

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: 7

Artikel: NATEL : das schweizerische Autotelefonnetz = NATEL : le réseau national de radiotéléphones mobiles

Autor: Wey, Emil

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875560>

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: 14.03.2025

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

Zusammenfassung. Die Publikation gibt eine kurze Übersicht über den Netzaufbau und die Funktionsweise des nationalen Autotelefonnetzes (NATEL) der Schweiz. Es handelt sich um eine ergänzte Neufassung der Systembeschreibung [1].

Résumé. L'auteur donne un bref aperçu de la structure et du fonctionnement du réseau national suisse de radiotéléphones mobiles (NATEL). Il s'agit d'une description nouvelle et plus complète du système [1].

NATEL, la rete telefonica svizzera per le automobili

Riassunto. La pubblicazione descrive a larghi tratti la struttura della rete nazionale e il modo di funzionamento del telefono per le automobili (NATEL) della Svizzera. Si tratta di una nuova edizione riveduta della descrizione del sistema [1].

1 Einleitung

Das nationale Autotelefonnetz steht mit dem öffentlichen Telefonnetz in Verbindung und überdeckt das ganze Land. Je nach Verkehr und Ausbau können 5000...10 000 mobile Teilnehmer angeschlossen werden. Diesen Teilnehmern werden praktisch die gleichen Möglichkeiten geboten wie den gewöhnlichen Telefonabonnenten. Mit Hilfe der üblichen Nummernwahl können sie unter sich und mit den gewöhnlichen ortsfesten in- und ausländischen Telefonabonnenten verkehren.

Das System wurde in der Abteilung Forschung und Entwicklung der PTT nach betrieblichen, frequenzökonomischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten entwickelt [1]. Die eingesetzten Funkgeräte und Vermittlungsanlagen sind Erzeugnisse der einheimischen Industrie.

2 Ortsfestes Funknetz

21 Funkversorgungsbereiche

Bei einem nationalen Autotelefonnetz muss sich die Funkversorgung über das ganze Land oder zumindest über dessen wesentliche Teile erstrecken. Die Versorgung von einer einzigen ortsfesten Station aus ist in diesem Falle nicht möglich. Eine wirtschaftliche Lösung lässt sich am besten mit einem weitmaschigen Funkstationennetz erzielen, besonders wenn dazu die bereits vorhandenen PTT-Höhenstationen benützt werden. In *Figur 1* sind die entsprechenden Funkversorgungsgebiete für die Grundüberdeckung des nationalen Autotelefonnetzes (NATEL) durch breite Umrundungslinien eingetragen. Es sind dies Niveaulinien, auf denen die mittlere Feldstärke je Kilometer Wegstrecke $10 \mu\text{V/m}$ beträgt. Diese ergeben sich, wenn von den verschiedenen Senderstandorten aus eine Sendeleistung von 10 W über ein 160-MHz-Dipol-Antennensystem abgestrahlt wird. Bei Feldstärken von $10 \mu\text{V/m}$ können Telefonferngespräche noch in brauchbarer Qualität geführt werden, sofern der äussere Störpegel am Empfangsort nicht zu gross ist. Für städtische Zonen kann die Telefonqualität im allgemeinen erst bei Feldstärkewerten von $30 \mu\text{V/m}$ gewährleistet werden [2].

Das Autotelefonnetz arbeitet mit einem getrennten Ruf- und Sprechfunknetz. Man verwendet für beide Überdeckungsnetze die gleichen Standorte. Anstelle der Sprechfunkgeräte treten dann lediglich die Rufsender. Die breit ausgezogenen Niveaulinien der *Figur 1* veranschaulichen deshalb auch das Ruffunknetz, wobei mit

1 Introduction

Le réseau national de radiotéléphones mobiles est relié au réseau téléphonique public et assure la couverture de tout le territoire helvétique. Suivant la densité du trafic et l'extension du réseau, il est possible d'y raccorder 5000...10 000 installations mobiles d'abonnés. Ces utilisateurs bénéficient pratiquement des mêmes possibilités que les abonnés au téléphone ordinaires. En sélectionnant les numéros voulus, ils peuvent correspondre entre eux, de même qu'avec les abonnés au téléphone traditionnel de Suisse ou de l'étranger.

Le système a été mis au point par la Division des recherches et du développement des PTT, qui, ce faisant, a tenu compte de divers points de vue, à savoir l'exploitation, l'économie des fréquences et la rentabilité [1]. Les équipements de radiocommunication et de commutation utilisés sont des produits de l'industrie suisse.

2 Réseau radio fixe

21 Zones de couverture

Dans un réseau national de radiotéléphones mobiles, la couverture par les ondes doit s'étendre à tout le pays ou, pour le moins, aux principales zones de celui-ci. Il ne peut être satisfait à cette exigence par une seule station fixe. La solution la plus économique possible consiste donc à établir un réseau de stations radio à larges mailles, ce qui est particulièrement bien réalisable lorsqu'on recourt aux stations de points hauts existantes exploitées par les PTT. La *figure 1* montre les divers secteurs desservis entourés de lignes épaisses, qui constituent ensemble le réseau de couverture du système national des radiotéléphones mobiles (NATEL). Les traits pleins sont les lignes de niveau sur lesquelles le champ moyen par kilomètre de trajet comporte $10 \mu\text{V/m}$. Elles sont produites lorsque des émetteurs d'une puissance de 10 W, implantés à divers emplacements, rayonnent des ondes radioélectriques dans la gamme des 160 MHz par l'intermédiaire d'un système d'antennes dipôles. Le champ de $10 \mu\text{V/m}$ permet aux utilisateurs d'échanger encore des conversations téléphoniques en une qualité utilisable, à condition toutefois que le niveau perturbateur au lieu de réception ne soit pas trop grand. Dans les zones urbaines, la qualité des conversations radiotéléphoniques n'est en général suffisante qu'à partir de champs de $30 \mu\text{V/m}$ [2].

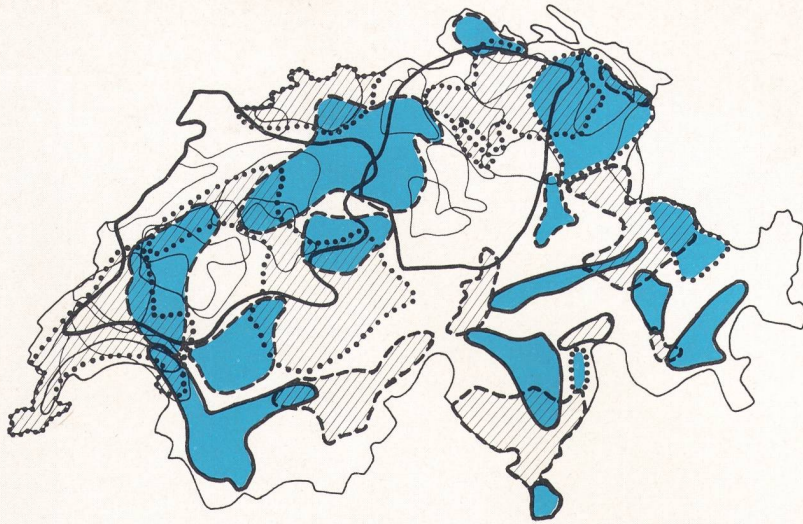


Fig. 1
Ortsfestes Funknetz für das nationale Autotelefon (Ruf- und Sprechfunk) – Réseau des émetteurs radio fixes du NATEL (transmission des appels et des conversations)

Sendeleistung 10 W – Puissance d'émission 10 W

■ — Überdeckungsbereiche $\geq 10 \mu\text{V/m}$ – Secteurs avec un champ $\geq 10 \mu\text{V/m}$

□
 □
 □

— Lokalbereiche $\geq 30 \mu\text{V/m}$ – Secteurs locaux avec un champ $\geq 30 \mu\text{V/m}$

einer Anrufempfindlichkeit von $10 \mu\text{V/m}$ gerechnet worden ist.

Das nationale Autotelefonnetz erstreckt sich über Gebiete, die aus weiten Flächen mit einem geringen Fahrzeugbestand und aus verkehrsdichten Städten zusammengesetzt sind. Der Bedarf an Übertragungskanälen ist deshalb nicht überall gleich gross.

In diesem Falle ist es hinsichtlich Materialaufwand und Frequenzbedarf vorteilhaft, wenn man das weitmaschige Grundversorgungsnetz nur mit wenigen Kanälen ausrustet, zum Beispiel mit zwei Kanälen. Wenn der eine besetzt ist, dann steht immer noch ein Ausweichkanal zur Verfügung. An den Stellen grosser Verkehrsdichte sind dazu nicht weitreichende Lokalstationen mit grösserer Kanalzahl eingefügt, so dass die zur Verfügung stehende Kanalzahl an jedem Ort proportional zur Verkehrsdichte ist. Man kann diese als proportional zur Bevölkerungsdichte annehmen. Aufgrund dieser Überlegung wurden mit Hilfe einer Volksdichtekarte die Zonen ermittelt, die mit Füllstationen ausgerüstet sind. Für die Füllstationen wurden dabei keine Höhenstandorte gewählt, um die Bedienungsbereiche auf die gewünschten verkehrintensiven Gebiete beschränken zu können. Andernfalls wären die Störreichweiten der einzelnen Stationen derart gross geworden, dass die gleichen Kanäle erst in weiter Entfernung wieder hätten eingesetzt werden dürfen. Die Anlage wäre so frequenzökonomisch geworden. In Figur 1 sind die lokalen Versorgungsgebiete durch die $30\text{-}\mu\text{V/m}$ -Feldstärkenniveaulinien angegeben. Die Gebiete, die nach dieser Projektierung nicht bedient sind, lassen sich bei Bedarf nachträglich durch weitere Füllstationen erschliessen. Ein besonderes Problem stellt die Funkversorgung in den langen Strassentunnels dar. Bekanntlich reissen Funkverbindungen

Le système des radiotéléphones mobiles repose sur un réseau séparé pour les appels et les conversations. Les mêmes emplacements servent de base aux deux réseaux de couverture. Les équipements radiotéléphoniques fixes sont simplement remplacés par l'émetteur d'appel. De ce fait, les lignes de niveau en traits pleins de la figure 1 représentent aussi les limites du réseau d'appel, la sensibilité de réponse qui a servi de base aux calculs étant de $10 \mu\text{V/m}$.

Le réseau national de radiotéléphones mobiles s'étend sur des régions qui se composent à la fois de larges surfaces où circulent peu de véhicules et de villes caractérisées par un trafic particulièrement dense. Le nombre de canaux de transmission nécessaires n'est par conséquent pas partout le même.

Vu cette situation, il est favorable du point de vue du matériel et des fréquences à mettre en œuvre, de n'équiper le réseau de couverture de base à large maille que de peu de canaux, par exemple deux. Lorsque l'un des deux est occupé, on dispose toujours d'un canal de dégagement. Dans les régions à forte densité de trafic, on a prévu pour cela des stations locales à faible portée équipées d'un plus grand nombre de canaux, de manière que les voies disponibles soient à chaque point proportionnelles à la densité du trafic. On peut admettre, comme corollaire, que ce nombre de canaux est aussi proportionnel à la densité de la population. En partant de ces considérations, on a déterminé à l'aide d'une carte de densité démographique les zones dans lesquelles il s'agissait d'implanter des émetteurs d'appoint. Ces derniers n'ont pas été établis sur des points hauts, pour qu'il soit possible de limiter les zones desservies aux régions dans lesquelles le trafic routier était intense. Dans le cas contraire, la portée des signaux perturbateurs des diverses stations aurait été telle que les

schon kurz nach dem Eintritt in einen Tunnel ab. Die wichtigsten Tunnel sollen deshalb mit Hilfe eines strahlenden Kabels versorgt werden, wobei der Ruf- und ein Sprechfunksender auf der einen und ein Sprechfunkempfänger auf der andern Kabelseite angeschlossen werden. Wenn die Tunnelröhren länger als 1 km sind, wird die Kabeldämpfung durch den Einbau von Breitbandverstärkern wettgemacht [3]. Der Tunnel wirkt so wie ein separater, ortsfester Ruf- und Sprechfunkbereich.

Die Funkstationen sind mit Rufsendern und Sende-Empfangsgeräten für die Gesprächsübertragung ausgerüstet. Es werden dazu normale 160-MHz-Radiotelefongeräte mit Phasenmodulation für 25 kHz Kanalabstand verwendet [4]. Für die Modulationsübertragung zwischen den Funkstationen und den Zentralen sind für die Rufübertragung phasenstarre 2-Draht-Leitungen sowie beliebige 4-Draht-Telefonleitungen für die Gesprächsübertragung erforderlich.

22 Netzstruktur und Funkkanalverteilung

Das schweizerische Autotelefonnetz wurde aus wirtschaftlichen Gründen in fünf Funknetzgruppen eingeteilt. Die Netzstruktur ist in *Figur 2* dargestellt. Für die gesamte Funkversorgung sind 28 Stationsstandorte für die Grundüberdeckung und 17 Stationsstandorte für die Füllzonen erforderlich. Den Füllstationsstandorten wurden je nach Einwohnerzahl des Versorgungsbereichs mehr oder weniger Funkkanäle zugeordnet. Diese dür-

mêmes canaux n'auraient pu être réutilisés qu'à très grande distance. Il n'aurait, dès lors, plus été possible d'économiser le spectre des fréquences. La figure 1 montre aussi les secteurs locaux desservis (traits fins), où le champ est égal ou supérieur à $30 \mu\text{V/m}$. Les régions qui ne sont pas desservies selon ce projet peuvent facilement l'être à une date ultérieure par simple implantation de stations d'appoint. Un problème particulier réside dans la couverture radioélectrique des longs tunnels routiers. Comme on le sait, les radiocommunications s'interrompent déjà très peu de temps après que l'utilisateur a pénétré dans un tunnel. Pour cette raison, on a prévu d'équiper les principaux tunnels de câbles rayonnants, l'émetteur d'appel et l'émetteur de signaux de conversation étant connectés sur un câble et le récepteur de signaux de conversation sur l'autre. Lorsque les tunnels sont d'une longueur supérieure à un kilomètre, on pare à l'affaiblissement des câbles en insérant des amplificateurs à large bande [3]. Le tunnel fait ainsi office de secteur fixe et séparé d'appel et de radiotéléphonie.

Les stations radio sont équipées d'émetteurs d'appel et d'équipements d'émission et de réception pour la transmission des conversations. On utilise à cet effet des radiotéléphones normaux opérant dans la bande des 160 MHz, en modulation de phase, l'écart entre canaux étant de 25 kHz [4]. Les circuits qui relient les centraux téléphoniques et les stations radio sont des lignes à deux fils, à phase rigide, pour la transmission des appels ainsi que des lignes à quatre fils pour la transmission des conversations.

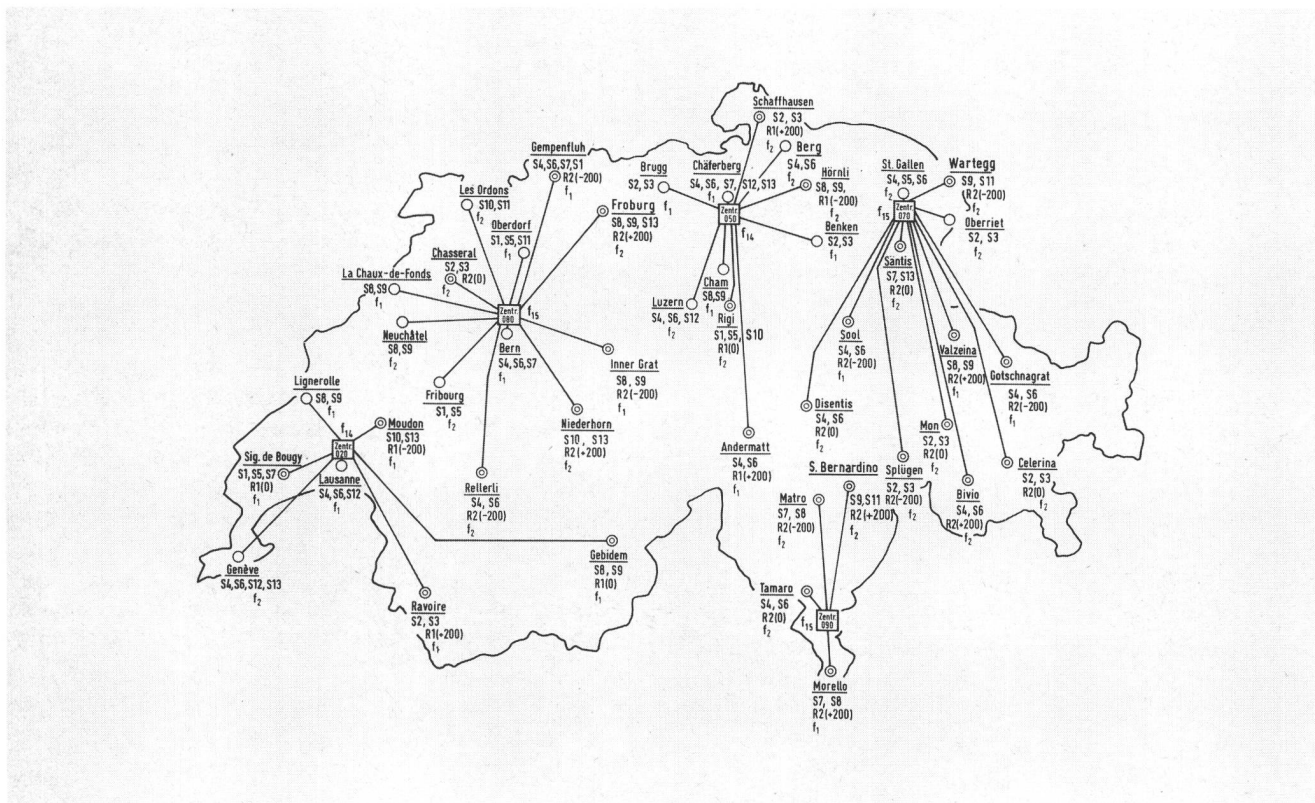


Fig. 2 Netzgruppenplan und Funkkanalverteilung des nationalen Autotelefonnetzes — Plan des groupes de réseaux et répartition des canaux radio du réseau NATEL

R1, R2, (-200), (0), (+200)

Rufkanäle mit Frequenzversatz in Hz —
Canaux d'appel avec décalage de fréquence en Hz

S1...S13

Sprechkanäle — Canaux de conversation

f1, f2

Überwachungstöne — Tonalités «de surveillance»

f14, f15

Freitöne — Tonalités «libre»

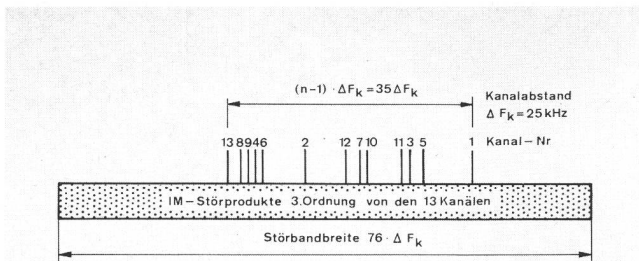


Fig. 3
Funkkanalverteilung und IM-Störband — Répartition des canaux et bande brouillée par intermodulation
 Kanalabstand — Ecart entre canaux
 Kanal-Nr. — N° de canal
 IM-Störprodukte 3. Ordnung von den 13 Kanälen — Produits d'intermodulation du 3^e ordre provenant des 13 canaux
 Störbandbreite — Largeur de la bande brouillée

fen sich gegenseitig nicht stören. Sie müssen deshalb intermodulationsstörfrei sein. Intermodulationsstörfreiheit muss auch für den Rufkanal und die Überdeckungskanäle, in deren Bereich die Füllstation liegt, gefordert werden. Im Falle Zürich sind es zum Beispiel die Kanäle vom Rigi. In Figur 2 sind die aufgrund dieser Aspekte ermittelten Kanalzuteilungen jeder Funkstation aufgezeichnet. Im ganzen werden 105 Sprechfunkgeräte und 28 Rufsender für die 45 Funkstationsstandorte benötigt.

Die den Kanälen zugeordneten Frequenzen können der Figur 3 entnommen werden. Es sind 13 Frequenzpaare, 12 davon für die Gesprächs- und eines für die Rufübertragung. Alle Rufsender einer Netzgruppe arbeiten im Gleichkanalbetrieb mit ± 200 Hz Trägerversatz.

3 System- und Planungsaspekte

31 Anschlusskapazität und Ausbaufähigkeit

Jede Funknetzgruppe besitzt eine eigene Zentrale, über die sie mit dem öffentlichen Telefonnetz verbunden ist. Bei Vollausbau können im ganzen Netz etwa 10 000 Teilnehmer angeschlossen werden. In den Netzgruppen Zürich und Bern wird dazu ein paralleles Senderempfängernetz mit 13 weiteren Funkkanälen nötig sein, um den anfallenden Telefonverkehr bewältigen zu können. In diesem Parallelnetz werden jene Teilnehmer untergebracht, die sich auf keine andere Netzgruppe abonnieren. Erfahrungsgemäss beträgt der Verkehrswert während der Hauptverkehrsstunden etwa 0,01 Erlang je Teilnehmer und die mittlere Belegungsdauer 55 s. Es werden 1,75mal mehr Verbindungen von «Mobil nach Fix» geführt als in der umgekehrten Richtung, und nur etwa 40 % der Rufe werden von den mobilen Teilnehmern beantwortet. 60 % des Verkehrs werden taxiert, der Rest entfällt auf die Wahl, den Verbindungsaufbau und die Blindbelegungen.

Um eine Verkehrsüberlastung zu vermeiden, dürfen je Versorgungsbereich mit n Kanälen die in Tabelle I aufgeführte Anzahl Teilnehmer angeschlossen werden.

In diesem Fall wird während der Hauptverkehrszeiten noch mit 90...95%iger Sicherheit ein freier Kanal innerhalb von 30 s gefunden.

22 Structure du réseau et répartition des canaux radio

Pour des raisons d'économie, le réseau suisse de radiotéléphones mobiles a été réparti en cinq groupes de réseaux radio. La structure de cet ensemble ressort de la figure 2. La couverture radioélectrique globale nécessite 28 stations pour la couverture de base et 17 stations pour les zones d'appoint. Suivant le nombre d'habitants des secteurs à desservir, on a équipé les stations d'appoint d'un nombre plus ou moins élevé de canaux, qui ne doivent pas se gêner mutuellement. Il faut, par conséquent, éviter les perturbations par intermodulation. Cette absence de phénomène d'intermodulation doit également s'étendre au canal d'appel et aux canaux de couverture, dont les signaux portent jusqu'à la région desservie par les stations d'appoint. Dans le cas de Zurich, ce sont par exemple les canaux du Righi. La figure 2 montre comment on a réparti les canaux de chacune des stations radio en tenant compte de ces exigences. Dans l'ensemble, il a fallu prévoir 105 équipements émetteurs-récepteurs et 28 émetteurs d'appel pour les 45 stations radio.

Les fréquences affectées aux canaux ressortent de la figure 3. Il s'agit de 13 paires de fréquences, dont 12 servent à la transmission des conversations et une à celle des appels. Tous les émetteurs d'appel d'un groupe de réseaux travaillent dans le même canal avec un décalage de porteuse de ± 200 Hz.

3 Considérations portant sur le système et la planification

31 Capacité de raccordement et possibilités d'extension

Chaque groupe de réseaux radio possède son propre central par l'intermédiaire duquel il est relié au réseau téléphonique public. Au stade final de l'extension, il sera possible de raccorder environ 10 000 abonnés dans tout le réseau. Dans les groupes de réseaux de Zurich et de Berne, il sera nécessaire d'établir un réseau parallèle d'émetteurs et de récepteurs opérant sur 13 autres canaux radio, si l'on veut être en mesure de faire face au trafic téléphonique. Ce réseau parallèle sera réservé aux usagers qui ne s'abonneront pas à un autre groupe de réseaux. L'expérience montre que la valeur de trafic pendant l'heure chargée s'élève à environ 0,01 Erlang par abonné et la durée moyenne d'occupation à 55 s. Il est établi 1,75 fois plus de commutations dans le sens «mobile à fixe» qu'en sens inverse, et les abonnés qui se déplacent ne répondent qu'à 40 % environ des appels. Le trafic radio est taxé à raison de 60 %, la quote-part non taxable se répartissant sur la sélection, l'établissement des communications et les occupations intempestives.

Tabelle I. Zulässige Teilnehmerzahl je nach Kanalzahl in einem Versorgungsbereich
Tableau I. Nombre d'abonnés admissible selon le nombre de canaux dans une zone desservie

Kanalzahl n Nombre de canaux n	2	3	4	5
Maximale Anzahl Teilnehmer Nombre maximal d'abonnés	140	250	350	450

32 Rufsicherheit und Sprechqualität

In den 10- $\mu\text{V}/\text{m}$ -Randzonen der einzelnen Versorgungsbereiche beträgt die Rufsicherheit während der Fahrt etwa 99,5 % und die Lautverständlichkeit ungefähr 80 %. Im Stillstand sind die gleichen Werte bei etwa 2,5 $\mu\text{V}/\text{m}$ Feldstärke erreicht. Die Rufbeeinträchtigung wirkt sich dabei in Form von Rufausfällen aus, während die Verständlichkeitseinbuße durch den Geräuschanstieg bei Bodenreflexionen und Zündstörungen erzeugt wird. Fremdstörungen durch andere Mobilfunkdienste bewirken eine Kanalschaltung und treten nur in unmittelbarer Nähe von ihren Sendern auf, weil die Intermodulationsdämpfung und die Nachbarstörselektion der NATEL-Empfänger grösser als 80 dB sind.

Wie die Betriebsbeobachtungen zeigten, ist ferner mit etwa 2 % fehlerhaften Verbindungsabwicklungen zu rechnen, wobei der Hauptanteil auf die im öffentlichen Telefonnetz üblichen Bedienungsfehler der Teilnehmer und auf die Vermittlung zurückzuführen ist.

Die Sprechqualität der NATEL-Verbindungen entspricht im Bereich des Pegelplanes jener der herkömmlichen Telefonverbindungen. Die Lautstärke und die Rückhördämpfung sind etwas grösser als bei normalen Telefonstationen, so dass die stärkeren Umgebungsgereusche im Fahrzeug die Übertragungsqualität weniger beeinträchtigen.

33 Signalisierung und Steuerung

Sämtliche ortsfesten Sender strahlen ihre Träger dauernd ab. Wenn sie nicht durch einen Ruf oder ein Gespräch belegt sind, werden sie mit einem Freiton moduliert. Die belegten Sprechkanäle sind ständig durch einen Ausserband-Pilotton überwacht, und zwar von der Fixstation über die Fahrzeugstation zurück zur Fixstation. Damit benachbarte Netzgruppen ohne gegenseitige Beeinflussung arbeiten können, werden zwei Rufkanäle benötigt. Wie der Figur 2 zu entnehmen ist, werden sie von Netzgruppe zu Netzgruppe abgewechselt. Es werden auch zwei verschiedene Freitöne verwendet, die in Übereinstimmung mit den beiden Rufkanälen von Netzgruppe zu Netzgruppe ändern. Zur Verringerung der Störfahr zwischen benachbarten Gleichkanalsendern werden in den zugehörigen Versorgungsbereichen analogerweise auch die Überwachungstöne abgewechselt. In Figur 4 sind diese Frequenzen sowie die übrigen Signal- und Steuerzeichen grafisch dargestellt. Die Figuren 5 und 6 geben zudem einen Einblick in das Zusammenwirken der dazu erforderlichen Tongeber und -auswerter.

Zum Ansteuern der fünf Funknetzgruppen dienen die Fernkennziffern der Tabelle II.

Tabelle II. Fernkennziffern der verschiedenen Funknetzgruppen
Tableau II. Indicateurs interurbains des divers groupes de réseaux radio

Funknetzgruppe Groupe de réseaux radio	1	2	3	4	5
Fernkennziffer Indicatif interurbain	020	080	050	070	090

Pour éviter une surcharge de trafic, il importe de ne pas raccorder plus d'abonnés dans une zone desservie que le nombre figurant en regard des «n» canaux du tableau I.

En pareil cas, le chercheur automatique de canaux trouve, pendant les heures chargées et avec une sécurité d'encre 90...95 %, un canal libre dans un délai de 30 s.

32 Sécurité des appels et qualité de conversation

En bordure des diverses zones de couverture, où le champ s'établit à 10 $\mu\text{V}/\text{m}$, la sécurité d'appel pour les véhicules qui circulent est d'environ 99,5 % et l'intelligibilité d'environ 80 %. En stationnement, les mêmes valeurs sont réalisables pour un champ de près de 2,5 $\mu\text{V}/\text{m}$. Sur le plan des appels, la perte de sécurité se manifeste sous forme d'appels n'aboutissant pas et la perte d'intelligibilité du fait de l'accroissement du bruit dû aux réflexions sur le sol et aux perturbations imputables au système d'allumage du véhicule. Les perturba-

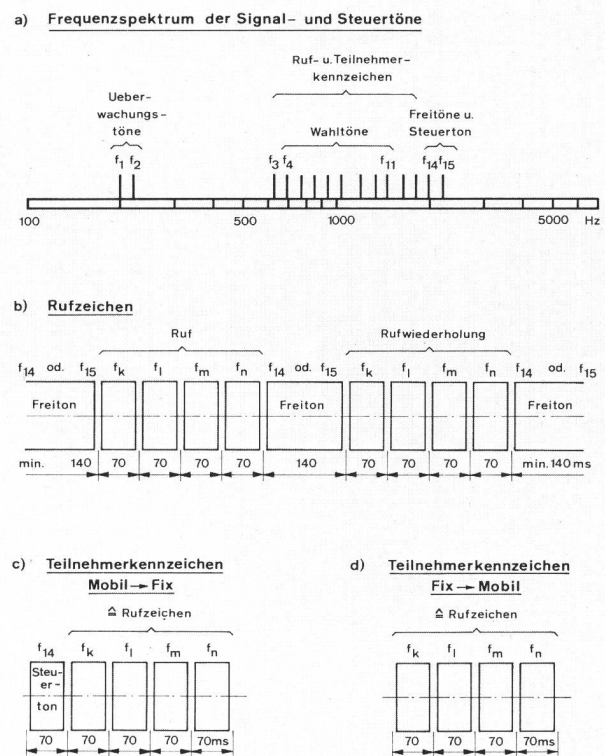


Fig. 4
Frequenzen und Zeichen für die Signalisierung und Steuerung — Fréquences et signaux de signalisation et de commande

Frequenzspektrum der Signal- und Steuertöne — Spectre des fréquences des tonalités de signalisation et de commande
Überwachungstöne — Tonalités «de surveillance»
Ruf- und Teilnehmerkennzeichen — Signal d'appel et indicatif de l'abonné
Wahlöne — Tonalités de sélection
Freitöne und Steuertöne — Tonalités «libre» et tonalité de commande
Rufzeichen — Signaux d'appel
Ruf — Appel
Freiton — Tonalité «libre»
Rufwiederholung — Répétition de l'appel
Teilnehmerkennzeichen «Mobil→Fix» — Indicateurs des abonnés «Station mobile→ Station fixe»
Teilnehmerkennzeichen «Fix→Mobil» — Indicateurs des abonnés «Station fixe→ Station mobile»
Steuertöne — Tonalité de commande

Die Teilnehmernummern der Autotelefonabonnenten sind 6stellig, nämlich 2,2, k,l, m,n, wobei die letzteren vier Ziffern die Nummer charakterisieren. Diese vier Ziffern werden für die Funkübertragung in der Zentrale in einen Frequenzcode f_k, f_l, f_m, f_n umgesetzt. Es werden dazu vier Frequenzen aus dem Frequenzvorrat $f_{3...f_{12}}$ verwendet. Wenn in einer Nummer zwei gleiche Ziffern nacheinander vorkommen, wird die zweite durch die Wiederholfrequenz f_{13} ersetzt. Der gleiche Frequenzcode wird im Sprechkanal als Teilnehmerkennzeichen zur Verbindungsanmeldung, als Belegungsquittung oder als Gesprächsschlusszeichen verwendet. In der Richtung «Mobil → Fix» wird dabei der Kenncode mit einem Steuertonezeichen f_{14} ergänzt. Dieses sorgt in der Zentrale für das Anschalten eines Kennzeichenauswerter.

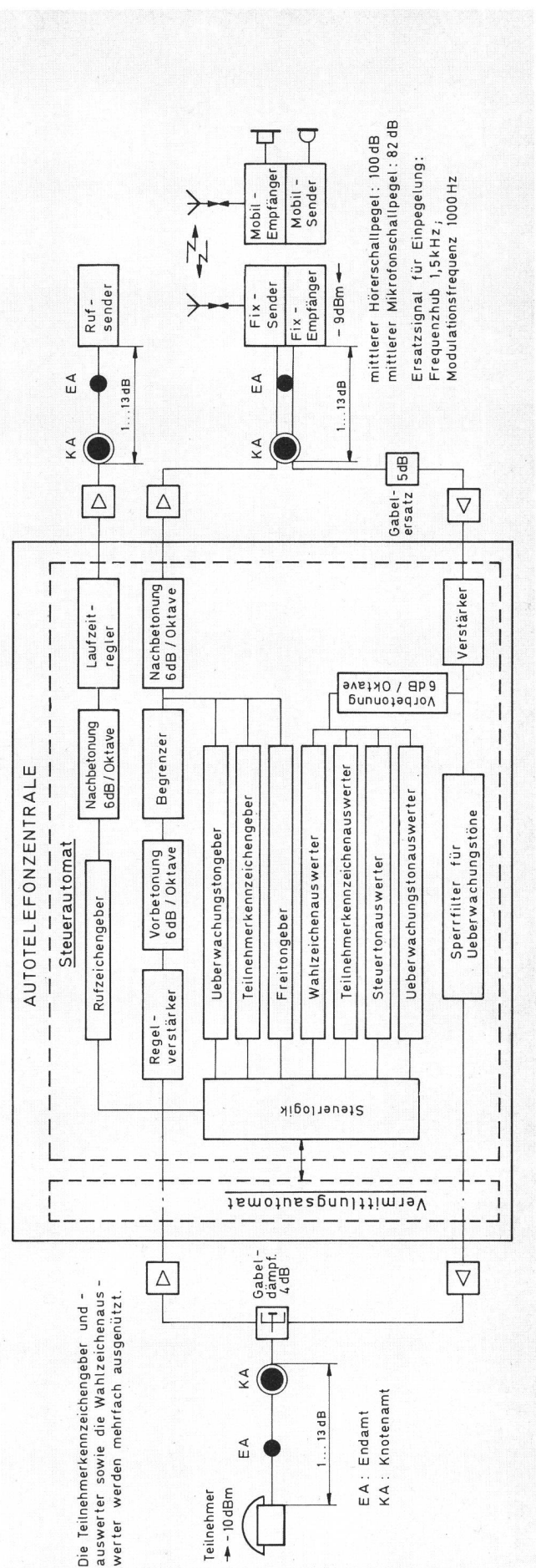
Für die Wahlzeichenübertragung von «Mobil nach Fix» wird das international normierte CCITT-Zweitonverfahren verwendet. Jede Ziffer wird beim Drücken der MFC-Tastengarnitur durch zwei simultane Töne aus dem Frequenzvorrat $f_{4...f_{11}}$ gebildet. Zur Verhinderung von Doppelzählungen ist die maximale Pulsdauer auf 90 ms beschränkt.

34 Auffinden der Mobilstationen

Bei vielen Autotelefonssystemen stellt das Auffinden der mobilen Teilnehmer ein Problem dar. Im schweizerischen System wird der Ruf gleichzeitig über alle Rufsen-

Fig. 5 →
Prinzipschema der NATEL-Zentrale und Verbindung — Schéma de principe de la central NATEL et de la liaison NATEL

- Die Teilnehmerkennzeichengeber und -auswerter werden mehrfach ausgenutzt — Il y a utilisation multiple des unités de transmission et d'interprétation des indicatifs d'abonnés ainsi que des unités d'interprétation des signaux de sélection
- Teilnehmer — Abonné
Gabeldämpfung — Affaiblissement du terminéur
Autotelefonzentrale — Central NATEL
Steuerautomat — Dispositif automatique de commande
Rufzeichengeber — Générateur de signaux d'appel
Nachbetonung 6 dB/Oktave — Désaccentuation 6 dB/octave
Laufzeitregler — Correcteur du temps de propagation
Regelverstärker — Amplificateur réglé
Vorbetonung 6 dB/Oktave — Préaccentuation 6 dB/octave
Begrenzer — Limiteur
Vermittlungsautomat — Dispositif automatique de commutation
Steuerlogik — Logique de commande
Überwachungstongeber — Générateur de la tonalité de surveillance
Teilnehmerkennzeichengeber — Générateur de l'indicatif d'abonné
Freitongeber — Générateur de la tonalité libre
Wahlzeichenauswerter — Dispositif d'interprétation des signaux de sélection
Teilnehmerkennzeichenauswerter — Dispositif d'interprétation de l'indicatif d'abonné
Steuertonauswerter — Dispositif d'interprétation de la tonalité de commande
Überwachungstonauswerter — Dispositif d'interprétation de la tonalité de surveillance
Sperrfilter für Überwachungstöne — Filtre de blocage pour la tonalité de surveillance
Verstärker — Amplificateur
Gabelersatz — Circuit équivalent du terminéur
Rufsender — Emetteur d'appel
Fixsender — Emetteur fixe
Fixempfänger — Récepteur fixe
Mobilempfänger — Récepteur mobile
Mobilsender — Emetteur mobile
Mittlerer Hörschallpegel — Niveau moyen à la sortie de l'écouteur
Mittlerer Mikrofonschallpegel — Niveau moyen à l'entrée du microphone
Ersatzsignal für Einpegelung — Signal équivalent pour le réglage du niveau
Frequenzhub — Déviation de fréquence
Modulationsfrequenz — Fréquence de modulation
Endamt — Central terminal
Knotenamt — Central nodal



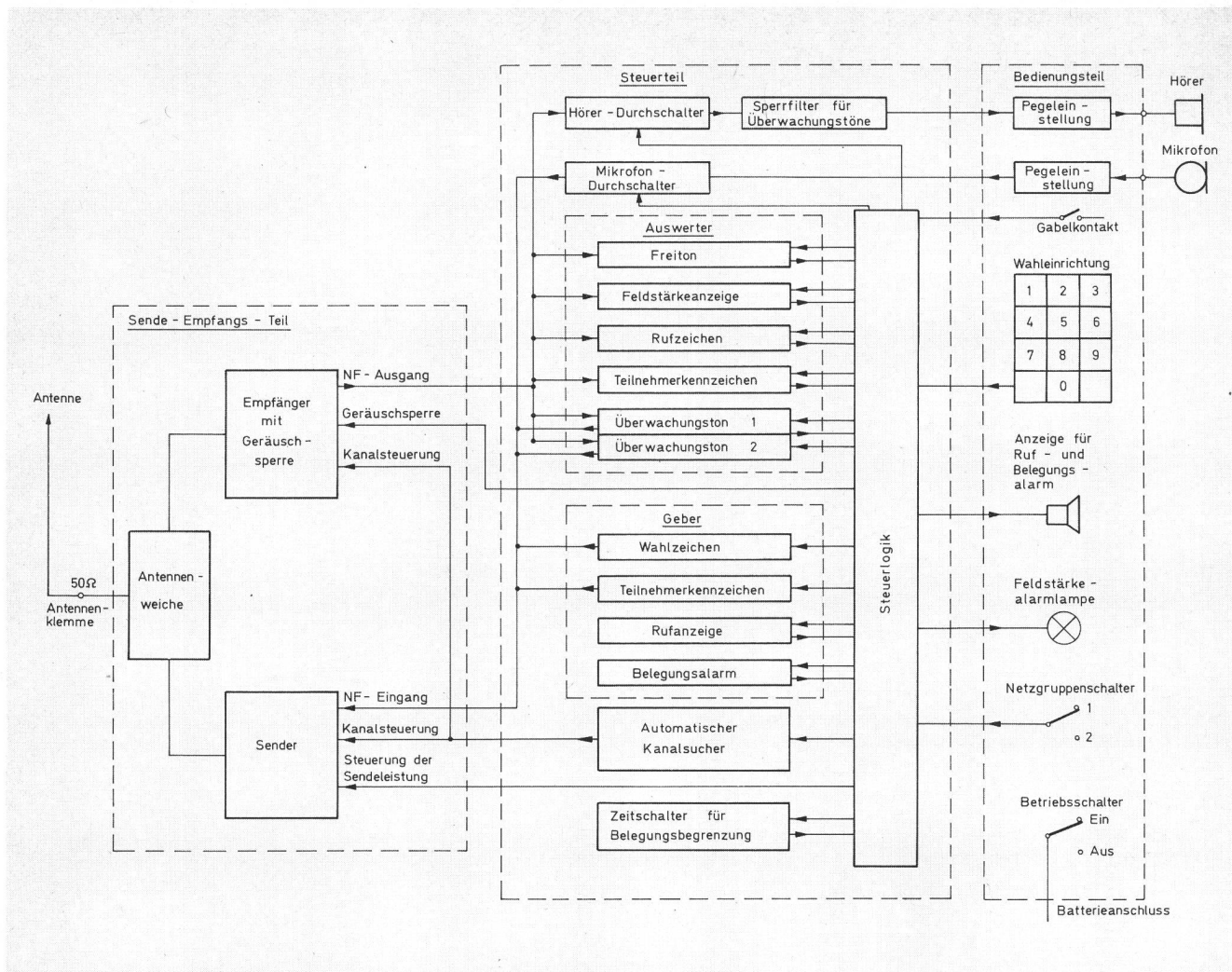


Fig. 6
Principalschema der mobilen NATEL-Station — Schéma de principe de la station mobile NATEL

- | | |
|---|---|
| Steuerteil — Module de commande | Antennenweiche — Aiguillage d'antenne |
| Hörer-Durchschalter — Connexion «écouteur» | Empfänger mit Geräuschsperre — Récepteur avec squelch |
| Sperrfilter für Überwachungstöne — Filtre de blocage pour les tonalités de surveillance | NF-Ausgang — Sortie BF |
| Mikrofon-Durchschalter — Connexion «microphone» | Geräuschsperre — Squelch |
| Auswerter — Dispositif d'interprétation | Kanalsteuerung — Commande du canal |
| Freiton — Tonalité «libre» | Sender — Emetteur |
| Feldstärkeanzeige — Indicateur de champ | NF-Eingang — Entrée BF |
| Rufzeichen — Signaux d'appel | Steuerung der Sendeleistung — Commande de la puissance d'émission |
| Teilnehmerkennzeichen — Indicatif d'abonné | Batterieanschluss — Raccordement à l'accumulateur |
| Überwachungston — Tonalité «de surveillance» | Betriebsschalter «Ein/Aus» — Interrupteur «en/hors» service |
| Geber — Générateur | Netzgruppenschalter — Commutateur de groupes de réseaux |
| Wahlzeichen — Signaux de sélection | Feldstärkealarmlampe — Lampe d'alarme «champ insuffisant» |
| Rufanzeige — Signalisation d'appel | Anzeige für Ruf- und Belegungsalarm — Signalisation pour alarme d'appel et d'occupation |
| Belegungsalarm — Alarme d'occupation | Wahleinrichtung — Clavier de sélection |
| Automatischer Kanalsucher — Chercheur automatique de canal | Gabelkontakt — Contact de fourchette |
| Zeitschalter für Belegungsbegrenzung — Temporisateur limitant l'occupation | Pegelstellung — Réglage du niveau |
| Steuerlogik — Logique de commande | Bedienungsteil — Module de service |
| Sende-Empfangs-Teil — Partie «émission-réception» | Hörer — Ecouteur |
| Antennenklemme — Borne d'antenne | Mikrofon — Microphone |

der einer Netzgruppe in einem einzigen Kanal abgestrahlt. Das Auffinden einer Fahrzeugstation wird damit problemlos.

35 Funkkanalausnutzung und automatischer Kanalsucher

Im Interesse der Frequenzökonomie ist jeder Funkkanal so gut wie möglich auszunutzen. Dies ist dann der Fall, wenn die Belegungsdauer praktisch auf die Ruf- und Gesprächsdauer beschränkt wird und wenn die Pausen zwischen den Verbindungen sehr kurz sind.

tions provenant d'autres services de radiocommunication mobiles, qui se traduisent par une commutation de canaux, ne se manifestent qu'à proximité immédiate des émetteurs, étant donné que les récepteurs du système NATEL possèdent un affaiblissement d'intermodulation et une sélectivité par rapport aux canaux adjacents supérieure à 80 dB.

Comme le montrent les observations faites en service réel, il faut, de plus, s'attendre à 2 % environ de communications affectées d'erreurs en cours d'établissement, étant entendu que la majorité de ces erreurs provient de manipulations erronées des abonnés, qui sont courantes

Das NATEL-System erfüllt diese Forderungen nahezu optimal. Ein Ruf belegt den Funkrufkanal etwa 1 s. Die Sprechkanäle bleiben unbelegt bis zum Augenblick der Gesprächsaufnahme. Etwa 1 s nach Verbindungsschluss sind die Kanäle bereits wieder verfügbar. 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 Telefonie ist es üblich, einen gewissen Ausgleich zu schaffen, indem mehrere Leitungen zur automatischen Auswahl bereitgestellt werden. Dieses Prinzip wird auch hier angewendet. In allen Gebieten stehen mehrere Funkkanäle zur Verfügung, die in der Fahrzeugstation durch einen automatischen Kanalsucher ausgewählt werden können. Dieser Kanalsucher ist eines der wichtigsten Elemente des schweizerischen Autotelefonsystems. Er schreitet in einem Schalthrhythmus von 70 ms nach vorbestimmter Reihenfolge, von Kanal zu Kanal. Jede Mobilstation ist mit allen 12 Sprechfunkkanälen ausgerüstet. Wenn in einem Kanal ein freitonmodulierter Träger eintrifft, bleibt er stehen, schaltet den mobilen Sender ein und moduliert dessen Träger mit seinem Erkennungscode. Dieser gelangt über die erfasste Fixstation in die Vermittlungszentrale, wodurch die Fixsendermodulation vom Freiton auf einen Überwachungston umschaltet. Je nachdem, ob in der Zentrale der ankommende Erkennungscode bereits markiert ist oder nicht, wird eine Leitung zum rufenden Partner durchgeschaltet, der die Markierung bewirkte, oder andernfalls die Anschaltung der Wahlvorrichtung in der öffentlichen Telefonzentrale eingeleitet.

Der automatische Kanalsucher gestattet nicht nur, die Verkehrsabwicklung und die Frequenzbandausnutzung gegenüber den sonst gebräuchlichen Systemen wesentlich zu verbessern; er erlaubt zudem, dass sich das Fahrzeug während einer Sprechverbindung innerhalb der Netzgruppe von Fixstationsbereich zu Fixstationsbereich bewegen kann, ohne dass die Verbindung unterbrochen wird. Der Sucher wird bei jedem Abheben des Mikrotels gestartet, sei es, dass der Teilnehmer gerufen worden ist oder dass er selbst einen Abonnenten wählen will. Ebenfalls in Aktion tritt er, wenn die geforderte Mindest-Übertragungsqualität unterschritten wird, beispielsweise bei geringer Feldstärke oder beim Eintreffen von Störsignalen.

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 Überwachungston unterdrückt. Dies veranlasst den Kanalsucher, auf einen ungestörten Kanal zu wechseln. Dabei wird das Gespräch in den meisten Fällen nahezu unterbruchlos über den neuen Kanal

dans le réseau téléphonique public, et de la commutation.

Dans les limites du plan de transmission, la qualité de conversation des communications NATEL correspond à celle des communications téléphoniques traditionnelles. La puissance des signaux et l'effet local sont un peu plus prononcés que dans les appareils téléphoniques habituels, si bien que les bruits ambiants plus élevés qui s'observent dans le véhicule influent moins sur la qualité de transmission.

33 Signalisation et commande

Tous les émetteurs fixes rayonnent continuellement leurs porteuses. Lorsqu'elles ne sont pas occupées par un appel ou une conversation, on les module par une tonalité «libre». Les canaux de conversation occupés sont toujours surveillés par l'émission hors bande d'un son pilote, qui part de la station fixe et y revient après avoir été relayé par la station mobile. Afin que les groupes de réseaux voisins puissent travailler sans perturbations réciproques, il est nécessaire de disposer de deux canaux d'appel. Comme on le voit sur la figure 2, ces canaux changent alternativement d'un groupe de réseaux à l'autre. On utilise aussi deux tonalités «libre» différentes, qui changent aussi d'un groupe de réseaux à l'autre de la même manière que les deux canaux d'appel. Pour diminuer le danger de perturbations réciproques provenant d'émetteurs géographiquement voisins opérant sur un même canal, on a également alterné l'attribution des tonalités de surveillance dans les zones desservies considérées. Une représentation graphique de ces fréquences ainsi que des autres critères de signalisation et de commande ressortent de la figure 4. Les figures 5 et 6 donnent de plus un aperçu de l'interfonctionnement des dispositifs de transmission et d'interprétation des signaux.

La commande des cinq groupes de réseaux radio s'effectue à l'aide des indicatifs interurbains figurant au tableau II.

Les abonnés au système NATEL possèdent des numéros à 6 chiffres, composés selon la clé 2,2,k,l,m,n, les 4 derniers chiffres caractérisant le numéro proprement dit. Ces 4 chiffres sont transposés dans le central en un code de fréquences f_k, f_l, f_m, f_n , avant la transmission par voie radioélectrique. On utilise à cet effet 4 fréquences prises dans la gamme $f_3 \dots f_{12}$. Lorsque les 2 mêmes chiffres se succèdent dans un numéro, le deuxième est remplacé par la fréquence de répétition f_{13} . Le même code de fréquences est utilisé dans le canal de conversation, en tant qu'indicatif d'abonné pour annoncer la communication, comme quittance d'occupation ou encore, comme signal de fin de conversation. Dans la direction «mobile → fixe», le code d'identification est complété par une tonalité de commande f_{14} . Celle-ci connecte au central un dispositif d'interprétation des indicatifs.

Pour la transmission des signaux de sélection dans le sens «mobile → fixe», on se sert du système du code à 2 fréquences, normalisé par le CCITT sur le plan international. Chaque chiffre est formé par l'envoi simultané de 2 fréquences prises parmi la gamme $f_4 \dots f_{11}$, dès que l'abonné appuie sur la touche correspondante du clavier. La durée maximale d'une impulsion est limitée à 90 ms, pour que soit évité l'envoi de chiffres doubles.

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.

4 Verbindungsabwicklung

41 Verbindungsaufbau von «Fix nach Mobil»

Ein Telefonabonnent wünscht, von einer Teilnehmerstation des öffentlichen Netzes aus, ein Gespräch mit einem mobilen Teilnehmer zu führen. Er hebt sein Mikrotelefon ab und wählt, wie bei einem Ferngespräch, eine 9stellige Ziffer. Mit den drei ersten wird (gemäss 33) die Autotelefonnetzgruppe angesteuert, über die der Ruf stattfinden soll. In der angesteuerten Zentrale wird die Teilnehmernummer in den Rufcode umgewandelt. Dieser wird gleichzeitig über alle Rufsender der betreffenden Netzgruppe ausgestrahlt. Um die Rufsicherheit zu erhöhen, wird der Ruf einmal wiederholt. Unmittelbar nach der Nummernaufnahme in ein Rufregister wird der währende Teilnehmer für den gewählten mobilen Teilnehmer in der Zentrale markiert. Damit er den Eindruck eines üblichen Rufvorganges erhält, wird der Anschluss gleichzeitig mit dem normalen Telefonrufsignal belegt. In dieser Position verbleibt er, bis vom mobilen Teilnehmer her der Schleifenschluss erfolgt. Wenn dies nicht innerhalb von etwa zwei Minuten der Fall ist, wird die Verbindung unterbrochen; der wartende Teilnehmer erhält Besetztton.

Auf der mobilen Seite geschieht folgendes: Alle Stationen, über die im Augenblick kein Gespräch geführt wird, stehen im Rufkanal der betreffenden Netzgruppe auf Empfang. Jede Station besitzt einen Rufauswerter, der seinem zugewiesenen Code entspricht. Wenn dieser aufgenommen wird, erfolgt eine akustische und optische Anzeige. Der Teilnehmer hebt nun sein Mikrotelefon ab, damit gibt er den automatischen Kanalwähler frei. Dieser sucht den nächsten freien Sprechkanal, der durch die Freitonmodulation gekennzeichnet ist. Der Empfang des Freitones bewirkt, dass der mobile Sender automatisch über den zugehörigen Senderkanal seinen Kenncode an die Fixstation zurücksendet. Dieser gelangt vom angesteuerten Senderempfänger über die Modulationsleitung in die Zentrale, die gerufen hat. Dort bewirkt die Codeauswertung eine Umschaltung vom Freiton- auf den Überwachungstongebener. Gleichzeitig wird das Kennzeichen zur Verhinderung von Doppelbelegungen in die Mobilstation zurück übertragen und geprüft, ob für den betreffenden Teilnehmer ein Anruf markiert ist. Wenn ja, erfolgt die Zusammenschaltung mit dem wartenden Abonnenten im öffentlichen Netz.

Der entstandene Schleifenschluss leitet wie üblich die Taxierung ein. Die Gesprächsdauer ist auf drei Minuten begrenzt.

42 Verbindungsaufbau von «Mobil nach Fix»

Ein mobiler Teilnehmer wünscht eine Telefonverbindung mit einem Abonnenten des öffentlichen Telefonnetzes oder mit einem andern mobilen Teilnehmer. Er hebt sein Mikrotelefon ab. Dadurch setzt er den automa-

34 Comment atteindre les stations mobiles

Dans de nombreux systèmes de radiotéléphones mobiles, la transmission des appels aux abonnés mobiles pose un sérieux problème. La solution adoptée en Suisse consiste à envoyer simultanément l'appel sur tous les émetteurs d'appel d'un groupe de réseaux sur un seul canal. Atteindre les stations mobiles ne cause de ce fait aucune difficulté.

35 Utilisation optimale des canaux radio et chercheur automatique de canal

Pour utiliser au mieux les fréquences disponibles, il importe d'occuper chaque canal radio d'une manière aussi efficace que possible. Tel est le cas, lorsque la durée d'occupation se limite pratiquement à la durée de l'appel et de la conversation et que les pauses entre les communications sont très courtes.

Le système NATEL remplit ces conditions de façon presque idéale. Un appel occupe le canal d'appel radio pendant environ une seconde; les canaux de conversation restent inoccupés jusqu'au début de la conversation. Environ une seconde après la fin de la communication, les canaux sont à nouveau disponibles. Cette occupation pratiquement ininterrompue du canal d'appel est réalisée au moyen d'un dispositif de mémorisation des appels. Il est évident que les conversations ne peuvent être mémorisées et transmises successivement. En téléphonie, il est courant de prévoir plusieurs lignes pouvant être choisies automatiquement, ce qui crée une certaine compensation. Ce principe est aussi utilisé dans le système NATEL. Dans tous les secteurs, on dispose de plusieurs canaux radio, que le chercheur automatique de canal des stations de véhicules peut choisir. Ce chercheur de canal est l'un des éléments les plus importants du système suisse de radiotéléphones mobiles. Il avance pas à pas d'un canal à l'autre à un rythme de commutation de 70 ms, selon une succession prédéterminée. Chaque station mobile est équipée de l'ensemble des 12 canaux radio. Lorsqu'une porteuse modulée par la tonalité «libre» occupe un canal, le chercheur s'arrête, enclenche l'émetteur mobile et module sa porteuse au moyen du code d'identification propre au véhicule. Ce code parvient au central de commutation, par l'intermédiaire de la station fixe qui l'a intercepté, ce qui provoque le passage de la modulation de l'émetteur fixe de la tonalité «libre» à la tonalité «de surveillance». Deux situations peuvent se présenter au central: si le code d'identification arrivant est déjà marqué, un circuit est connecté en direction du correspondant appelant, qui avait provoqué le marquage; dans le cas contraire, le dispositif de sélection du central téléphonique public est connecté.

Le chercheur automatique de canal ne permet pas seulement d'améliorer sensiblement l'écoulement du trafic et l'utilisation du spectre des fréquences par rapport à d'autres systèmes usuels. Le véhicule peut aussi se déplacer pendant une communication à l'intérieur du groupe de réseaux, de la zone desservie par une station fixe à la zone desservie par une autre station fixe, sans que la liaison soit interrompue. Le chercheur démarre chaque fois qu'on soulève le microtéléphone, que ce soit lorsqu'on veut répondre à un appel ou composer un numéro d'abonné. Il entre aussi en action lorsque la

tischen Kanalsucher in Betrieb. Es wiederholt sich der gleiche Vorgang wie beim Verbindungsaufbau von «Fix nach Mobil» bis zur Übertragung der Kennzeichen in beiden Richtungen. In der Zentrale ist diesmal jedoch kein Anruf markiert. Demzufolge wird dem mobilen Teilnehmer der Summton aus der öffentlichen Telefonzentrale als Zeichen übermittelt, so dass er mit der Nummernwahl beginnen kann.

Der weitere Verbindungsaufbau ist gleich wie im normalen Telefonnetz. Nach erfolgtem Schlaufenschluss beginnt in der Autotelefonzentrale die Taxierung auf Magnetband. Es bleibt noch darauf hinzuweisen, dass auch in dieser Richtung eine Gesprächsbegrenzung von drei Minuten eingesetzt ist.

43 Verbindungsabbau

Der Verbindungsabbau und die Schlusszählung werden, wie in der Telefonie üblich, durch den Schlaufenunterbruch eingeleitet, und zwar:

- wenn der mobile Teilnehmer sein Mikrotelefon auflegt oder durch die 3-Minuten-Gesprächsbegrenzung. Zur Markierung des Verbindungsendes wird der Kenncode als Schlusszeichen zur Zentrale übertragen und der Mobilsender ausgeschaltet. In der Zentrale wird die Sendermodulation vom Überwachungston auf den Freiton gewechselt
- wenn sich das Fahrzeug länger als 30 s in Zonen mit ungenügender Feldstärke aufhält

Für den Fall, dass der mobile Teilnehmer vergessen sollte, sein Mikrotelefon einzuhängen, schaltet sich der mobile Sender vier Minuten nach Beginn automatisch aus.

44 Übertritt in eine andere Netzgruppe

Beim Übertritt von einer Netzgruppe in eine andere hat der Fahrer gleichzeitig den Rufkanal- und die Freitonauswertung umzuschalten. Wenn er einen Rufbereich verlässt, oder genauer gesagt, wenn die Feldstärke des Rufbereiches einen Mindestwert unterschreitet, wird der Fahrer durch eine Alarmanzeige aufmerksam gemacht: «Bitte umschalten; sie sind in eine andere Netzgruppe eingefahren!» Der Alarm wird bei einer mittleren Feldstärke von etwa $1,5 \mu\text{V/m}$ ausgelöst.

5 Schlussbemerkung

Das beschriebene NATEL-System ist seit einem Jahr betriebsmässig eingesetzt. Die drei Netzgruppen Zürich, Bern und Lausanne sind in Funktion. Der Rest des Netzes wird nach Eröffnung der Teilnetze St.Gallen und Lugano anfangs 1980 verwirklicht. Über die ersten Betriebserfahrungen wird in dieser Nummer, S. 247...252, berichtet.

Bibliographie

- [1] Wey E. Das schweizerische Autotelefonssystem. Bern, Techn. Mitt. PTT 48 (1970) Nr. 9, S. 367...380.
- [2] Wey E. Der mobile Ruf- und Sprechfunk. Bern/Stuttgart, Hallwag-Verlag (1972), Blaue TR-Reihe, Heft Nr. 107.
- [3] Grüssi O. und König P. Funkversorgung in Strassentunnels. Bern, Techn. Mitt. PTT (1977) Nr. 10, S. 436...445.
- [4] Pflichtenhefte für das nationale Autotelefonnetz PTT 839.24 und PTT 839.25, IV. 1976 (NATEL).

qualität de transmission minimale exigée n'est pas atteinte, par exemple lorsque le champ est trop faible ou lors de l'apparition de signaux perturbateurs.

Même si l'on dispose d'un excellent plan de réseaux, on ne peut éviter que le signal utile soit parfois brouillé par des signaux perturbateurs. Il peut, en l'occurrence, s'agir de perturbations provenant d'émetteurs éloignés opérant sur le même canal ou de perturbations d'émetteurs voisins et rayonnant à l'extérieur du canal utile. Tel peut être le cas lorsque la sélectivité, la résistance à l'intermodulation ou l'atténuation par rapport aux canaux adjacents est insuffisante ou encore lorsque les spectres de modulation ou de bruit des émetteurs brouilleurs sont trop larges. Il s'agit dans chaque cas de perturbations auxquelles on peut parer par un changement de canal. Dans le système décrit, le chercheur de canal accompli automatiquement cette tâche. Dès qu'une perturbation se présente, la tonalité «de surveillance» est supprimée. Il en résulte que le chercheur de canal passe à un canal non perturbé, la conversation pouvant dans la plupart des cas être poursuivie pratiquement sans interruption sur le nouveau canal. Le canal quitté est aussitôt libéré. Il est de ce fait remis à la disposition des abonnés qui se déplacent dans la zone desservie non perturbée. En règle générale, les perturbations se limitent à des secteurs très localisés. Vu que ce ne sont pas les mêmes canaux qui sont perturbés dans les diverses régions, on peut affirmer que le trafic et l'utilisation des canaux ne sont pratiquement pas influencés par des brouilleurs à effet sélectif.

4 Déroulement d'une communication

41 Etablissement de la communication entre la station fixe et la station mobile

Supposons qu'un abonné au téléphone désire établir une communication avec un abonné du réseau NATEL, par l'intermédiaire d'un appareil téléphonique du réseau public. Après avoir soulevé le microtéléphone, il compose un numéro à 9 chiffres, comme dans le cas d'une communication interurbaine. Les 3 premiers chiffres (selon 33) transmettent des ordres de commande au groupe de réseaux NATEL, par l'intermédiaire duquel l'appel sera généré. Au central sélectionné, le numéro d'abonné est converti en un code d'appel. Celui-ci est rayonné simultanément par tous les émetteurs d'appel du groupe de réseaux correspondant. Pour être certain d'atteindre l'abonné concerné, on répète plusieurs fois l'appel. Dès que l'abonné appelant a commencé à numéroter, les chiffres sont marqués au central dans un enregistreur d'appels à l'intention de l'abonné appelé. Afin que l'appelant ait l'impression d'une procédure d'appel ordinaire, son raccordement reçoit la tonalité d'appel normale du téléphone. Il reste dans cette position jusqu'à ce que l'abonné de l'équipement mobile soit entré dans la communication (fermeture de boucle). Si tel n'est pas le cas dans un délai de 2 minutes, la communication est rompue; l'abonné appelant reçoit la tonalité d'occupation.

Du côté des abonnés mobiles, la situation se présente ainsi: toutes les stations par l'intermédiaire desquelles aucune communication n'est écoulée sont en position de réception sur le canal d'appel du groupe de réseaux correspondant. Chaque station possède un dispositif

d'interprétation des appels, qui correspond à un code qui lui est attribué. Si ce code est capté, une signalisation optique et acoustique est déclenchée. En soulevant son microtéléphone, l'abonné de l'équipement mobile libère à nouveau le chercheur automatique de canal. Ce dernier cherche le canal de conversation libre le plus proche, qui est caractérisé par la présence d'une modulation de tonalité «libre». La réception de cette dernière provoque aussitôt l'émission automatique par l'émetteur de la station mobile du code d'identification du véhicule considéré à la station fixe. Ce code est alors transmis au central qui a appelé par l'équipement émetteur-récepteur fixe via la ligne de modulation. Au central, le dispositif d'interprétation du code fait passer le transmetteur de la tonalité «libre» à la tonalité «de surveillance». Simultanément, l'indicatif est retransmis à la station mobile, pour qu'une double occupation soit évitée et il est vérifié si un appel est marqué pour l'abonné entrant en considération. Dans l'affirmative, l'abonné appelant du réseau téléphonique public est connecté au circuit de l'abonné mobile.

La taxation débute comme d'habitude au moment de la fermeture de la boucle, la durée de la conversation étant limitée à 3 minutes.

42 Etablissement de la communication entre la station mobile et la station fixe

Supposons qu'un abonné mobile désire établir une communication téléphonique avec un abonné au réseau téléphonique public ou avec un autre abonné mobile. Il soulève son microtéléphone, ce qui fait démarrer le chercheur de canal automatique. Le même processus que celui qui a été décrit sous le chapitre de l'établissement des communications entre la station fixe et la station mobile se répète jusqu'à la transmission de l'indicatif dans les deux directions. Au central, aucun appel n'est toutefois marqué dans un enregistreur. Par conséquent, l'abonné mobile reçoit le son musical à partir du central téléphonique public, en tant qu'invitation à numéroter.

La suite de l'établissement de la communication est la même que dans le réseau téléphonique classique. Après la fermeture de la boucle, le central de radiotéléphones mobiles procède à la taxation à l'aide d'un enregistreur sur bande magnétique. Il convient de relever que

dans ce sens également la durée des conversations est limitée à 3 minutes.

43 Libération de la communication

Comme cela est usuel en téléphonie, l'interruption de la boucle conduit à la libération de la communication et à la fin de la taxation. La libération de la communication se produit dans deux cas, à savoir:

- lorsque l'abonné mobile repose son microtéléphone ou à la fin de la limitation de durée de conversation de 3 minutes. Pour marquer la fin de la communication, on transmet le code d'identification au central en tant que signal de fin, après quoi l'émetteur mobile est déclenché. Cette émission conduit au central au passage de la modulation de l'émetteur de la tonalité «de surveillance» à la tonalité «libre»
- lorsque le véhicule reste plus de 30 secondes dans une zone, où le champ est insuffisant

Si l'abonné mobile devait oublier de raccrocher son microtéléphone, l'émetteur mobile se déconnecte 4 minutes après le début de son fonctionnement.

44 Passage dans un autre groupe de réseaux

Lorsque le conducteur d'une station mobile passe d'un groupe de réseaux à un autre, il doit commuter simultanément le dispositif d'interprétation du canal d'appel et de la tonalité «libre». Lorsque le conducteur quitte une zone d'appel, ou, plus précisément, si le champ de l'émetteur d'appel d'une zone diminue au-dessous d'une valeur minimale, une signalisation d'alarme avertit l'intéressé. De plus, il est invité à faire le nécessaire par la diffusion du texte suivant: «Veuillez commuter, s'il vous plaît, vous avez pénétré dans un autre groupe de réseaux!» Cette alarme est déclenchée à un champ moyen d'environ 1,5 $\mu\text{V}/\text{m}$.

5 Conclusions

Le système NATEL décrit est opérationnel depuis une année. Les trois groupes de réseaux de Zurich, Berne et Lausanne sont en service. Le reste du réseau entrera en fonction au début de 1980, après l'inauguration des réseaux partiels de St-Gall et de Lugano.