Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = 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 Telegrafenbetriebe

Band: 59 (1981)

Heft: 2

Artikel: Verfügbarkeit von Mietleitungen

Autor: Nüsseler, Franz

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-874172

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: 05.01.2026

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

Verfügbarkeit von Mietleitungen

Franz NÜSSELER, Bern

654.142.004.17:654.152.7.004.17

Zusammenfassung. *Die Verfügbarkeit ist ein wichtiges Qualitätskriterium der Mietleitungen. Im folgenden werden die Ursachen und Probleme der Nichtverfügbarkeit aufgezeigt. Um vergleichbare Resultate zu erhalten, muss man bei der Erfassung und Auswertung gewisse Regeln beachten. Die Ergebnisse können interessante Hinweise zur Verbesserung der Dienstqualität liefern.*

Disponibilité des lignes louées
Résumé. *La disponibilité est un critère important de la qualité des lignes louées. L'article suivant démontre les causes et les problèmes qui peuvent l'affecter. Si l'on veut obtenir des chiffres comparatifs, on doit tenir compte de certaines règles dans l'enregistrement et dans l'appréciation des résultats obtenus. Ces derniers fournissent alors des renseignements intéressants, susceptibles d'améliorer la qualité des prestations offertes.*

Disponibilità delle linee noleggiate
Riassunto. *La disponibilità è un criterio di qualità molto importante per valutare le linee noleggiate. L'autore espone qui di seguito le cause e i problemi legati alla disponibilità insufficiente. Per ottenere risultati comparabili si devono prendere in considerazione determinate regole all'atto del rilevamento e della valutazione. Le conclusioni possono dare cenni importanti per migliorare la qualità del servizio.*

1 Einführung

Zur Übertragung von Informationen aller Art werden sowohl das öffentliche Wählnetz als auch fest geschaltete Mietleitungen verwendet. Während das Zustandekommen einer Wählverbindung freie Verbindungswege voraussetzt und eine gewisse Zeit beansprucht, erwartet man von einer Mietleitung, dass sie jederzeit und ohne Verzug zur Verfügung steht. Damit handelt sich der Benützer einer Mietleitung auch noch andere Vorteile ein: die wichtigsten Übertragungseigenschaften, beispielsweise Dämpfung, Dämpfungs- und Gruppenlaufzeitverzerrung, bleiben praktisch konstant. Selbstverständlich macht der Kunde auch wirtschaftliche Überlegungen, bevor er sich entschliesst, eine Leitung zu mieten.

Leider gibt es eine Reihe von Ursachen, die die befriedigende Übertragung auf einer Leitung zeitweilig oder dauernd in Frage stellen können. Die Mietleitung ist dann nicht mehr verfügbar. Da die Verfügbarkeit ein wichtiges Kriterium der Dienstqualität darstellt, sucht man zu deren Berechnung allgemein anerkannte Kriterien. Im CCITT[1] studiert man die Erfassung der Verfügbarkeit im Rahmen der Frage 22/IV. Dabei soll die Einigung auf ein gemeinsames Vorgehen die internationale Zusammenarbeit bei der Erkennung und Verbesserung der Qualität fördern und den Fernmeldebetrieben gestatten, die Leistungsmerkmale der Netze objektiv zu vergleichen und gegenüber den Kunden gleiche Massstäbe anzuwenden.

2 Stufen der Verfügbarkeit

Man unterscheidet ganz grob drei Stufen der Verfügbarkeit einer Mietleitung:

I Die Übertragung ist fehlerfrei, keine Wiederholungen sind notwendig, bei Datenübertragung ist die Bitfehlerrate vernachlässigbar klein. Die Übertragungseigenschaften entsprechen den Anforderungen: Die angeschlossenen Geräte (Modems) arbeiten mit höherer Sicherheit.

II Während der Übertragung treten Fehler auf, die notwendigen Wiederholungen sind aber je nach Betriebsart tragbar.

III Die Fehlerrate ist sehr hoch, es muss ständig wiederholt werden, oder die Leitung ist unterbrochen.

Zwischen Stufe I und Stufe III sind die Übergänge fliessend. Diese sind einerseits durch die Natur der Fehler und anderseits durch die Art der Benützung der Leitung gegeben. Nicht jede Anwendung von Mietleitungen ist gleich anspruchsvoll und weist die gleiche Redundanz auf. Der Unterbruch von einer Sekunde Dauer zum Beispiel wirkt sich in einem Telefongespräch nur bedingt und nicht verhängnisvoll aus, bei einer Datenübertragung hingegen können Tausende von Zeichen verlorengehen. Oder: Ein Knack (Störimpuls) wird während eines Gesprächs höchstens als unangenehm empfunden, er kann aber Datensignale verstümmeln. Die Modemhersteller bemühen sich, durch geeignete Modulationsverfahren die Übertragung möglichst hoher Informationsraten zu ermöglichen. Je höher die Ausnützung einer Mietleitung ist, desto mehr ist die Verfügbarkeit durch geringe Abweichungen der Leitungseigenschaften vom Idealzustand gefährdet.

3 Gründe der Nichtverfügbarkeit

Die wichtigste und klassische Ursache für fehlende Verfügbarkeit einer Mietleitung ist der Unterbruch der Übertragung: Man empfängt keine Signale mehr, die Leitung ist, abgesehen von Leitungsrauschen, «still». Unterbrüche beruhen auf Drahtbrüchen, fehlenden Trennbügeln, schlechten Kontakten, defekten Bauelementen in beteiligten Geräten und Linienausrüstungen. Auch ein Kurzschluss im Übertragungspfad wirkt sich wie ein Unterbruch aus. Die gleiche Wirkung haben Ausfälle von Speisespannungen. Unterbrüche sind in der Regel einfach einzugrenzen.

Ungenügende Entzerrung der Leitung kann eine hohe Fehlerrate zur Folge haben. Ähnliche Wirkungen zeigen hoher Geräuschpegel oder starker Phasenjitter.

Wird ein Kabelmantel wegen Korrosion oder mechanischer Beschädigung undicht, so sinkt mit der eindringenden Feuchtigkeit der Isolationswiderstand, und die damit verbundene Ableitung bewirkt eine Dämpfung, was im Extremfall einem Unterbruch gleichkommt. Wird ein Kabel von einem Bagger oder Trax erfasst, so wird es schlimmstenfalls zerrissen, was ebenfalls einen Totalunterbruch bewirkt.

Wegen Arbeiten an Kabeln oder in Verstärkerstellen müssen Leitungen unterbrochen werden. Diese Tätigkeiten sollten nach Möglichkeit während der Nacht ab

[1] CCITT = Internationaler beratender Ausschuss für Telefonie und Telegrafie

23.00 Uhr verrichtet werden. Für Mietleitungen, die auch während dieser Zeit nicht ausfallen dürfen, versucht man eine Ersatzleitung zu schalten. Ist dies nicht möglich, so zählt die durch Arbeiten bedingte Ausfallzeit zur Nichtverfügbarkeit.

Analysiert man das zeitliche Auftreten von Leitungsunterbrüchen nach Wochentagen und Tageszeiten, so stellt man fest, dass an Werktagen und während der Tagesstunden mehr Ausfälle vorkommen. Dies lässt sich nur mit den Folgen von Arbeiten an Leitungen und Linienausrüstungen erklären. In der Regel sind es Manipulationsfehler bei Unterhaltsarbeiten, Umschaltungen usw., die auf das Konto «Faktor Mensch» zu buchen sind. Es ist allerdings auch bekannt, dass während der Hauptverkehrsstunden das Leitungsgeräusch stets höher ist als nachts.

4 Zweck der Erfassung der Nichtverfügbarkeit

Die Verfügbarkeit der Mietleitungen ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal. Daran ist nicht nur der Benützer interessiert; auch die Fernmeldebetriebe wollen wissen, wie es mit der Zuverlässigkeit ihrer Dienstleistung steht. Den Kunden interessiert nur eine möglichst hohe Verfügbarkeit, die Ursachen und Zusammenhänge einer Störung sind für ihn weniger wichtig. Ist seine Mietleitung beispielsweise wegen eines Kabelfehlers unterbrochen, so erwartet er, dass der normale Zustand möglichst rasch wiederhergestellt oder seine Leitung über einen Ersatzweg geschaltet wird. Die Fernmeldebetriebe müssen und wollen dem Kunden seine Begehren bestmöglich erfüllen. Sie beurteilen aber die Qualität nicht nur am Verhalten einzelner Verbindungswege, sondern an jenem aller Mietleitungen. Die Analyse der Ausfälle nach Ursachen ist deshalb eine wichtige Aufgabe. Obwohl ein Ausfall nicht mehr rückgängig gemacht werden kann, lassen sich doch aus den erkannten Ursachen Lehren für die Zukunft ziehen. Damit will man die Wiederholung von Fehlern vermeiden und die Dienstqualität verbessern. Die Analyse dürfte als folgende Kriterien unterscheiden:

- *Fehler in Linienausrüstungen:* Welches Gerät, Fabrikat, Typ, Komponente?
- *Fehler an Leitungen* (Kabel)
- *Fehler in der Betreuung:* Ungenügender Unterhalt, unpassende Einregelung, Schaltfehler?

Bei der Beurteilung der erhaltenen Angaben ist selbstverständlich das Alter der Ausrüstungen zu berücksichtigen: Handelt es sich um Kinderkrankheiten oder Alterserscheinungen?

Am Ausmass der zu erwartenden Nichtverfügbarkeit der Mietleitungen sind aber auch die Planer von Datenfernverarbeitungsnetzen interessiert. Obwohl eine Verfügbarkeitsziffer nicht gewährleistet werden kann — sie hat mehr den Wert einer langfristigen Prognose —, ist sie eine wichtige Aussage zur Planung von Vorkehren, die die Wirkung von Ausfällen möglichst gering halten sollen.

5 Quantitative Nichtverfügbarkeit

Vorerst sei festgehalten, dass sich Verfügbarkeit und Nichtverfügbarkeit ergänzen, das heisst zusammen ein Ganzes (100 %) ergeben. Die Nichtverfügbarkeit ist nun die Summe aller Ausfallzeiten, bezogen auf die gesamte Dauer der Beobachtungsperiode. Hinter dieser einfachen Formulierung stecken aber Fragezeichen:

- Wie lange soll die Beobachtungsperiode sein: Ein, drei oder 12 Monate?
- Sollen nur Ausfälle berücksichtigt werden, die der Benützer feststellt, oder jene, die die Fernmeldebetriebe registrieren?
- Soll die Nichtverfügbarkeit für jede einzelne Mietleitung bestimmt werden oder für alle Mietleitungen als Gesamtes?
- Sollen die Leitungen in Kategorien unterteilt werden, zum Beispiel nach Länge oder Benützungsart, nach deren Ausdehnung auf nationaler oder internationaler Ebene usw.?

Entsprechend den verschiedenartigen Ursachen für Nichtverfügbarkeit, die alle praktisch keiner Gesetzmässigkeit unterworfen sind, wäre eine möglichst lange Beobachtungsperiode vorzuziehen. Es würde dann aber entsprechend lange dauern, bis konkrete Ergebnisse vorlägen, und zudem wäre es schwieriger, einen Trend zu erkennen. Als Kompromiss empfiehlt das CCITT eine Beobachtungsdauer von drei Monaten, die dann auf 12 Monate ausgedehnt werden kann.

Berücksichtigt man in der Rechnung nur die Ausfälle, die der Kunde feststellt und meldet, so entspricht das Ergebnis dem objektiven Eindruck, den sich der Benützer macht. Soll das Resultat aber repräsentativ sein, so setzt dies eine zuverlässige, genaue Meldung der Ausfälle voraus. Die Auswertung der erhaltenen Angaben zeigt aber, dass Störungen gemeldet werden, deren Ursache nicht im Fernmeldenetz liegen.

Die Fernmeldebetriebe anderseits überwachen in grösseren Verstärkerstellen die Trägerfrequenz- und PCM-Systeme dauernd [1]. Vorausgesetzt, eine Mietleitung verläuft über ein Frequenz- oder Zeitmultiplexsystem, werden dort die Ausfälle für diesen Abschnitt registriert. Die praktische Erfassung der Ausfallzeit der betroffenen Mietleitungen erweist sich aber als sehr aufwendig, besonders wenn etwa ein ganzes Koaxialkabelsystem ausfällt. Dann werden nur die Ausfälle der Pilote der höchsten Hierarchie stellvertretend für die unterstellten Gruppenpilote registriert. Pilotüberwachungen erfassen nur richtige Ausfälle, Mietleitungsunterbrüche im Ortsnetz werden nicht automatisch signalisiert. Störungen der Datenübertragung, verursacht zum Beispiel durch starken Phasenjitter, hohen Geräuschpegel, Pegelsprünge usw., werden somit nicht erfasst. Auch die Signalüberwachung jeder einzelnen Mietleitung ist nicht problemlos, setzt sie doch voraus, dass dauernd ein definiertes Signal übertragen wird. Ein Netzausfall beim Kunden oder das Ausschalten des Modems würde sofort als Unterbruch ausgelegt.

Die Erfassung der Nichtverfügbarkeit einzelner Leitungen ist interessant für den betreffenden Benützer. Zur Qualitätsbeurteilung eines ganzen Netzes sind aber die Ergebnisse möglichst aller Leitungen nötig. So erhält man einen repräsentativen Mittelwert, der von einzelnen Extremfällen nur wenig beeinflusst wird. Das letztere Vorgehen schliesst jedoch nicht aus, dass zum Mittelwert auch noch die quadratische Streuung berechnet wird. Diese lässt interessante Schlüsse auf die Verteilung der verschiedenen Leitungen zu.

Die getrennte Ausrechnung nach verschiedenen Kategorien würde in erster Annäherung eindeutigere Resultate liefern. Da aber die meisten Ausfallursachen keiner Gesetzmässigkeit unterliegen, würde sich eine feine Unterteilung nicht lohnen. Es ist aber angezeigt, nationale und internationale Leitungen auseinanderzuhalten. Für den Fall Schweiz ist dies sicher richtig, sind doch die nationalen Leitungen in der Regel viel kürzer als die internationalen Verbindungswege.

6 Berechnung der Nichtverfügbarkeit

Zur objektiven Beurteilung und Bestimmung der Nichtverfügbarkeit werden die Teilergebnisse nach einfachen Formeln ausgewertet. Eine typische Aussage ist die durchschnittliche Nichtverfügbarkeit:

$$\mu_{DT} = \frac{\Sigma t}{n} \text{ (Minuten, Stunden)}$$

Darin bedeuten t die gemeldeten, anerkannten Ausfallzeiten und n die Gesamtzahl der erfassten Stromkreise am Ende der Beobachtungsperiode von drei Monaten. Selbstverständlich enthält n auch die Leitungen, die während der Beobachtungsperiode keinen Ausfall erlitten.

Die Nichtverfügbarkeit während 12 Monaten erhält man dann gemäss:

$$\mu_{DT\Sigma} = \frac{\Sigma_{i=1}^{4} n_i \cdot \mu_{DT}}{\Sigma_{i=1}^{4} n_i} \text{ (Minuten, Stunden)}$$

wobei n_i und μ_{DTi} die Leitungszahlen und die Nichtverfügbarkeit der einzelnen Perioden darstellen. Bleibt die Leitungszahl während 12 Monaten konstant, so vereinfacht sich die letzte Formel, und die Jahresnichtverfügbarkeit ergibt sich aus der algebraischen Summe der Quartalswerte.

Dividiert man die Nichtverfügbarkeitswerte durch die entsprechende Periodendauer, so erhält man eine relative Nichtverfügbarkeit, zum Beispiel in Prozent ausgedrückt, die direkt mit Resultaten anderer längerer oder kürzerer Perioden verglichen werden kann. Die auf diese Weise berechneten Ergebnisse sind Mittelwerte, und die wirklichen individuellen Ausfallzeiten können davon erheblich abweichen. Aus den Abweichungen $\Delta t = \mu_{DT} - t$ berechnet man die quadratische Streuung:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma \Delta t^2}{n-1}}$$

Diese ist nur dann repräsentativ, wenn die erfassten Ausfallzeiten ungefähr einer Normalverteilung entsprechen. Trifft dies nicht zu, so ist die Aussage von σ nur ungenau. Um diesen Fehler zu vermeiden und trotzdem die Verteilung zu erkennen, lohnt es sich, die Ausfallzeiten der Leitungen aufzuzeichnen *(Fig. 1)*. Aus dieser Darstellung geht hervor, dass n_o oder X % der Leitungen nie als unterbrochen gemeldet waren. Neben dem Mittelwert μ_{DT} stellt dies eine weitere wichtige Information dar. Der durchschnittlichen Ausfallzeit μ_{DT} entspricht dann ein Anteil Y (%) der Leitungen, die gleich oder weniger lang, und ein Anteil 100-Y (%), die überdurchschnittlich lang unterbrochen waren.

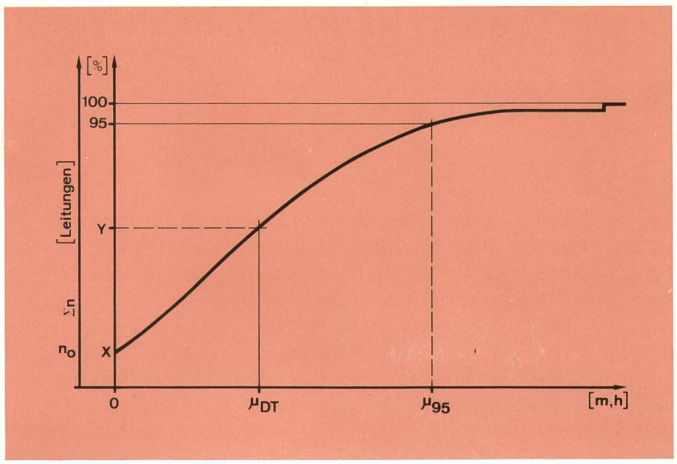

Fig. 1
Ausfallzeiten der Leitungen

Leitungen mit extrem langen Ausfallzeiten können die Statistik erheblich verfälschen. Es stellt sich deshalb die Frage, ob man solche Fälle für die Berechnung der Nichtverfügbarkeit weglassen soll. Bei der vorgeschlagenen Darstellung sind Extremfälle sofort erkennbar. Um diese nicht von Anfang an auszuklammern — was ernsthaft diskutiert werden kann —, bestimmt man in der Grafik die Ausfallzeit, die von 95 % aller Leitungen eingehalten wird. Auch dies ist eine wichtige Aussage zur Verfügbarkeit der Mietleitungen.

7 Beurteilung

Die blosse Ermittlung der Nichtverfügbarkeit ist nicht der eigentliche Zweck der Untersuchung. Die gewonnenen Resultate können verwendet werden bei:

- Diskussionen mit Kunden, andern Fernmeldebetrieben, beim Vergleich und bei der Beurteilung anderer ähnlicher Erhebungen
- Feststellen des allgemeinen lang- und kurzfristigen Trends
- Einleiten von Massnahmen zur Verbesserung der Verfügbarkeit und Überprüfen deren Wirkung

Die Beurteilung nach Prozentwerten kann auch zu Irrtümern führen. Eine Verfügbarkeit von 99 % vermittelt einen ganz guten Eindruck. Hinter dem fehlenden 1 % verbergen sich aber 7,2 Stunden im Monat oder 21,6 Stunden im Quartal. Diese Zeiten können für den Betrieb sehr lang sein, zumal der Benützer die Ausfälle nicht «frei» wählen kann.

8 Schlussfolgerungen

Noch sind einige Fragen offen, zum Beispiel, wie man die Nichtverfügbarkeit der Mietleitungen ohne allzu grossen Aufwand genau und objektiv erfassen soll. Trotzdem werden die schweizerischen Fernmeldedienste die Nichtverfügbarkeit der internationalen Mietleitungen im Sinne der Regeln des CCITT bestimmen. Wir rechnen damit, aus den dabei gewonnenen Erfahrungen Antworten auf die noch offenen Fragen zu erhalten.

Bibliographie

[1] *Diggelmann E.* und *Lüscher B.* Die Alarmregistrieranlage AREGA A 150. Bern, Hasler-Mitteilungen 34 (1975) 3, S. 77...88.