdstoffe im Leiterkern und alle Unebenheiten der Reflexionsschicht, in der der Brechungsindex des Glases sich ändert, Streuverluste. Besonders heikel sind dabei natürlich die Verbindungsstellen zwischen Kabelstücken, d.h. geschweisste Spleissstellen oder Steckerkupplungen.

Bei der Gradientenfaser (Bild 1) ändert sich der Brechungsindex in radialer Richtung nicht schlagartig, sondern über einen gewissen Bereich. In der Herstellung wird dies erreicht, indem auf der Innenseite eines Glasrohrs Zusatzstoffe aus der Gasphase eindiffundiert werden. Anschliessend wird das Glasrohr erhitzt und ausgezogen, bis der Innenraum verschwindet und der Aussendurchmesser auf 0,125 mm reduziert ist. Der lichtleitende Kern weist einen Durchmesser von 0,05 mm auf. Gegenüber der Lichtwellenlänge ist der Durchmesser noch so gross, dass nicht genau parallel zur Achse verlaufende Lichtwellen wegen der Reflexion Laufzeitdifferenzen aufweisen – daher die Bezeichnung Multimode-Faser. Die Multimode-Gradientenfasern erlauben den Betrieb von 140-Mbit/s-Systemen, d.h. Systemen, die bis zu 140 Mio. Lichtimpulse pro Sekunde verarbeiten. Über längere Strecken kommt ein scharfer Rechteckimpuls als abgeflachter Hügel beim Empfänger an und ist nicht mehr eindeutig zu empfangen, so dass längs der Kabelstrecke Zwischenverstärker zur Regeneration der Signale eingebaut werden müssen.

Bei den neueren Monomode-Fasern (Bild 2) ist der lichtführende Kern nur noch 0,01 mm dick, so dass die Laufzeitdifferenzen viel geringer werden. Mit Fasern dieser zweiten Generation lassen sich heute Übertragungsdistanzen bis 30 km ohne Zwischenverstärker überbrücken. Die verwendeten Übertragungssysteme arbeiten mit 565 Mbit/s bzw. maximal 565 Mio. Lichtimpulsen pro Sekunde, wobei die Kapazität der Monomode-Fasern heute jedoch erst zu etwa einem Viertel ausgeschöpft ist.

Das Verlegen der Glasfaserkabel, die mehrere Lichtleiter in geigneter Zugentlastung und Schutzummantelung enthalten, erfolgt in Stücken von etwa 2 km Länge. Zum Spleissen der Glasfasern werden nach sorgfältiger Entfernung der Umhüllung und Reinigung die Enden in präzisen Vorrichtungen sauber gebrochen und unter dem Mikroskop in einem Manipulator genau aufeinander ausgerichtet und verschweisst. Anschliessend wird die Schweissstelle mittels eines Schrumpfröhrchens abgedichtet. Diese anspruchsvolle Arbeit übernimmt neuerdings eine Computersteuerung des Manipulators. Eine korrekt ausgeführte Spleissung sollte nicht mehr als 0,2 dB Dämpfung verursachen, was etwa dem Dämpfungsverlust von 1 km Glasfaserkabel entspricht.

Die Lokalisierung und Ausmessung von Störstellen längs des installierten Glasfaserkabels kann – ähnlich wie bei

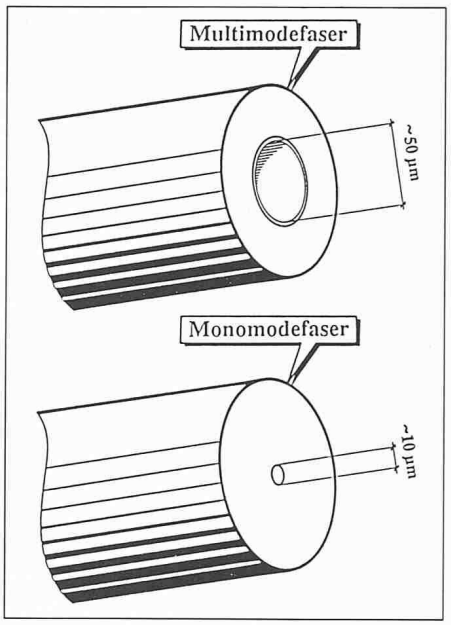


Bild 2. Schematischer Aufbau des Lichtleiters. Multimodefaser (oben) und Monomodefaser

Bild 3. Leitungsendgeräte für Glasfaserkabel. Optischer Sender eines Zwischengenerators (Werkbild Siemens)

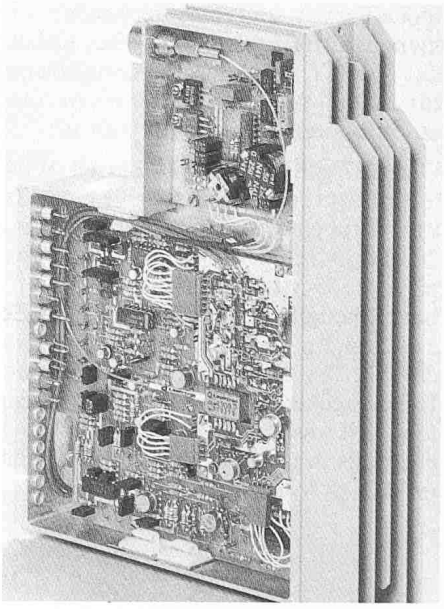


Bild 4. Verlegung des Betonrohrs für Telefonleitungen als Arbeitsbeschaffung 1921–1924

Kupferdraht - bewerkstelligt werden, indem die Laufzeit und die Stärke der Rückstreung von Kontrollimpulsen von einem Ende der Leitung her gemessen und auf dem Bildschirm dargestellt wird. Auf diese Weise lassen sich nicht nur Störungsstellen, sondern auch jede einzelne Spleissverbindung genau lokalisieren.

Glasfasern in der Telekommunikation bieten überdies ungleich besseren Störungsschutz, bleibt doch die Lichtleitung unbeeinflusst von allen elektromagnetischen Einflüssen wie Induktionsströmen oder Blitzen, die in Leitungsnähe einschlagen.

Neues Glasfaserkabel St. Gallen-Wil

Das neue Kabel St. Gallen-Wil (Bild 3) ist ein erstes Stück einer breitbandigen digitalen Achse Winterthur-Frauenfeld-Wil-St. Gallen. Erstmals wurden hier im Netz der PTT Kabel mit Monomode-Fasern und entsprechender Linienausrüstung verwendet. Das Kabel, das die PTT mit einer «Nationalstrasse für Daten» vergleicht, weist einen Aussendurchmesser von nur 12 mm auf.

Die 1982 gebaute Strecke Zürich-Winterthur wurde mit dem damals modernsten 12tubigen Koaxialkabel von rund 80 mm Durchmesser erstmals in Europa mit 565-Mbit/s-Systemen realisiert. Bei Koaxialkabeln ist überigens alle zwei km ein Zwischenverstärker erforderlich. Die anschliessenden Glasfaser-Kabelstrecken Winterthur-Frauenfeld-Wil sowie nach Schaffhausen sind ebenfalls mit mit 565-Mbit/s-Systemen im Bau.

Die Glasfaserkabel wurden von der Firma Fujikura in Japan hergestellt und von der Niederlassung der Firma Itho in Zürich geliefert. Die Montage, d.h. Einzug, Spleissung und Kontrollmessungen, wurde von ausgebildetem PTT-Personal ausgeführt. Anlagen mit Glasfaserkabel schweizerischer Herkunft sind zurzeit zwischen Bern und Burgdorf sowie zwischen Lausanne und Genf im Bau.

Die eingesetzten Übertragungsausrüstungen (Bild 3) wurden von der Firma Siemens entwickelt, und dank enger Zusammenarbeit der Firma Siemens-Albis in Zürich mit den PTT fügt sich das System optimal in das schweizerische Übertragungssystem ein. Das System wurde in der zweiten Jahreshälfte 1985 im Laboratorium der PTT geprüft und steht seit Dezember im Testbetrieb auf der Strecke St. Gallen-Wil. Die niederländische Firma AT&T und Philips haben eine Ausrüstung mit identischen Übertragungseigenschaften entwickelt, die in speziellen Fällen auch im schweizerischen Netz eingesetzt wird.

Für die Glasfaser-Kabelanlage St. Gallen-Wil stand bereits eine Rohrleitung zum Einzug der Kabel auf der ganzen Länge zur Verfügung. Der Bau einer Betonrohrleitung von Genf bis nach St. Gallen war in den Jahren 1921-1924 vom Bund als Arbeitsbeschaffungsmassnahme durchgeführt worden (Bild 4).

Telepac-Zentralen

Nach gründlichen - nicht unangefeindeten - Vorarbeiten beschlossen die PTT-Betriebe 1978, mit hoher Priorität ein öffentliches Datennetz in Paketvermittlungstechnik aufzubauen. Die digitale Paketvermittlung ist vor allem im Datenbereich allgemeiner verwendbar und ist geigneter, die bestehenden Bedürfnisse mit einem einzigen Netz abzudecken. Da sich das herkömmliche Telefonnetz für digitale Datenübermittlung weniger eignet, wird es nicht dafür ausgebaut.

Die Paketvermittlungstechnik ermöglicht die automatische Anpassung der Übermittlungsgeschwindigkeit, den Aufbau mehrerer Verbindungskanäle über einen einzigen Anschluss, wobei die Übertragung der Information in kleinen Datenpaketen erfolgt. Das Telepac-System macht neue Konzepte in Datennetzen möglich. Jeder Teilnehmer wird über Anschlüsse, die seinen Bedürfnissen angepasst sind, direkt mit Telepac verbunden. Die Hardware- und Software-Investitionen beim Teilnehmer für die automatische Rekonfiguration - z.B. bei unterschiedlichen Bitraten - bleiben dabei gering. Die Entwicklung von Datennetzen in Paketvermittlungstechnik ist stark beeinflusst durch die grossen Datenbanksysteme für Recherchen und Informationsbeschaffung.

Die kürzlich in St. Gallen in Betrieb genommene Telepac-Zentrale ist bereits die zehnte im Datennetz. Nach einer anderthalbjährigen Versuchsperiode kamen 1983 die Telepac-Zentralen Bern 1, Zürich 1 und Genève 1 in Betrieb. 1984 folgten Bern 2, Zürich 2 und Lausanne 1, 1985 Basel 1, Lugano 1 und Luzern 1.

B.Peyer

Rechtsfragen

OR Art. 394 ff. Art. 25.1 der SIA-Honorarordnung 102

Wann ist ein zusätzliches Projekt als «Variante» mit 50% zu honorieren?

Sachverhalt: Die Beklagte hatte den Kläger, einen Architekten, im Oktober 1980 mit der Projektierung eines Umbaus ihrer Geschäftsliegenschaft beauftragt. Insbesondere sollte ein Warenlift neu eingebaut werden. Der Kläger lieferte der Beklagten am 18. November 1980 ein Projekt (Projekt 1) ab, das indessen nicht weiter verfolgt wurde. Ein weiteres Projekt (Projekt 2) mit einem anderen Liftstandort reichte die Beklagte am 6. Januar 1981 als Baugesuch der zuständigen Bauverwaltung ein, welche dafür die Baubewilligung erteilte. Am 9. März 1981 entzog die Beklagte dem Kläger das Mandat und lehnte jede Honorarforderung ab, wobei sie sich auf Projektmängel berief. Der Kläger machte seine Honoraransprüche in der Folge gerichtlich geltend. Im Rahmen des Berufungsverfahrens holte das Kantonsgericht eine Expertise ein. Gestützt darauf bejahte es die grundsätzliche Tauglichkeit sowohl von Projekt 1 und Projekt 2. Indessen könnten nicht beide Projekte als voll entschädigungsberechtigte Bauprojekte gelten; Projekt 2 sei jedoch immerhin noch als sog. «Variante» i. S. der SIA-Norm 102 (Ausgabe 1969) mit 50% zu honorieren.

Aus den Erwägungen: Der zweitinstanzliche Experte hat einleuchtend dargelegt, dass es nicht angeht, beide Lösungsvorschläge des Klägers (Projekt 1 und 2) als je separat zu entschädigende Bauprojekte zu betrachten. Wörtlich führte der Sachverständige aus:

«Als Architekt gehe ich davon aus, dass ich nicht die erste Lösung als das Projekt betrachte, sondern es müssen ein paar Standorte in geeigneter Art untersucht werden. Hiefür brauche ich nicht jedesmal einen Ausführungsplan und einen Kostenvoranschlag. Ich kann diese verschiedenen Standorte in relativ schematischer Weise durchchecken. Es muss eine gewisse Entwicklung dahinter sein. Deshalb habe ich Mühe, einer Überlegung zu folgen, wonach Projekt 1 ein Bauprojekt und Projekt 2 wieder ein Bauprojekt sein soll.» Der Experte wies darauf hin, dass es «nach der Honorarordnung ja auch die Möglichkeit der Variantenhonorierung» gebe. Die Variante sei aber seines Erachtens