

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: 57 (1979)

Heft: 2

Artikel: Einmessung von Datenleitungen

Autor: Nüsseler, Franz

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875543>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 30.03.2025

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

Zusammenfassung. Im vorliegenden Artikel wird versucht, die Ergebnisse von Leitungsmessungen im Blick auf das Funktionieren einer Datenübertragung zu interpretieren. Es wird gezeigt, wie Messresultate von der Messschaltung abhängen und dadurch Fehlaussagen entstehen können. Nicht zuletzt muss bei der Bewertung von Leitungseigenschaften auch das angewandte Modulationsverfahren berücksichtigt werden.

Mesure de lignes de transmission de données

Résumé. Dans cet article, on tente d'interpréter les résultats de la mesure des lignes en ce qui concerne leur utilisation pour les transmissions de données. L'auteur souligne que le résultat des mesures dépend de la configuration de mesure et qu'il peut en résulter des conclusions erronées. Enfin, il y a lieu de tenir compte du procédé de modulation utilisé lors de l'appréciation des qualités d'une ligne.

Misurazione delle linee per la trasmissione di dati

Riassunto. Nel presente articolo si cerca di interpretare i risultati di misurazione delle linee in vista della loro utilizzazione per la trasmissione di dati. L'autore dimostra come i risultati di misurazione dipendono dal circuito di misurazione e come ne possono risultare conclusioni erranee. Non da ultimo, per la valutazione delle qualità di una linea, deve essere preso in considerazione anche il genere di modulazione.

1 Einleitung

Mehr und mehr werden Telefonleitungen für die Übertragung von Daten verwendet. Der Grund dazu ist das wachsende Bedürfnis der Datenfernverarbeitung, das in den meisten Fällen mit den Reserven des Telefonnetzes befriedigt werden kann. Aber nicht nur in Kilometern gemessen nehmen die Datenleitungen gegenüber den eigentlichen Telefonleitungen zu, auch die angewandten Übertragungsgeschwindigkeiten (bit/s) erfahren dank besserer Modulationsverfahren eine kräftige Erhöhung. Die obere Grenze der Übertragungsgeschwindigkeiten auf Telefonleitungen liegt heute bei 9600 bit/s. Damit ist zurzeit praktisch die Grenze des Möglichen erreicht. Diese ergibt sich aus der nutzbaren Bandbreite der Leitung, den Verzerrungen und dem Geräuschabstand. Ein befriedigender Betrieb mit hoher Übertragungsgeschwindigkeit auf einer Datenleitung setzt somit voraus, dass die Übertragungseigenschaften den Voraussetzungen entsprechen. Aus diesem Grund wird jede Leitung vor der Übergabe an den Kunden und bei Störungsmeldungen gemessen.

2 Was messen?

Im Prinzip müssen alle übertragungstechnischen Parameter einer Leitung gemessen werden, also

- die Dämpfung im interessierenden Frequenzband
- das Geräusch
- die Störimpulse

Aus den ersten Ergebnissen lässt sich auf den Signalpegel, die Bandbreite, die Dämpfungsverzerrung und den zu erwartenden Abstand zwischen Nutz- und Stör-signal schliessen. Diese Eigenschaften bestimmen auch massgebend die Übertragungsqualität für Telefonie.

Für die hohen Geschwindigkeiten der modernen Datenübertragung ist aber nicht nur der Amplitudengang der Signale von Bedeutung. Auf den Leitungen wird auch der Phasengang der Signale beeinflusst. Je nach Modulationsart und Breite des Signalspektrums sind nur geringe Phasenverzerrungen zulässig. Für die anspruchsvollen Modulationsarten werden deshalb «Leitungen spezieller Güte» gemäss CCITT-Empfehlung M 1020 bestellt.

Diese Empfehlung enthält einen ganzen Katalog von Forderungen. Neben den mehr statischen Eigenschaften sind hier auch Grenzwerte für Phasenjitter, Frequenz-

versatz, Pegelschwankungen und kurze Unterbrüche festgelegt, die einen wesentlichen Einfluss auf die Fehlerrate der Übertragung ausüben.

3 Beurteilung der Messergebnisse

Auf die verschiedenen Messmethoden sei hier nicht speziell eingetreten, sie werden als bekannt vorausgesetzt. Für den Messtechniker ist es jedoch wichtig, dass er das Prinzip einer Messung kennt. Dies gestattet ihm, die Messgeräte richtig einzusetzen und die gewonnenen Resultate zu würdigen, denn entsprechend der Bedeutung einer Leitungsmessung müssen die Ergebnisse kritisch geprüft werden. Fehlschaltungen und Fehlmanipulationen können falsche Resultate zur Folge haben, ohne dass am Messgerät eine rote Lampe aufleuchtet und die Glaubwürdigkeit in Frage gestellt wird.

Zur Beurteilung einer Messung kann folgendes Vorgehen dienen. Man vergleicht das Ergebnis mit

- Erfahrungswerten
- gerechneten Werten
- Sollwerten
- Resultaten einer anderen Messmethode oder eines anderen Messgerätes
- Messungen an einem gleichartigen Objekt

Ein Vergleich mit früheren Messungen wird der gewiegte Praktiker unbewusst und automatisch vornehmen. Dank seiner Erfahrung stellt er sofort fest, ob das Resultat glaubwürdig ist. Er weiss, welche Werte er von einem bestimmten Leitungstyp erwarten darf, was besonders bei Dämpfungs- und Gruppenlaufzeitmessungen zutrifft, wo ein direkter Zusammenhang zwischen Leitungsart und Leitungslänge besteht.

Bei Kanälen von Multiplexsystemen sind die Sollpegel gegeben, also dürfen die Signalpegel nur um die zugelassenen Toleranzen abweichen.

Für Leitungsgeräusche gilt die Regel, dass diese mit der Leitungslänge leistungsmässig zunehmen. Mit Ausnahmen ist bei kürzeren und besonders bei älteren Leitungssystemen zu rechnen. Auch gibt es moderne Systeme, die im Normalfall sehr wenig Geräusch erzeugen.

In den Pflichtenheften findet man Grenzwerte, die für Neuanlagen gültig sind. Darf man nun im Betrieb mehr zulassen? Pflichtenheftwerte können ganz sicher als Richtwerte angesehen werden. Im Rahmen des Mögli-

chen sollte immer das Bessere angestrebt werden. Mehrere knapp ungenügende Eigenschaften können sonst das Aufkommen richtiger Fehler maskieren.

4 Fehler durch die Messschaltung

Es ist sehr wichtig, dass die Messschaltung einwandfreie Ergebnisse liefert und der Betrieb durch die Messung nicht gestört wird. Die häufigsten Fehler beruhen auf falscher Anpassung:

- man misst hochohmig an einem Ausgang, statt mit der Impedanz abzuschliessen
- man belastet am Messpunkt mit der Impedanz, statt hochohmig zu messen
- man sendet mit konstanter Spannung, das heisst mit Innenwiderstand = 0, statt mit Innenwiderstand gleich der Leitungsimpedanz

Diese drei Fehlschaltungen erzeugen nicht nur falsche Resultate, sie können auch unpassende Pegelkorrekturen nach sich ziehen.

Ein asymmetrisches Instrument darf nur an eine symmetrische Leitung angeschlossen werden, wenn ein Trennübertrager die Erde von der Leitung festhält. Sonst erscheinen Längsspannungen der Leitung (und solche sind immer vorhanden) als Querspannungen und täuschen extrem schlechte Geräuschverhältnisse vor.

Ist die zu messende Eigenschaft frequenzabhängig, so ist es wichtig, dass man mit der richtigen Frequenz misst. Allenfalls muss zur genauen Einstellung der Frequenz sogar ein Frequenzzähler zu Hilfe genommen werden.

Bei Messungen an Übertragungsausrüstungen spielt auch der Pegel des Messsignals eine Rolle. Bei zu hohem Wert gerät man in die Sättigung hinein, und es entstehen nichtlineare Verzerrungen. Durch Übersteuern eines Verstärkers kann ein Mehrkanalsystem ausser Betrieb gesetzt werden. Misst man bei zu tiefem Pegel, so riskiert man, dass das Signal durch Geräusch überdeckt wird. Ist das Messsignal begleitet von anderen Signalen, so führt nur eine selektive Messung zum genauen Resultat. Durch selektive Einstellung des Empfängers auf die Messfrequenz vermeidet man eine Beeinflussung durch Fremdsignale.

Verschiedene Faktoren der Übertragungsqualität sind von der Tageszeit abhängig. So besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Belastung der Mehrkanalsysteme mit Telefongesprächen und dem Geräusch. Da der Telefonverkehr innerhalb 24 Stunden stark

schwankt, muss auf die Tageszeit Rücksicht genommen werden. Ist das beanstandete Geräusch unabhängig vom Telefonverkehr, so muss die Ursache in einem anderen Zusammenhang gesucht werden.

5 Messprotokoll

Das Messprotokoll ist ein wichtiges Dokument, denn es legt Zeugnis über die Qualität einer Leitung oder einer Linienausrüstung ab. Auch will man später daraus entnehmen können, welche Eigenschaften wie änderten. Das Protokoll soll neben den eigentlichen Messresultaten auch alle Randbedingungen festhalten, wie

- Ort, Datum, allenfalls Zeit
- Messobjekt (Leitung von A nach B, Nummer, Länge, Aderdurchmesser)
- Anlass zur Messung (Abnahme, Einschaltung, Überprüfung, Fehlersuche usw.)
- Art der Messung (Dämpfung, Restdämpfung, Wellendämpfung, Geräusch, Gruppenlaufzeitverzerrung usw.)
- verwendete Einheiten (dB, dBmp, kHz, mV, usw.)

Handelt es sich um eine aussergewöhnliche Messanordnung, so lohnt es sich, die Messschaltung als Prinzipschema festzuhalten. Dieses soll auch Auskunft über die verwendeten Messgeräte geben.

6 Interpretation der Ergebnisse

Aus den Messresultaten sind Schlüsse auf das Funktionieren einer Datenleitung zu ziehen. Liegen alle Werte innerhalb der zugelassenen Grenzen, so ist der Fall klar. Handelt es sich dagegen um eine als gestört gemeldete Leitung, so will man aus den Messungen eine Diagnose über den Zustand der Leitung stellen. Dabei bestehen gewisse Zusammenhänge zwischen Ursache und Auswirkung auf die Übertragung, wie sie in *Tabelle I* zusammengestellt sind.

Störungen lassen sich nur lokalisieren, solange sie auftreten. Kurzzeitige, aber wiederholt auftretende Defekte lassen sich nur durch längere Beobachtung feststellen und lokalisieren, zum Beispiel mit Registrierung von Amplituden- oder Phasensprüngen, kurzen Unterbrüchen, Geräusch und Störimpulsen. Zu den eigentlichen Übertragungsgrössen tritt also auch noch deren Verhalten in Funktion der Zeit. Nebensprechen kann sich

Tabelle I. Zusammenhänge zwischen Leitungsdefekten und Auswirkung auf die Übertragung

Auswirkung auf Übertragung Ursache (Leitungsdefekt)	Kein Signal	Pegelabfall	Dämpfungsverzerrung	Geräusch	Nebensprechen
Unterbruch 2drähtig 1drähtig	Ja Eventuell	Eventuell	Eventuell	Mehr oder weniger Ja	Eventuell
Kurzschluss	Ja				
Ungenügende Symmetrie				Ja	Eventuell
Erdschluss	Eventuell	Eventuell	Eventuell	Ja	Eventuell
Nebenschluss		Ja	Ja	Ja	Ja

Tabelle II. Auswirkungen von Störungen je nach Modulationsart

Störungen	Amplitude	Frequenz	Modulation		Amplitude/ Phase
			Einseitenband- Amplitude	Phase	
Pegelsprünge	x		x x		x x
Dämpfungsverzerrung	x	x	x	x	x
Gruppenlaufzeitverzerrung	x	x x	x	x	x
Geräusch	x x	x x	x	x	x x
Störimpulse	x	x	x	x	x x
Phasenjitter	x	x		x x	x x
Frequenzversatz	x x	x x	x	x	x x

x Beeinflussung möglich
x x Beeinflussung ausgeprägt

nur auswirken, solange auf der störenden Leitung ein Signal vorhanden ist. Zwischen NF-Leitungen ist Nebensprechen in der Regel reversibel. Das heisst, durch Anlegen eines Signals auf der gestörten Leitung kann man den Störer suchen und finden. Werden die beiden Leitungen mit unterschiedlichen Pegeln betrieben, so findet das Nebensprechen bevorzugt in einer Richtung statt. Solche Fälle treten vorwiegend in Trägersystemen auf.

7 Hilfsmittel

Messungen liefern objektive, quantifizierte Resultate. Zu deren Interpretation ist es oft nützlich, sie mit subjektiven Aussagen zu ergänzen. Als Hilfsmittel hiezu können unter anderem Lautsprecher, Kopfhörer und Kathodenstrahloszillographen dienen. Durch Abhören eines Geräusches kann man auf seine Natur und Herkunft schliessen. An einem Kathodenstrahloszillographen lassen sich die Signalform und Impulsverzerrungen beurteilen.

Als weiteres Hilfsmittel bei der Beurteilung einer Störung kann die Aussage des Benützers dienen, wie dauernde oder zeitweilige Störung, Totalausfall einer oder beider Richtungen, hohe Fehlerrate usw.

8 Leitungseigenschaften/Datenübertragung

Dem Wartungspersonal der Datenleitungen wäre sehr damit gedient, wenn eindeutige Zusammenhänge zwischen den klassischen Übertragungseigenschaften und dem Funktionieren der Datenübertragung bestehen würden. Dies trifft aber nur für krasse Fehler, wie Unterbrüche, zu. Je nach Modulationstechnik reagieren die Modem verschieden auf Störungen. Die Störfaktoren wirken sich dann noch verschieden aus, je nach vorhandenen Dämpfungs- und Laufzeitverzerrungen. In der *Tabelle II* wurde versucht, die Zusammenhänge etwas zu ordnen.

9 Schlussfolgerungen

Die Datenübertragung stellt anspruchsvolle Anforderungen an das Leitungsnetz. Hier hilft bei der Beurteilung der Datentüchtigkeit einer Leitung kein Sprechversuch mit einem Telefon. Bei der Betreuung der Datenleitungen müssen deshalb konsequent die Möglichkeiten der Messtechnik ausgenützt werden. Da aber Messresultate nicht nur vom Objekt, sondern von der ganzen Messschaltung abhängen, ist eine kritische Würdigung der Ergebnisse am Platz. Es braucht Geduld und eine gute Analyse der Resultate, um zu einem gültigen Schluss über die Qualität einer Leitung zu kommen.