

Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen
Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-
Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere
Band: 44 (1971)
Heft: 1

Artikel: Das schweizerische Autotelephonsystem [Fortsetzung]
Autor: Wey, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-559964>

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: 08.02.2025

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

Das schweizerische Autotelephonsystem

(Fortsetzung)

Das Zeitdiagramm ist in Figur 2a dargestellt. Der gleiche Code dient als Erkennungszeichen für die Zentrale, wenn der mobile Teilnehmer eine Verbindung erstellt. Der Code wird in diesem Falle durch einen Steuerimpuls mit der Frequenz f_0 ergänzt (siehe Fig. 2b).

Die Wahlzeichen der mobilen Stationen werden für die drahtlose Übertragung ebenfalls in Wechselstromimpulse umgesetzt. Das Zeitdiagramm ist in der Figur 2c dargestellt. Die Wahlimpulse sind durch die Codefrequenz f_i und die Impulspausen durch eine andere Codefrequenz f_p gekennzeichnet. Vor und nach jeder Wahlziffer wird zusätzlich ein Steuerimpuls mit der Frequenz f_0 übertragen. Die Übertragungssicherheit ist trotz der verhältnismässig einfachen Wahlübertragungsmethode genügend gross, weil beim schweizerischen Autotelephonsystem die Verbindungsqualität dauernd automatisch überwacht wird. Zu diesem Zweck sind die ortsfesten Sender entweder mit einem Freiton oder mit einem Überwachungston moduliert. Der Freiton f_0 liegt oberhalb des Code-Frequenzbereiches und der Überwachungston f_{ii} am untern Bereichsender. Wenn mehrere Funknetze nebeneinander betrieben werden, müssen die Frei- und Überwachungstöne abgewechselt werden, sonst entstehen gegenseitige Beeinflussungen. Auch die Rufkanäle müssen von Funknetz zu Funknetz abgetauscht werden. Man erreicht damit, dass die Gesprächsaufnahme immer über die Zentrale geschieht, die den Ruf auslöst.

3. Funktionsweise

Die Figur 3 gibt einen schematischen Überblick über das funktionelle Zusammenwirken der einzelnen Anlagenteile. Bei den nun folgenden Kurzbeschreibungen der wichtigsten

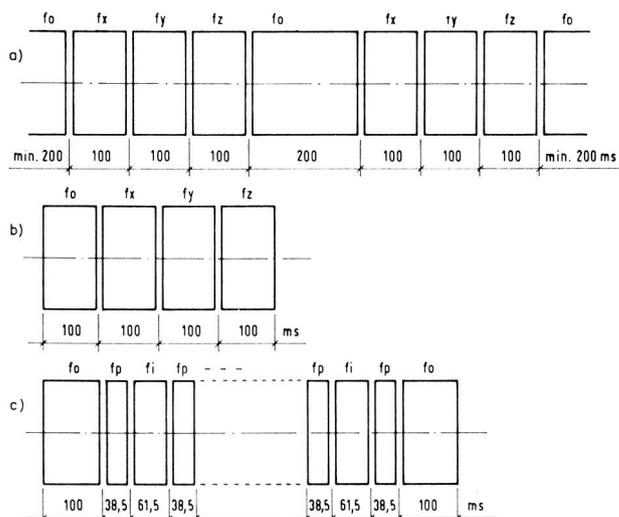


Fig. 2

a) Rufzeichen (f_x , f_y , f_z : 3 Codefrequenzen/ f_0 : Freitonfrequenz während den Pausen)

b) Teilnehmerkennzeichen (f_y , f_x , f_z : 3 Codefrequenzen/ f_0 : Freitonfrequenz für Steuerimpuls)

c) Wahlzeichen (f_i : Frequenz für Wahlimpuls/ f_p : Frequenz für Wahlpause/ f_0 : Freitonfrequenz als Steuerimpuls)

Schaltzustände kann das Schema zum besseren Verständnis beigezogen werden.

3.1 Bereitschaftsstellung

In der Ruhelage werden die ortsfesten Sender dauernd mit einem Freiton f_0 moduliert und die Empfänger sind empfangsbereit. Die Fahrzeugstationen stehen im Anrufkanal auf Empfang. Der Freiton wird zur Feldstärkekontrolle ausgewertet. Die mobilen Sender sind ausgeschaltet.

3.2 Rufauslösung

Die Rufbefehle werden vom Rufenden durch die Wahl der Autotelephonnetz-Kennziffer und der gewünschten Teilnehmernummer eingeleitet. Die Rufbefehle erreichen deshalb die Zentrale über das Amt in Form von Gleichstromimpulsen. Hier werden diese gemäss Fig. 2 codiert, gespeichert und zeitlich gestaffelt zum Modulieren der Ruffunksender weitergeleitet. Unmittelbar nach der Nummerneingabe wird das Register wieder freigegeben und der Nummerncode in einem Rufcodevergleichsstromkreis markiert.

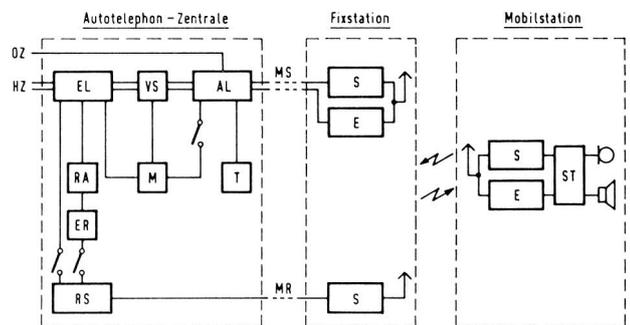


Fig. 3

Blockschema des funktionellen Zusammenwirkens der einzelnen Anlagenteile

Autotelephonzentrale

Fixstation

Mobilstation

OZ = Ortszentrale

HZ = Hauptzentrale

MS = Modulationsleitung für den Sprechfunk

MR = Modulationsleitung für den Funkruf

S = Sender

E = Empfänger

ST = Steuergerät

EL = Eingangsstromkreis mit Rufcodespeicher

ER = Rufregister

RS = Rufstromkreis

RA = Rufregisterschalter

AL = Ausgangsstromkreis mit Kenncodeauswerter und Speicher

VS = Verbindungsschalter

M = Markierer mit Codevergleichsstromkreis

T = Taxiervorrichtung mit Bandaufzeichnung

Damit der Rufende den Eindruck eines üblichen Rufvorganges erhält, wird ihm aus dem Amt ein normales Telefonsignalsignal zugeführt. In dieser Position verbleibt er, bis der mobile Teilnehmer antwortet. Wenn dies nicht innerhalb von 2..3 min. der Fall ist, wird die Verbindung unterbrochen. Der wartende Teilnehmer erhält «Summton».

Das Rufsignal wird inzwischen von allen mobilen Stationen, die gerade kein Gespräch führen, aufgenommen, demoduliert und dem Code-Auswerter zugeführt. Jede Station besitzt einen Auswerter, der nur auf seinen zugeteilten Code anspricht. Beim Ansprechen wird eine akustische oder optische Rufanzeige ausgelöst. Der mobile Teilnehmer wird dadurch aufgefordert, sein Mikrotelephon abzuheben und mit dem Rufenden in Sprechverbindung zu treten.

3.3. Aufbau und Umschaltung einer Sprechverbindung

Jede Sprechverbindung wird von der Fahrzeugstation aus aufgebaut. Der mobile Teilnehmer hebt dazu sein Mikrotelephon ab, sei es, dass er gerufen worden ist oder dass er selbst einen Teilnehmer wählen will. Durch das Abheben des Mikrotelephons wird in seiner Station ein elektronischer Sprechkanalsucher gestartet. In einem Schaltrhythmus von 100 ms schreitet er von Kanal zu Kanal. Wenn in einem Kanal ein freitonmodulierter Träger eintrifft, bleibt er stehen, schaltet den mobilen Sender ein und moduliert dessen Träger mit einem 100 ms langen Steuerimpuls von f_0 Hz, dem unmittelbar sein Erkennungscode folgt. Dieser ist gemäss Figur 2b identisch mit dem Rufcode. Der Steuerimpuls und der Erkennungscode gelangen über die erfasste Fixstation via Modulationsleitung in die Vermittlungszentrale. Der Steuerimpuls bewirkt, dass der Fixsender anstelle des Freitons vorerst mit einem Überwachungston f_{11} moduliert wird und darauf in der Zentrale ein Decoder zur Auswertung des Erkennungscode bereitgestellt wird.

Zur Verhinderung des Doppelprüfens unterbleibt die Auswertung, wenn zwei Code gleichzeitig eintreffen. Je nachdem in der Zentrale der ankommende Erkennungscode bereits markiert ist oder nicht, wird nun eine Leitung zum rufenden Partner durchgeschaltet, der die Markierung bewirkte, oder andernfalls die Anschaltung der Wahlvorrichtung in der öffentlichen Telephonzentrale. Im ersten Fall ist die Verbindung zwischen «fix und mobil» erstellt und das Gespräch kann beginnen. Im zweiten Fall wird nach dem Anschalten der Taxiervorrichtung der Zentralensummton via Funkverbindung ins Fahrzeug übertragen, als Zeichen, dass mit der Nummernwahl begonnen werden kann. In beiden Fällen wird die HF-Verbindung durch den Überwachungston überwacht. Dieser wird in der Fixstation erzeugt, nach «mobil» gesendet, dort ausgewertet und wieder zurück in die Fixstation geleitet. Wenn der Überwachungston auf diesem Weg aus irgendeinem Grunde länger als 300 ms unterbrochen wird, schaltet in der Fahrzeugstation der Sender aus und der Kanalsucher startet erneut den Suchvorgang. In der ortsfesten Station veranlasst das Ausfallen des Überwachungstones nach ≈ 1 s die Freigabe des Kanals durch Wiederausstrahlen des Freitones. Sobald der «Sucher» abermals auf einen freien Kanal trifft, wird wie zu Beginn die Verbindung über diesen neu aufgebaut. Ein begonnenes Gespräch kann dabei praktisch unterbrochungslos weiter geführt werden. Wenn ein Kanalwechsel während der

Wahlübertragung geschieht, muss verhindert werden, dass eine Falschwahl entsteht. Zu diesem Zweck werden die Impulse jeder Ziffer mit Hilfe des 1. Steuerimpulses gemäss Figur 2c in einen Speicher geleitet. Der Speicher gibt die Ziffer nur weiter, wenn er auch den Steuerimpuls am Ziffernende empfängt. Fehlt ein Steuerimpuls, dann wird die Wahl automatisch unterbrochen.

3.4 Verbindungsauslösung

Normalerweise wird die Verbindungsauslösung durch das Auflegen des Mikrotelephons auf der Mobil- oder Fixseite eingeleitet. Im ersten Fall wird die mobile Station in die Bereitschaftsstellung auf den Rufkanal zurückgeschaltet. Der Überwachungston wird dadurch unterbrochen. Im 2. Fall wird die Fixsendermodulation vom Überwachungs- auf den Freiton umgesteuert.

Wenn eine Belegung längere Zeit dauert, löst ein Zeitschalter die Verbindung in der Fahrzeugstation aus. Der Zeitschalter startet, sobald das Mikrotelephon abgehoben wird und löst nach der gewünschten Begrenzungszeit, beispielsweise nach 3 oder 6 Minuten aus. Die Auslösung bewirkt, dass die Fahrzeugstation in die Bereitschaftsstellung zurückfällt. Der mobile Teilnehmer wird gleichzeitig durch ein intermittierendes Tonsignal aufgefordert, sein Mikrotelephon einzuhängen. Die Zeitschalterauslösung verhindert auch, dass ein Kanal ungewollt belegt bleibt, beispielsweise, wenn ein mobiler Teilnehmer sein Mikrotelephon aufzulegen vergisst.

3.5 Taxierung

Die Gespräche werden nach den üblichen Kriterien des öffentlichen Telefonsystems taxiert. Eine einfache Lösung ergibt sich, wenn der Taktrhythmus für die Impulszählung durch die gewählte Netzkennziffer bestimmt wird. Es ergeben sich so Einheitstaxen innerhalb jeder Netzgruppe; die kleinste für die eigene und die grösste für die örtlich entfernteste. Alle Gespräche innerhalb eines Funknetzes werden dann nach dem gleichen Einheitspreis verrechnet. Diese Taxierung lässt sich auch auf Ortsgespräche vom Fahrzeug aus durchführen, weil für den Austritt ins öffentliche Telephonnetz die Fernkennziffer des zugehörigen Hauptamtes gewählt werden muss. Zweckmässigerweise erfolgt die Taxierung der Gespräche der mobilen Teilnehmer in der Autotelephonzentrale mit Hilfe einer Bandaufzeichnung. Zu jeder Taxaufzeichnung kann dort auf einfachste Weise der Kenncode des betreffenden Teilnehmers registriert werden.

3.6 Übertritt von einem Funknetz in ein anderes

Beim Übertritt von einem Funknetz in ein anderes hat der Fahrer durch einen Tastendruck den Rufkanal, den Freiton und den Überwachungstonauswerter umzuschalten. Wenn er die Umschaltung vergisst, wird er, sobald die Feldstärke zu klein geworden ist, durch eine Alarmanzeige aufmerksam gemacht: Bitte umschalten, Sie sind in ein anderes Funknetz eingefahren! Der mobile Teilnehmer wird hier natürlich nur erreicht, wenn der Rufende die neue Netzkennziffer wählt. Bei gänzlich unbekanntem Aufenthaltsort des Fahrzeuges müssen der Reihe nach die einzelnen Netzkennziffern probiert werden.

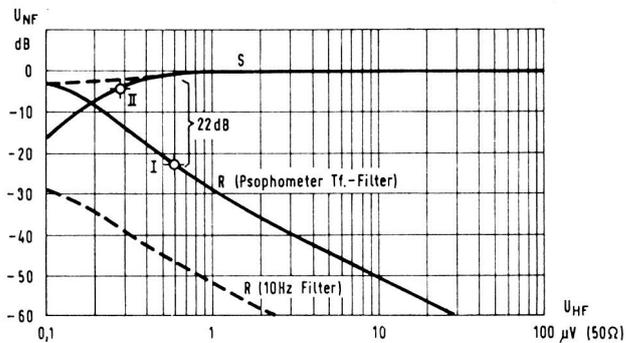


Fig. 4

NF-Nutz- und Störpegel in Funktion des HF-Pegels für einen typischen PM-Sprechfunkempfänger (HF-Bandbreite: 17 kHz, NF-Bandbreite: 3000 Hz bzw. 10 Hz, Modulationsfrequenzen: 1000 Hz, Hub: 2,8 kHz)

- I = Ansprechgrenze der Geräuschsperre
- II = Ansprechgrenze der Tonauswerter

4. Automatischer Kanalsucher

Eines der wichtigsten Elemente des schweizerischen Autotelephonsystems ist der automatische Kanalsucher in der Fahrzeugstation. Er gestattet, die Verkehrsabwicklung und die Frequenzbandausnutzung gegenüber den gebräuchlichen Systemen wesentlich zu verbessern. Wir wollen deshalb seine Dimensionierungsprobleme etwas näher betrachten.

4.1 Schaltkriterium

Damit der Kanalsucher in jeder Beziehung befriedigend arbeitet, ist es wichtig, die Schaltkriterien richtig zu wählen. Der Kanalsucher soll stehen bleiben, sobald über den Kanal eine brauchbare Telefonverbindung geführt werden kann. Im öffentlichen Telefonnetz gilt eine Sprechverbindung als brauchbar, wenn die Lautverständlichkeit mindestens 80 % beträgt. Wenn die Übertragungsqualität diesen Wert unterschreitet, muss der Kanalsucher in Aktion treten. Die Lautverständlichkeit ist umständlich zu messen, man wählt deshalb als Bezugsmaß besser einen entsprechenden Messpegel. Durch Versuche wurde festgestellt, dass sich mit einer Testmodulation von 1000 Hz, mit dem Maximalhub äquivalente Pegelverhältnisse ergeben, wenn der psophometrisch bewertete NF-Störabstand nach dem CCITT-Telephonfilter ungefähr 20 dB beträgt [2]. Dieses Kriterium lässt sich mit Hilfe einer entsprechend eingestellten NF-Geräuschsperre zur Steuerung des Kanalsuchers verwenden. Der Kanalsucher tritt in Betrieb, wenn die NF-Geräuschsperre den NF-Kanal sperrt und damit den Überwachungston unterbricht. Gemäss Figur 4 wird der geforderte NF-Störabstand von 20 dB bei einem typischen 25-kHz-PM-Empfänger im 160-MHz-Band mit einer Antennenklemmenspannung von ca. 0,6 μ V erreicht.

4.2 Schaltzeiten

Wenn das Fahrzeug in Bewegung ist, ändert die Antennenklemmenspannung fortwährend ihre Grösse entsprechend

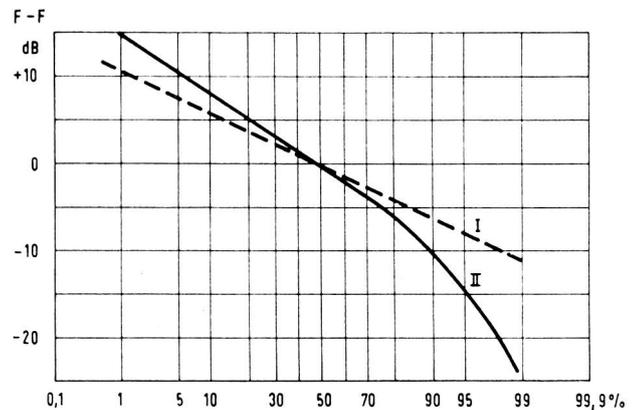


Fig. 5

Typische Feldstärkeverteilung längs eines 1 km langen Strassenstückes

- I = Grobstruktur
- II = Fein- und Grobstruktur
- F = Feldstärke-Medianwert

der statistischen Feldverteilung. Unter der Voraussetzung, dass der Kanalsucher schnell genug arbeitet, um den Feldstärkeschwankungen folgen zu können, tritt der Sucher mit der gleichen Wahrscheinlichkeit in Aktion, mit der die Feldstärke die Ansprechschwelle überschreitet. (Die Figur 5 zeigt die typische Feldverteilung auf einem 1 km langen Strassenstück.)

In der Praxis wäre es unwirtschaftlich, wenn der Sucher so schnell arbeiten würde. Bei jedem kurzen Feldstärkeeinbruch würde eine Kanalschaltung erfolgen, obschon die Verständlichkeit noch gut ist. Für die Verständlichkeit ist nämlich der mittlere Geräuschabstand während des Gespräches massgebend und nicht der Momentanwert. Grundsätzlich müsste man deshalb einen mittleren Störabstand als Schaltkriterium wählen. Experimentelle Untersuchungen zeigten, dass eine ungenügende Verständlichkeit während 1 s in der Regel kaum bemerkt wird. Die Integrationszeit müsste deshalb in dieser Grössenordnung gewählt werden.

Das gleiche Resultat lässt sich, wie die Versuche zeigten, einfacher erzielen, wenn man anstelle der S/R-Integration den Schalter so dimensioniert, dass er nur schaltet, wenn das Eingangssignal mindestens 300 ms andauernd unter der Ansprechschwelle bleibt. Bei einer Ansprechzeit von 500 ms wurden bei schnellem Fahren bereits wieder einzelne Gebiete beobachtet, in denen die Umschaltung erst bei einer geringeren Lautverständlichkeit als 80 % eingeleitet wurde. Bei dieser relativ langen «Beobachtungszeit» überschreitet die Feldstärke ab und zu die Ansprechschwelle, so dass die erforderliche Umschaltung unterbleibt.

Für die gewählte Ansprechzeit von 300 ms wurde die Beziehung zwischen der Ansprechschwelle und dem Feldstärke-medianwert eines typischen Strassenstückes von 1 km Länge ermittelt, um mit 99 %iger Sicherheit keine Umschaltung zu erhalten. (Die Lautverständlichkeit ist dann ebenfalls mit 99 %iger Sicherheit \geq 80 %). Der erforderliche Abstand beträgt \approx 12 dB. Bei der Ansprechschwelle der Versuchsstation 3 μ V/m benötigte man also einen Feldstärkemedian-

wert von $\geq 12 \mu\text{V/m}$. Aus Figur 6 lässt sich der erforderliche Abstand auch für andere Ansprechzeiten ermitteln. Wichtig ist auch die Ansprechzeit der Freitonauswerter, mit der der Kanalsucher gestoppt wird. Sie sollte einerseits möglichst kurz sein, weil sie die Schrittgeschwindigkeit des Kanalsuchers bestimmt, andererseits muss sie lange genug sein, um zu verhindern, dass durch Impulsstörungen eine Freitonauswertung vorgetäuscht werden kann. Wenn wir wiederum von der Voraussetzung ausgehen, dass ein Gesprächsunterbruch von etwa 1 s noch nicht störend wirkt, und dass in dieser Zeit bis zu etwa 10 Sprechkanäle abgesehen werden sollen, ergibt sich eine Schrittzeit von 100 ms. Bei einem Verhältnis von 1:1 zwischen Ansprechzeit und Pause, darf die Ansprechzeit im Maximum 50 ms betragen. Diese Zeit erlaubt, ein Freitonauswerterfilter zu verwenden, mit dem das Ansprechen auf unerwünschte Impuls- und Rauschkomponenten praktisch verunmöglicht wird.

4.3 Ansprechschwellen

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Ansprechschwelle. Sie wird zweckmässigerweise in bezug auf den Hubgrenzwert festgelegt. Für die Gesprächsübertragung wird immer ein möglichst grosser Hub angestrebt, damit der Geräuschabstand auch bei Ferngesprächen und geringer Feldstärke noch eine brauchbare Übertragungsqualität ermöglicht. Wenn man also gleichzeitig mit dem Gespräch noch einen Verbindungs-Überwachungston übertragen will, muss dessen Hub so klein als möglich gewählt werden.

Bei 160-MHz-PM-Anlagen für 25 kHz Kanalabstand beträgt der verarbeitbare Maximalhub etwa 3,5 kHz [2]. Unter der Annahme, dass die Ansprechschwelle mindestens 10 dB über dem Rauschpegel und 5 dB unter dem Hub des Überwachungstones liegen soll, kann dieser aus Figur 4 ermittelt werden. Bei einer praktisch herstellbaren Auswerterbandbreite von 30 Hz ist der benötigte Überwachungshub \approx

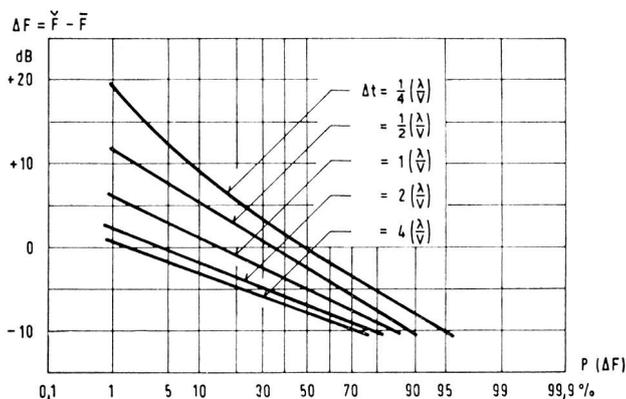


Fig. 6

Kanalschaltwahrscheinlichkeit $P(\Delta F)$ auf einem 1 km langen Strassenstück in Funktion des Abstandes zwischen mittlerer Feldstärke und Tonauswerter-Ansprechschwelle bei verschiedenen Ansprechzeiten

- Δt = Ansprechzeit
- λ = HF-Wellenlänge
- v = Fahrgeschwindigkeit

0,7 kHz. Die Schwelle wird in diesem Fall bei einer Antennenklemmenspannung von $0,3 \mu\text{V}$ unterschritten. Im Prinzip könnten die gleichen Werte ebenfalls für die Auswertung des Freitones verwendet werden. Da dieser jedoch nicht während des Gespräches übertragen wird, wählt man für ihn besser einen grösseren Hub, zum Beispiel 2,8 kHz. Die Ansprechschwelle wird dann wiederum 5 dB unter diesen Wert gelegt, so dass die HF-Ansprechschwelle auch $0,3 \mu\text{V}$ beträgt. Durch den grösseren Hub erhält man einen grösseren Störabstand, was sich namentlich im Hinblick auf die Impulsstörungen günstig auswirkt.

5. Wesentliche Vorteile des Systems

Zum Schluss sei noch auf einige besonders vorteilhafte Punkte hingewiesen, die das schweizerische Autotelephonsystem in sich birgt, die aber im vorangehenden Text nicht so klar in Erscheinung treten.

5.1 Kanalausnutzung

Im Interesse der Frequenzökonomie sollte jeder HF-Kanal so gut als möglich ausgenutzt werden. Dies ist dann der Fall, wenn die Belegungsdauer praktisch auf die Ruf- und Gesprächsdauer beschränkt wird und die Pausen zwischen den Verbindungen sehr kurz sind.

Das beschriebene System erlaubt, diese Forderungen nahezu optimal zu erfüllen. Die Rufbelegung dauert im Maximum 1 s. Die Sprechkanäle sind unbelegt bis zum Augenblick der Gesprächsaufnahme durch den mobilen Teilnehmer. Etwa 1 s nach jeder Verbindungsumschaltung oder nach Gesprächschluss sind die Kanäle bereits wieder frei. Ein lückenloses Aneinanderreihen der Belegungen wird im Rufkanal durch die Verwendung eines Rufspeichers ermöglicht. Die Gespräche lassen sich leider nicht speichern und nach Wunsch aneinanderreihen. In der Telephonie ist es üblich, einen gewissen Ausgleich zu schaffen, indem mehrere Leitungen zur automatischen Auswahl bereit gestellt werden.

Dieses Prinzip wird auch hier verwendet. In verkehrsreichen Gebieten stehen mehrere Funkkanäle zur Verfügung, die durch den automatischen Kanalsucher ausgewählt werden. Analog zu den Verkehrsberechnungen für Leitungsbündel kann deshalb die jeweils erforderliche Kanalzahl bestimmt werden. Der Zusammenhang zwischen der Kanalzahl und dem Verkehrswert ist für den Fall, dass ein Teilnehmer während den Hauptverkehrsstunden mit 95%iger Sicherheit einen freien Kanal findet, in Kurve I der Figur 7 dargestellt.

Wenn dem mobilen Teilnehmer zugemutet wird, dass er das Mikrotelephon nach einer allfälligen «Besetzt»-Feststellung nicht gleich wieder aufhängt, dann wird eine noch wesentlich bessere Kanalausnutzung erzielt. Der Kanalsucher dreht nämlich so lange weiter, bis er einmal auf einen freien Kanal trifft. Dieser Fall tritt ein, sobald ein Gespräch zu Ende ist. Im Prinzip lassen sich die Gespräche mit Hilfe des Kanalsuchers gewissermassen doch aneinanderreihen. Da alle Sprechverbindungen von der Fahrzeugstation aus aufgebaut werden, besteht diese Möglichkeit in jedem Falle. Eine zusätzliche Kanalbelegung entsteht dadurch nicht, weil während der Wartefrist, in der der Kanalsucher dreht, der mobile Sender immer ausgeschaltet ist.

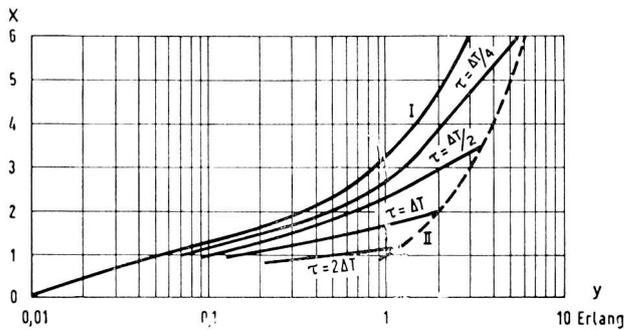


Fig. 7
Zulässiger Verkehrswert y , dass aus x Kanälen mit 95%iger Sicherheit ein freier gefunden wird (ΔT : mittlere Belegungs-dauer, $\Delta \tau$: mittlere Wartezeit)

I = untere Grenze (ohne Wartezeit)
II = obere Grenze (Kanäle voll belegt)

In Figur 7 ist auch die erzielbare Verbesserung für verschieden lange Wartezeiten eingetragen. Man kann beispielsweise ablesen, dass durch das Einfügen einer Wartezeit von der mittleren Belegungs-dauer für 2 zur Verfügung stehende Kanäle ein etwa 6mal grösserer Verkehrswert zugelassen werden darf, als wenn gar nicht gewartet wird.

5.2 Verhalten gegen Störsignale

Auch bei einer guten Netzplanung lässt sich nicht vermeiden, dass das Nutzsignal mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit von fremden Signalen gestört wird. Es kann sich dabei um Gleichkanalstörungen von weit entfernten Sendern handeln oder um Störungen von Nachbarsendern ausserhalb des Nutzkanals. Diese treten auf, wenn die Selektivität, die Intermodulationsfestigkeit oder die Nebenempfangsstellendämpfung ungenügend ist oder aber wenn die Modulations- und Rauschspektren der störenden Sender zu breit sind. Es handelt sich in jedem Fall um Störungen, denen durch einen Kanalwechsel ausgewichen werden kann. Beim hier beschriebenen System übernimmt der Kanalsucher diese Aufgabe automatisch. Sobald eine Störung vorliegt oder eintritt, wird der Freiton oder der Überwachungston unterdrückt. Der Kanalsucher wird dadurch veranlasst, auf einen ungestörten Kanal zu wechseln, und das Gespräch wird sozusagen unterbrochungslos über den neuen Kanal geführt. Der verlassene Kanal wird sofort wieder freigegeben. Er wird also den Teilnehmern aus dem ungestörten Versorgungsbereich zur Verfügung gestellt. Meistens beschränken sich die Störungen auf kleine Ortsgebiete. Auch werden in den verschiedenen Gebieten nicht die gleichen Kanäle gestört. Man kann deshalb sagen, dass der Verkehr und die Kanalausnutzung durch Selektivstörer fast nicht beeinflusst werden.

Es ist offensichtlich, dass man diesen Umstand bei der Frequenzplanung mit Gewinn berücksichtigt, wenn man einen grösseren Anteil von Interferenzen zulässt. Es ergibt sich dann beispielsweise eine Reduktion der erforderlichen Gleichkanaldistanzierung; ferner müssen die Intermodula-



Fig. 8
Kanalumschaltwahrscheinlichkeit $P(\Delta E)$ auf einem 1 km langen Strassenstück in Funktion des mittleren HF-Störabstandes

tions- und Nachbarkanalstörungen nicht mehr so stark berücksichtigt werden.

Orientierungshalber ist in Figur 8 der experimentell ermittelte Zusammenhang zwischen dem mittleren HF-Störabstand und der Kanalumschaltwahrscheinlichkeit auf einem typischen Strassenstück von 1 km Länge angegeben.

5.3 Erweiterungsmöglichkeit des Versorgungsbereiches und Auffindbarkeit der mobilen Teilnehmer

Der Ruf wird in einem einzigen Kanal gleichzeitig über alle Sender des Versorgungsbereiches abgestrahlt. Das Auffinden einer gesuchten Fahrzeugstation stellt daher kein Problem dar.

Durch Hinzufügen von zusätzlichen Gleichkanalsendern kann der Rufbereich beliebig vergrössert werden.

Auch der Sprechverbindungs-bereich lässt sich beliebig erweitern, indem man zusätzliche ortsfeste Sprechstationen hinzufügt. Wenn keine neuen Kanäle verwendet werden, wird dadurch die mobile Station nicht berührt. Diese kann grundsätzlich über jede ortsfeste Station, die mit einem der vorgesehenen Kanäle ausgerüstet ist, eine Verbindung aufbauen. Es ist sogar so, dass sich das Fahrzeug während einer Sprechverbindung innerhalb der ganzen Versorgungszone von Stationsbereich zu Stationsbereich bewegen kann, ohne dass diese unterbricht. Die Voraussetzung ist immer, dass der Kanalsucher einen freien Kanal findet.

E. Wey, Bern

Literaturhinweis

Die hier angegebenen Publikationen stehen in direktem Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit.

- [1] E. Wey. Planungsgrundlagen für den einseitigen selektiven Funkruf. Technische Mitteilungen PTT 1967, Nr. 8, S. 451...466.
- [2] E. Wey. Die Übertragungsqualität der Sprache bei Fahrzeugtelefonanlagen. Technische Mitteilungen PTT 1968, Nr. 10, S. 478...490.
- [3] E. Wey. Die Nutz- und Störreichweite von Autotelephonsendern und ihre Auswirkung auf die Netzplanung. Technische Mitteilungen PTT 1969, Nr. 9, S. 386...406.