

<b>Zeitschrift:</b>	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 telegraфи svizzeri
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe
<b>Band:</b>	65 (1987)
<b>Heft:</b>	10-11
<b>Artikel:</b>	Natel C : das neue Mobiltelefonsystem in der Schweiz = Natel C : il nuovo sistema di telefonia mobile in Svizzera
<b>Autor:</b>	Müller, Fritz
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-874827">https://doi.org/10.5169/seals-874827</a>

### **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:** 10.01.2026

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

# Natel C, das neue Mobiltelefonsystem in der Schweiz

## Natel C, il nuovo sistema di telefonia mobile in Svizzera

Fritz MÜLLER<sup>1</sup>, Bern

### Einleitung

Mehr Mobilität auch beim Telefonieren – diesem Wunsch vieler Leute kommen die nationalen Autotelefonnetze (Natel) optimal entgegen. So kann der Natel-Abonnent beispielsweise vom fahrenden Auto aus Telefonverbindungen weltweit herstellen und auch unterwegs Telefonanrufe empfangen. Das erste Natel-Netz (A-Netz) wurde von 1978 an aufgebaut und erschliesst heute den Grossteil der bewohnten Schweiz. Infolge der unerwartet starken Nachfrage nach Natel-Anschlüssen wurde 1982 mit dem Aufbau eines zweiten Netzes (B-Netz) mit der gleichen Versorgungsüberdeckung begonnen. Um kurzfristig im Grossraum Zürich den Bedarf zu decken, ist dort im Oktober 1982 zusätzlich ein Regionalnetz eingeschaltet worden. Alle drei Netze arbeiten im 160-MHz-Bereich und haben zusammen eine Kapazität von rund 14 000 Anschlüssen.

Diese Natel-Systeme sind seit einiger Zeit in den Hauptverkehrsstunden mehr oder weniger überlastet, so dass Anschlussstopps verfügt werden mussten. 1984 beschlossen die schweizerischen PTT-Betriebe, ein neues, leistungsfähiges Mobiltelefonsystem, Natel C, einzuführen. Dazu sollte ein international bewährtes System gewählt werden, wobei ein gemeinsames, mindestens zentraleuropäisch gemeinsames System leider nicht gefunden werden konnte. Die Schweiz entschied sich in der Folge für das NMT-System (*nordic mobile telephone*) im 900-MHz-Band, das im 450-MHz-Band bereits in mehreren europäischen Ländern in Betrieb steht (Fig. 1).

### Allgemeines zum Natel C

Natel C ist primär nicht ein Autotelefon-, sondern ein allgemeines Telefonnetz für mobile (auch tragbare) Apparate. Es wird in der Schweiz gemäss den NMT-900-Spezifikationen verwirklicht und basiert auf dem in den nordischen Staaten als NMT 450 eingeführten bzw. dort als Weiterentwicklung NMT 900 zurzeit in Einführung begriffenen, bewährten und stabilen System. Grundsätzliche und technologische Probleme sind deshalb nicht zu erwarten.

Die Einführung von Natel C in der Schweiz erfolgt phasenweise. Bis zum Jahreswechsel 1989/90 ist eine Teilnehmer-Anschlusskapazität für rund 100 000 Teilnehmer sowie eine Funküberdeckung von etwa 98 % der bevölkerten Schweiz geplant.

Natel C bietet gegenüber Natel A und B eine Reihe von Vorteilen:

### Introduzione

Maggior mobilità anche nel telefonare – un desiderio ormai comune che, con le reti telefoniche nazionali per le automobili (Natel), può essere soddisfatto in modo ottimale. L'abbonato al Natel infatti può stabilire comunicazioni telefoniche con tutto il mondo dal veicolo in movimento e ricevere telefonate durante il viaggio. La prima rete Natel (Natel A), costruita a partire dal 1978, copre oggi la maggior parte del territorio svizzero abitato. Nel 1982, a causa della forte e inaspettata richiesta di collegamenti Natel, si è dato inizio alla costruzione di una seconda rete (rete B) con la stessa zona di copertura della prima. Inoltre, per soddisfare alle elevate esigenze della grande area attorno a Zurigo, nell'ottobre 1982 è stata creata in questa zona una rete regionale. Le tre reti operano nella banda dei 160 MHz, con una capacità complessiva attorno ai 14 000 collegamenti.

Da qualche tempo nelle ore di punta questi sistemi Natel sono spesso sovraccarichi, per cui si è dovuto decretare il blocco dei collegamenti. Nel 1984, l'Azienda svizzera delle PTT ha deciso di introdurre un sistema di telefonia mobile più capace (Natel C). Occorreva scegliere un sistema già affermato sul piano internazionale, purtroppo però non è stato possibile trovare un sistema comune in Europa, neppure limitato all'Europa centrale. Si è quindi deciso di adottare il sistema NMT (*nordic mobile telephone*) nella banda dei 900 MHz, già in funzione in diversi paesi europei nella banda dei 450 MHz (fig. 1).

### Caratteristiche generali del Natel C

Il Natel C non è una rete telefonica solo per le automobili, ma una rete telefonica generale per apparecchi mobili (portatili). In Svizzera il sistema viene realizzato secondo le specifiche NMT 900; esso si basa su un sistema impiegato con successo nei paesi scandinavi, dapprima quale sistema NMT 450 e, di prossima introduzione, ulteriormente sviluppato, quale sistema NMT 900. Pertanto questo sistema non dovrebbe creare problemi di principio o tecnici.

L'introduzione del Natel C in Svizzera avverrà a fasi. Entro la fine del 1989 il sistema dovrebbe avere una capacità attorno ai 100 000 abbonati e coprire il 98 % del territorio svizzero abitato.

Rispetto al Natel A e B, il Natel C offre una serie di vantaggi:

- una maggior capacità di collegamenti d'utente (circa 300 000)

<sup>1</sup> Chef der Sektion Teilnehmeranlagen und Projektleiter für Natel C bei der Generaldirektion PTT

<sup>1</sup> Capo della Sezione impianti d'abbonato e del progetto Natel C presso la Direzione generale delle PTT

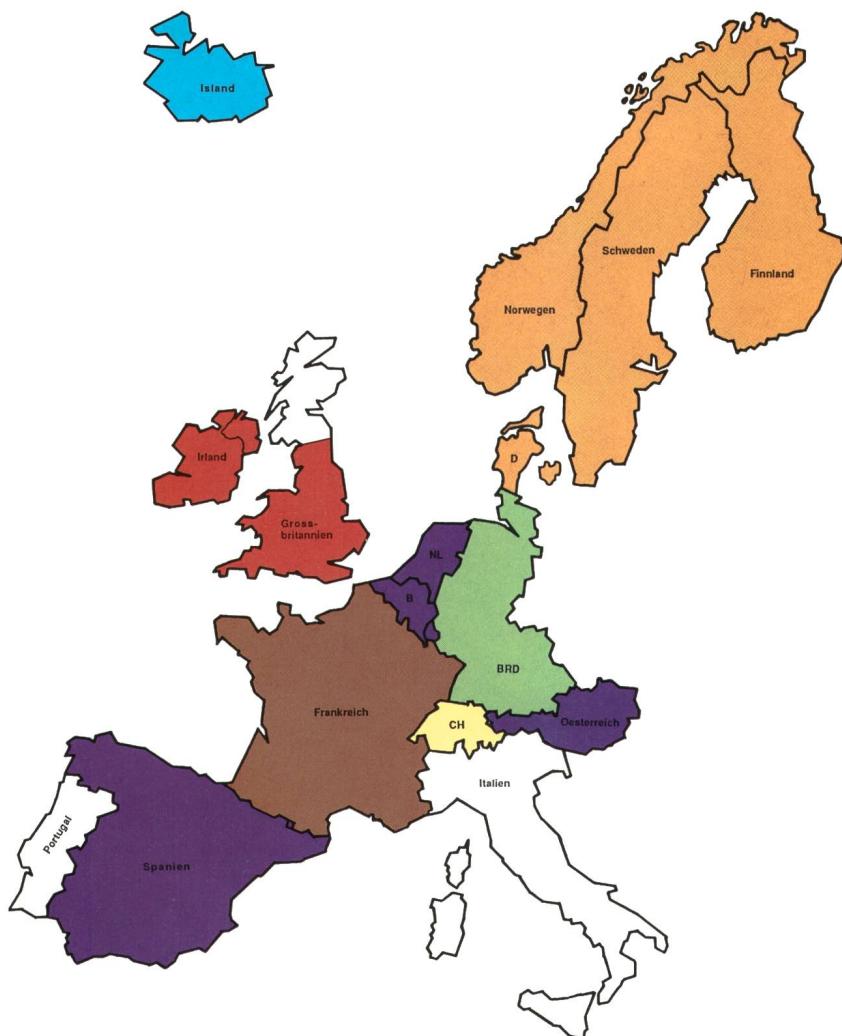


Fig. 1

Verbreitung der Mobiltelefonsysteme in Europa  
Diffusione dei sistemi di telefonia mobile in Europa

NMT 450 + NMT 990 1987	NMT 450 Mod. 1984
NMT 900 1987	TACS (900) 1985
NMT 450	Radiocom 2000
NET-C (450)	

- grosse Teilnehmer-Anschlusskapazität (ausbaubar bis etwa 300 000 Anschlüsse)
- keine Gesprächszeitbeschränkung
- der mobile Teilnehmer kann überall in der versorgten Schweiz mit derselben Rufnummer erreicht werden (Fernkennzahl 077); der Anrufer braucht somit den Standort des Mobilteilnehmers nicht zu kennen
- kein Unterbruch des Gesprächs bei Zellenwechsel oder Übertritt von einem Teilnetz ins andere
- Datenübertragung (bis 2400 bit/s) möglich
- neue Teilnehmerdienste möglich.

Einschränkungen sind:

- die Verbindung kann wegen ungünstiger Geländeverhältnisse abbrechen oder gar nicht zustandekommen
- das Gesprächsgeheimnis ist auf der Funkstrecke nicht gewährleistet
- die Versorgung von Handheld-Geräten ist nicht überall sichergestellt.

- la durata di conversazione non è limitata
- l'utente mobile può essere raggiunto su tutto il territorio svizzero con lo stesso numero di chiamata (prefisso 077); il chiamante non deve cioè conoscere la posizione del chiamato
- la conversazione non è interrotta in caso di spostamento da una cella all'altra o in caso di passaggio da una rete settoriale all'altra
- la trasmissione di dati (fino a 2400 bit/s)
- servizi speciali per l'utente.

Gli svantaggi sono:

- l'interruzione della comunicazione o addirittura l'impossibilità di stabilire la comunicazione in caso di condizioni topografiche sfavorevoli
- la segretezza della comunicazione sulla tratta radio-elettrica non è garantita
- la fornitura di apparecchi handheld non è assicurata in modo capillare.

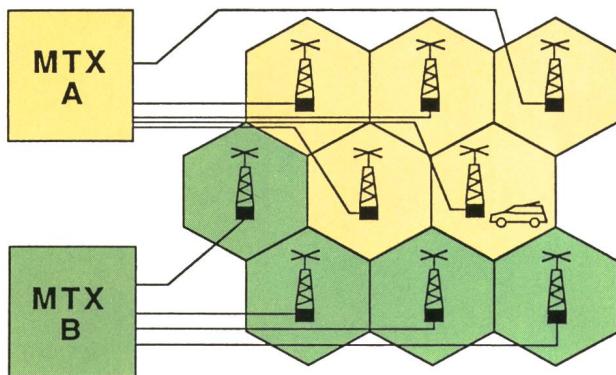


Fig. 2  
Zellentechnik des Nordic-Mobile-Telephone-Systems  
Tecnica a celle del sistema «Nordisk Mobile Telephone»  
MTX Mobiltelefonzentrale –  
Centrale di telefonia mobile

### Konzept und Netzstruktur

Natel C hat eine zellulare Netzstruktur (Fig. 2) und arbeitet als analoges, schmalbandiges System im 900-MHz-Band mit 600 Kanälen in einem 25-kHz-Raster und weiteren 600 Kanälen mit gleichem Raster, die um 12,5 kHz versetzt sind. Dank der «Wabenanordnung» ist dieses System wesentlich leistungsfähiger als frühere, da diese Netzstruktur die Wiederholung gleicher Frequenzen in kürzeren Abständen zulässt. Anstelle einer einzigen regionalen Basisstation der bisherigen Netze (die die Si-

### Piano e struttura della rete

Il Natel C, la cui rete ha una struttura a celle (fig. 2), lavora, quale sistema analogico a banda stretta, nella banda dei 900 MHz con 600 canali con spaziatura di 25 kHz e con ulteriori 600 canali con la stessa spaziatura, ma spostati di 12,5 kHz. Questo sistema è assai più capace dei precedenti perché, data la sua struttura a celle, consente l'impiego delle stesse frequenze a distanze inferiori. Al posto dell'unica stazione base regionale delle reti attuali (che lavora bene con i segnali vicini, ma in modo insufficiente con quelli distanti) vengono costruite numerose stazioni più deboli le cui zone di copertura confluiscano l'una nell'altra senza interruzioni. Nelle aree pianeggianti le celle possono avere forma esagonale e susseguirsi senza lasciare spazi vuoti. Nel caso ideale i 600 (risp. 1200) canali sono distribuiti su un reticolato a gruppi di 7 celle. I canali assegnati a un numero di celle possono essere riutilizzati già nel prossimo gruppo di sette celle.

Inizialmente la Svizzera viene suddivisa in quattro reti settoriali che, con il crescere del numero di abbonati, potranno aumentare fino a otto (fig. 3). Ogni rete settoriale (fig. 4) si compone di:

- una centrale di commutazione digitale MTX (mobile telephone exchange)
- linee in entrata e in uscita da/verso la rete telefonica pubblica attraverso la centrale di transito regionale

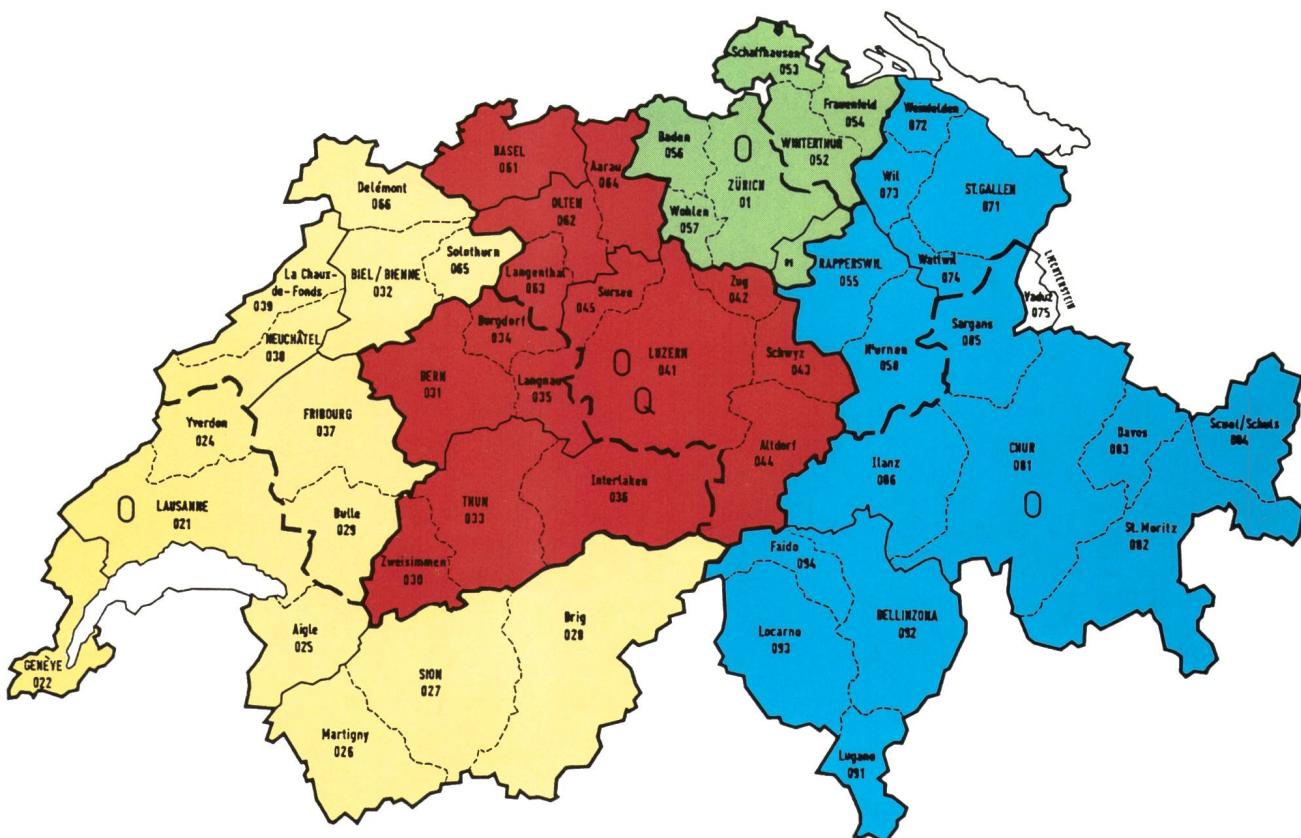


Fig. 3  
Aufteilung der Schweiz in die vier Natel-C-Teilnetze (feste Umrandung) und die vier später einzuführenden zusätzlichen Teilbereiche (gestrichelte Begrenzung) mit je einer MTX-Zentrale und dem Überwachungszentrum in Luzern  
Suddivisione del territorio svizzero in quattro reti settoriali Natel C (linea fissa) e in ulteriori quattro reti settoriali da introdurre in un secondo tempo (linea tratteggiata); le centrali MTX e il centro di supervisione di Lucerna

- O MTX Mobiltelefonzentrale  
Centrale di telefonia mobile
- Q OMC Bedien- und Unterhaltszentrum  
Centro di gestione e manutenzione

- Teilnetzgrenze  
Limite rete settoriale
- MTX Bereichsgrenze  
Limite area MTX

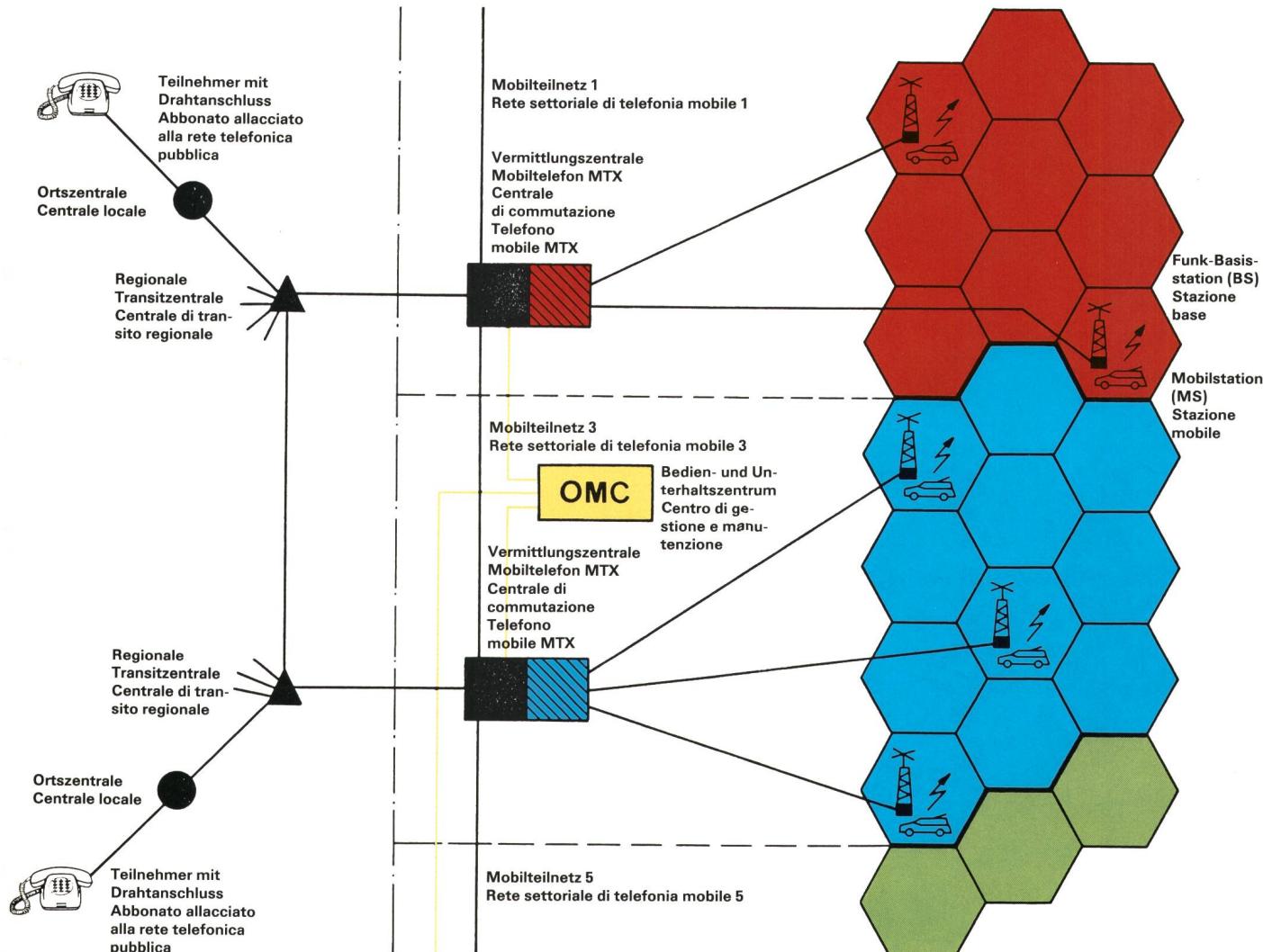


Fig. 4  
Netzaufbau von Natel C  
Struttura della rete Natel C

gnale im Nahbereich zwar gut, im Grenzbereich aber nur noch ungenügend verarbeiten kann), wird eine Vielzahl schwächerer Stationen gebaut, deren Reichweiten nahtlos ineinander übergehen. Im flachen Gelände können die Zellen hexagonale Form haben und lückenlos aneinander gereiht werden. Im Idealfall sind die 600 (bzw. 1200) Kanäle auf einen Zellenraster mit je sieben Zellen verteilbar. Die einer Zellennummer zugewiesenen Kanäle können bereits im nächsten 7er Raster wiederholt werden.

Die Schweiz wird vorerst in vier und später, entsprechend der Teilnehmerentwicklung, in bis zu acht Teilnetze aufgeteilt (Fig. 3). Zu einem Teilnetz (Fig. 4) gehören die:

- digitale Vermittlungsstelle MTX (mobile telephone exchange)
- ankommenden und abgehenden Leitungen vom/zum öffentlichen Telefonnetz über die regionale Transitzentrale
- Verbindungsleitungen zu anderen MTX sowie dem Bedien- und Unterhaltszentrum OMC (operation and maintenance center)

- linee di giunzione verso altre centrali MTX e verso il centro di gestione e manutenzione (operation- and maintenance center)
- linee di giunzione verso la stazione base (BS)
- stazioni base.

All'interno della rete Natel C gli utenti mobili possono essere raggiunti con il prefisso 077 e il numero di 6 cifre dell'abbonato. La prima cifra del numero dell'abbonato serve a stabilire l'accesso diretto alla centrale di commutazione digitale che fa al caso.

Il centro di gestione e manutenzione (OMC) a Lucerna serve alla sorveglianza di tutto il sistema (fig. 5).

Per il traffico tra le diverse celle o i diversi settori, cosiddetto traffico roaming (fig. 6), ogni centrale MTX è interconnessa con le altre centrali mediante linee. Ogni utente riceve un numero di chiamata con il quale è attribuito, quale abbonato, a una determinata centrale MTX. Quando abbandona l'area della sua centrale d'origine, la stazione mobile si annuncia sul canale di chiamata alla nuova centrale MTX. Quest'ultima, accertatasi che non si tratta di un proprio abbonato, lo registra quale abbonato ospite. Nel contempo chiede i dati dell'abbonato nel registro d'origine e li immette nel registro degli

- Verbindungsleitungen zu den Basisstationen (BS)
- Basisstationen.

Im gesamten Natel-C-Netz können die Mobilteilnehmer über die Fernkennziffer 077 und eine sechsstellige Teilnehmernummer erreicht werden. Mit der ersten Ziffer der Teilnehmernummer ist der direkte Zugang auf die zuständige Vermittlungszentrale MTX bestimmt.

Das Bedien- und Unterhaltszentrum (OMC) in Luzern dient der Überwachung des gesamten Systems (Fig. 5).

Jede MTX-Zentrale ist mit jeder andern über Leitungen für den eine Zelle oder ein Teilgebiet übertretenden, sog. Roaming-Verkehr verbunden (Fig. 6). Mit der zugeordneten Rufnummer ist jeder Teilnehmer einer bestimmten MTX als Abonnent zugeordnet. Verlässt die Mobilstation das Gebiet ihrer Heimatzentrale, meldet sie sich über den Rufkanal der neuen MTX. Diese stellt fest, dass es kein eigener Teilnehmer ist und nimmt ihn als Gast auf. Gleichzeitig fragt sie im Heimatregister die Teilnehmerdaten ab und trägt diese im Besuchsregister des aktuellen Bedienbereiches ein (updating). Wird nun dieser Mobilteilnehmer angerufen, so gelangt der Anruf vorerst auf seine Heim-MTX. Diese stellt fest, dass er sich in einer anderen MTX eingebucht hat und leitet den Anruf über eine feste Verbindungsleitung zur Gastzentrale um. Damit ist, unbekümmert des augenblicklichen Aufenthaltsortes eines Mobilteilnehmers, jederzeit seine rasche Erreichbarkeit gewährleistet.

Die Qualität der Funkverbindung wird während des Gesprächs laufend überwacht. Sinkt sie unter ein vorgesehenes Niveau, so startet die MTX ein Messprogramm, das die Signalqualität der Mobilstation mit allen benachbarten Basisstationen überprüft. Die MTX schaltet daraufhin das Gespräch auf einen freien Kanal in jener Zelle mit dem besten Signal um. Dieses «handover» funktioniert vorderhand nur innerhalb des gleichen MTX-Bedienbereiches.

ospiti della nuova area di servizio (updating). Se questo utente mobile viene chiamato, la chiamata giunge dapprima alla sua centrale d'origine. Questa, stabilito che egli è registrato sotto un'altra centrale, inoltra la chiamata su una linea di giunzione fissa alla centrale ospitante. In questo modo è assicurata costantemente la rapida reperibilità dell'abbonato in ogni punto della rete.

Durante la conversazione, la qualità del collegamento radioelettrico è costantemente sotto controllo. Se la qualità scende al di sotto di una soglia critica prefissata, la centrale MTX avvia un programma di misure per controllare la qualità dei segnali della stazione mobile con le stazioni base vicine. La centrale MTX commuta quindi la conversazione su un canale libero della cella con il segnale di qualità migliore. Per il momento questo sistema, denominato «handover», funziona solo all'interno dell'area di servizio di una MTX.

Nella prima fase d'estensione, le prime quattro centrali di commutazione (MTX 1, 3, 5 e 7) saranno in grado di servire circa 100 000 abbonati in tutta la Svizzera. Lato commutazione, ogni centrale può essere estesa fino a un massimo di 40 000 abbonati. In caso di incremento dell'utenza, l'ulteriore estensione è pertanto assicurata.

Per le quattro centrali MTX e per l'OMC sono state fissate le seguenti ubicazioni:

OMC Lucerna (centro di gestione e manutenzione del sistema)  
 MTX 1 Losanna  
 MTX 3 Lucerna  
 MTX 5 Zurigo/Herdern  
 MTX 7 Coira.

Per le centrali MTX 2, 4, 6, 8 le ubicazioni all'interno della relativa regione non sono state ancora fissate definitivamente.

#### Tecnica di commutazione (vedere fig. 5)

Il sistema si basa sulle centrali AXE 10 della ditta *LM Ericsson*, che servono ciascuna una determinata zona settoriale. A parte alcune modifiche, le centrali MTX corrispondono alle centrali AXE IFS della rete telefonica pubblica e sono adattate gradualmente alle specifiche NMT 900; lato centrale occorreranno diverse fasi di sviluppo per raggiungere le possibilità definitive e complete in conformità alle specifiche NMT 900.

Le centrali MTX fungono da tramite per il traffico telefonico tra utenti della rete telefonica pubblica e della rete di telefonia mobile (vedere fig. 4). Il traffico passa sempre attraverso le centrali regionali di transito. Per le comunicazioni tra queste due reti pubbliche è necessario selezionare, oltre al numero di chiamata dell'abbonato, il prefisso. Fanno eccezione i numeri di servizio (p. es. n. 117, polizia soccorso) raggiungibili senza prefisso. Le comunicazioni tra utenti Natel C sono stabilite senza il prefisso. Le comunicazioni internazionali possono essere svolte attraverso la rete telefonica pubblica in entrambe le direzioni senza alcuna restrizione.

Le conversazioni in entrata o in uscita da e verso le stazioni mobili possono essere bloccate individualmente. Con una parola d'ordine, l'abbonato può attivare o annullare il blocco.

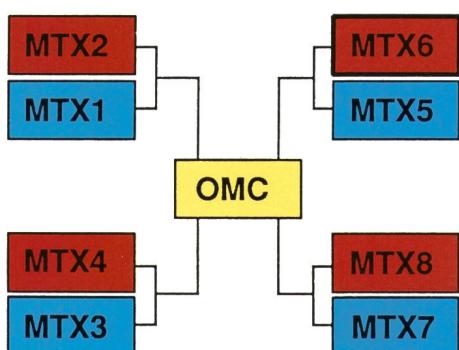


Fig. 5  
**Vermittlungsnetz von Natel C**  
**Rete di commutazione del Natel C**

OMC	Bedien- und Unterhaltszentrum – Centro di gestione e manutenzione
MTX 1	Vermittlungszentrale Lausanne – Centrale di commutazione di Losanna
MTX 3	Vermittlungszentrale Luzern – Centrale di commutazione di Lucerna
MTX 5	Vermittlungszentrale Zürich – Centrale di commutazione di Zurigo
MTX 7	Vermittlungszentrale Chur – Centrale di commutazione di Coira
MTX 2, 4, 6, 8	Künftige Vermittlungszentralen, Standorte noch nicht festgelegt – Future centrali di commutazione, ubicazione non ancora fissata

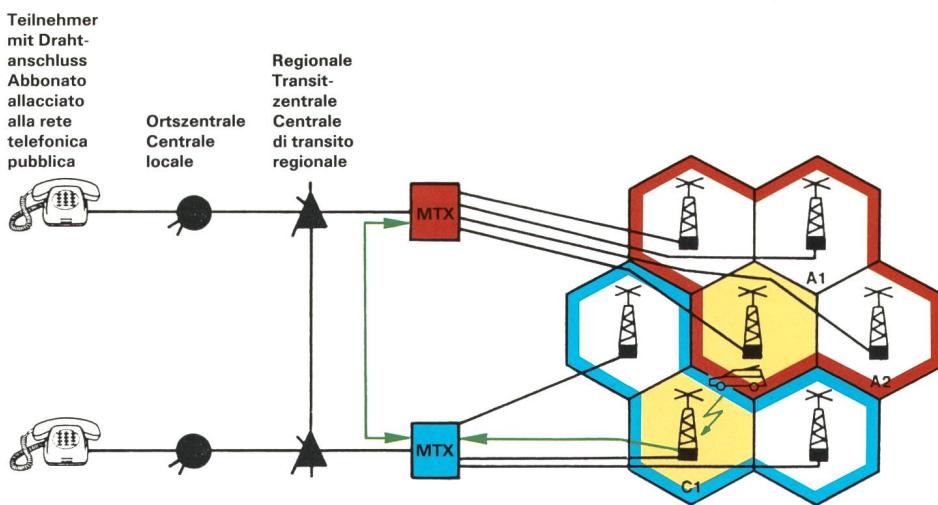


Fig. 6  
Schematische Darstellung der Verbindung bei Übergang von einer Zelle in eine andere (roaming)  
Rappresentazione schematica della comunicazione in caso di passaggio da una cella all'altra (roaming)  
MTX Mobiltelefonzentrale – Centrale di telefonia mobile

Mit den ersten vier Vermittlungszentralen (MTX 1, 3, 5 und 7) können im Erstausbau gesamtschweizerisch etwa 100 000 Teilnehmer bedient werden. Jede Zentrale ist vermittlungstechnisch bis maximal etwa 40 000 Teilnehmer ausbaubar. Der Weiterausbau entsprechend der Teilnehmerentwicklung ist sichergestellt.

Definitiv sind die nachstehenden Standorte für die ersten vier MTX und das OMC festgelegt:

OMC Luzern (Bedien- und Unterhaltszentrum für das Gesamtsystem)

MTX 1 Lausanne

MTX 3 Luzern

MTX 5 Zürich/Herden

MTX 7 Chur.

Für die weiteren MTX 2, 4, 6 und 8 sind sie innerhalb der entsprechenden Region noch nicht endgültig bestimmt.

### Vermittlungstechnik (vgl. Fig. 5)

Das System basiert auf AXE-10-Zentralen der LM Ericsson, die je ein bestimmtes Teilgebiet bedienen. Diese MTX entsprechen mit geringen Abweichungen den IFS-AXE-Zentralen des öffentlichen Telefonnetzes und werden schrittweise gemäss den NMT-900-Spezifikationen weiterentwickelt, d. h. zentralenseitig gibt es verschiedene Entwicklungsstufen bis zu den endgültigen und vollständigen Möglichkeiten gemäss den NMT-900-Spezifikationen.

Die MTX sind die Überleitzentralen für den Telefonverkehr zwischen Teilnehmern des öffentlichen und dem Mobiltelefonnetz (vgl. Fig. 4). Der Verkehr führt immer über regionale Transitzentralen. Für den Verbindungsauflauf zwischen diesen beiden öffentlichen Netzen muss zusätzlich zur Teilnehmerrufnummer die entsprechende Fernkennziffer gewählt werden. Eine Ausnahme sind Dienststellen (z. B. 117 Polizei-Notruf), die nur mit ihrer Nummer erreichbar sind. Ferner können Natel-C-Teilnehmer ohne Fernkennziffer miteinander verkehren. Internationale Verbindungen sind über das öffentliche Telefonnetz in beiden Richtungen uneingeschränkt möglich.

### Tecnica radio

Il sistema utilizza le frequenze nella banda dei 900 MHz fissata dalla CEPT. Le stazioni base (BS) funzionano con modulazione analogica e segnalazione digitale. Per la copertura radioelettrica di tutto il territorio svizzero occorrono 400...500 stazioni base con circa 6000 canali. Si lavora con la cosiddetta tecnica a piccole celle. Ogni stazione base ha un'area di servizio tra i 4 km<sup>2</sup> e i 50 km<sup>2</sup>. La distanza tra le stazioni base varia tra 2 km e 8 km. In Svizzera la forma delle celle dipende notevolmente dalla topografia.

I trasmettitori delle stazioni base lavorano nelle bande tra 935 e 950 MHz, i ricevitori nelle bande tra 890 MHz e 905 MHz. La distanza duplex è di 45 MHz, la spaziatura tra i canali di 25 kHz.

Con i canali spostati di 12,5 kHz la rete Natel C dispone di circa 1200 canali radioelettrici. L'obiettivo da raggiungere nella pianificazione della rete radioelettrica è di impiegare in modo ottimale i canali, cioè di mantenere ridotte le distanze per il riuso delle frequenze.

Con la ricezione in sistema «diversity» nelle stazioni base può essere migliorata la qualità della conversazione soprattutto per gli apparecchi handheld con una potenza d'emissione debole. Le due antenne ricevono il segnale della stazione mobile. Tra i segnali viene scelto quello di qualità migliore. Dato che richiede una spesa maggiore, il sistema «diversity» viene adottato solo nei grandi centri urbani.

Le figure 7, 8 e 9 mostrano diversi esempi di stazioni base e di sistemi di antenne.

### Pianificazione delle fasi

In una grande area attorno a Zurigo è stata costruita una rete pilota con la quale le PTT hanno eseguito delle prove d'esercizio nella prima metà del 1987. La centrale di commutazione di Zurigo – una centrale NMT 450 ulteriormente sviluppata – è stata sottoposta alla fine di gennaio 1987 alla prova d'accettazione. Per poter simulare quasi tutti i casi d'esercizio sono state installate per le prove d'esercizio nove stazioni base.

Ankommende oder abgehende Gespräche zu und von Mobilstationen lassen sich individuell sperren. Mit einem Passwort des Teilnehmers sind sie zu aktivieren oder aufzuheben.

## Funktechnik

Das System verwendet Frequenzen in dem durch die CEPT festgelegten 900-MHz-Band. Die Basisstationen (BS) arbeiten mit analoger Modulation und digitaler Signalisierung. Für die funkmässige Überdeckung sind für die gesamtschweizerische Versorgung insgesamt 400...500 Basisstationen mit rund 6000 Funkkanälen nötig. Es wird mit der sogenannten Kleinzellentechnik gearbeitet. Jede Basisstation hat einen Bedienungsbereich von ungefähr  $4 \text{ km}^2 \dots 50 \text{ km}^2$ . Der Abstand zwischen Basisstationen beträgt 2 km...8 km. Die Zellenform in der Schweiz ist stark topographieabhängig.

Die Sender der Basisstationen arbeiten im Bereich 935 MHz...950 MHz, deren Empfänger zwischen 890 MHz...905 MHz. Der Duplexabstand beträgt 45 MHz, der Kanalraster 25 kHz.

Zusammen mit den um 12,5 kHz versetzten Kanälen stehen etwa 1200 Funkkanäle für Natel C zur Verfügung. Aufgabe der Funknetzplanung ist es, die Funkkanäle optimal einzusetzen, d. h. die Abstände für Frequenzwiederholungen möglichst gering zu halten.

Mit Empfangs-Diversity in den Basisstationen lässt sich die Gesprächsqualität, besonders für Handheld-Geräte mit ihrer geringeren Sendeleistung, verbessern. Beide Antennen empfangen das Signal der Mobilstation. Die beiden Signale werden verglichen und das bessere wird verarbeitet. Wegen des höheren Aufwandes wird das Diversity-Verfahren nur in Gross-Agglomerationen angewendet.

Beispiele von Basisstationen und Antennenanordnungen zeigen die *Figuren 7, 8 und 9*.

## Phasenplanung

Im Grossraum Zürich wurde ein *Pilotnetz* aufgebaut, mit dem die PTT während der ersten Hälfte 1987 Betriebsversuche durchführten. Die Vermittlungszentrale in Zürich – eine weiterentwickelte NMT-450-Zentrale – wurde Ende Januar 1987 einem Akzeptanztest unterzogen. Um alle Betriebsfälle einigermassen nachbilden zu können, wurden für das Pilotnetz neun Basisstationen erstellt.

Für die *Phase I*, die am 15. September in Betrieb kam, ist die Vermittlungszentrale mit Ausrüstungen für 8500 Teilnehmer ausgerüstet worden; die Anschlusskapazität wird bis Ende 1987 um 20 000 auf 28 500 Anschlüsse ausgebaut. Die 32 Basisstationen (einschliesslich jener des Pilotnetzes) gewährleisten die Überdeckung des Grossraumes Zürich (*Fig. 10*), mit Brugg, Baden, Winterthur, Effretikon, Uster, Wetzikon, Horgen, Zug, Cham, Sins, Wohlen AG, Brugg als Begrenzung. Die Erreichbarkeit in Tunnels ist noch nicht sichergestellt. Die Mobilteilnehmer sind in dieser Phase nur erreichbar, wenn sie sich innerhalb dieses Gebietes aufhalten.

Per la *fase I*, avviata il 15 settembre, la centrale di commutazione è stata equipaggiata per 8500 abbonati. Entro la fine del 1987 la sua capacità verrà estesa a 28 500 collegamenti. Le 32 stazioni base (comprese quelle della rete pilota) assicurano la copertura della grande area attorno a Zurigo (*fig. 10*) delimitata dalle seguenti località: Brugg, Baden, Winterthur, Effretikon, Uster, Wetzikon, Horgen, Zug, Cham, Sins, Wohlen AG. Nelle gallerie la ricezione non è ancora assicurata. Durante questa fase, gli utenti mobili possono essere raggiunti solo all'interno di quest'area.

Durante la rassegna Telecom 87 è assicurata anche la copertura radioelettrica della zona della mostra e dell'aeroporto nonché del centro di Ginevra.

Nella *fase II*, che si inizia a metà del 1988, è prevista la copertura radioelettrica delle strade nazionali (autostrade) N1 (Ginevra-San Gallo) e N2 (Basilea-Chiasso). La capacità della rete raggiungerà i 100 000 collegamenti d'utente. Tre ulteriori centrali di commutazione, ciascuna con una capacità di 25 000 collegamenti, dovranno essere installate a Losanna, Lucerna e Coira. Nelle gallerie non si potrà ancora telefonare. Nella fase II saranno servite le più importanti città della Svizzera: Basilea, Bellinzona, Berna, Chiasso, Friburgo, Ginevra, Losanna, Vevey, Montreux, Liestal, Lugano, Lucerna, Olten, Soletta, San Gallo, Winterthur e Zurigo.

Con la *fase III* si raggiungerà la copertura radioelettrica del 98 % circa del territorio nazionale abitato, cioè il Mittelland, il Giura, le più importanti vallate alpine e le gallerie. Occorrerà installare 400...500 stazioni base e equipaggiare circa 6000 canali per l'esercizio (*fig. 11*).

In ognuna delle tre fasi vi potranno essere, all'interno della zona di copertura, delle celle non ancora servite, se non verranno rilasciati per tempo i permessi di costruzione necessari.

*Ulteriore estensione.* L'incremento previsto e quello effettivo dell'utenza nei paesi nordici sono stati adeguati

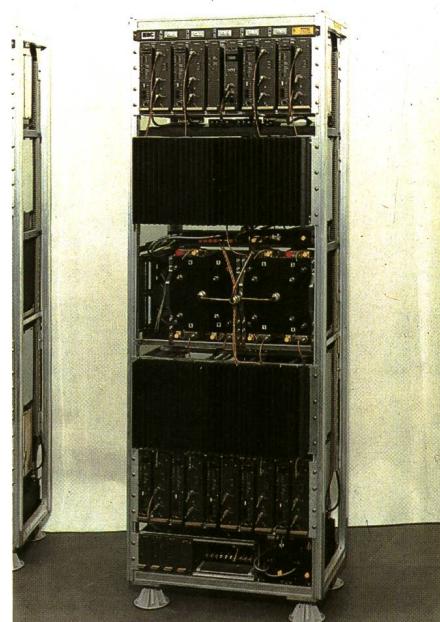


Fig. 7  
HF-Ausrüstungen einer Basisstation für 8 Kanäle  
Equipaggiamenti AF di una stazione base per 8 canali

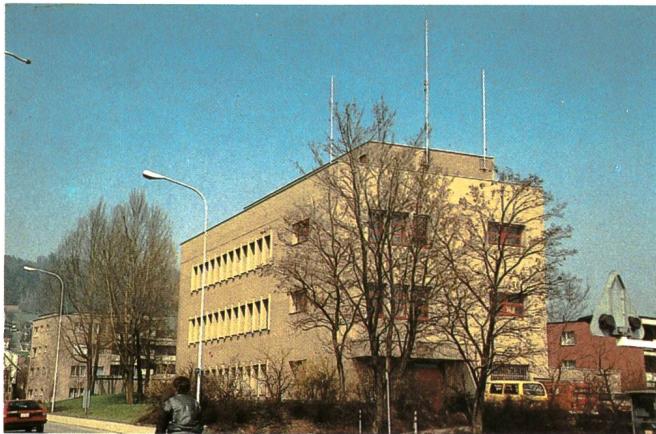


Fig. 8

Antennenanlage auf einem Gebäude für eine Funkzelle mit drei Rundstrahlern (1 Sendeantenne und 2 Empfangsantennen für Diversity-Betrieb)

Antenna omnidirezionale su edificio per la copertura di una cella (1 antenna trasmittente e 2 antenne riceventi per esercizio «diversity»)

Anlässlich der Telecom 87 wird auch das Genfer Ausstellungs- und Flughafen-Gelände sowie das Stadtzentrum Genf vorübergehend versorgt.

Die Mitte 1988 beginnende *Phase II* umfasst die Versorgung der Nationalstrassen (Autobahnen) N 1 (Genf—St. Gallen) und N 2 (Basel—Chiasso). Das Netz wird für rund 100 000 Teilnehmeranschlüsse ausgebaut. Dafür sind drei weitere Vermittlungszentralen in Lausanne, Luzern und Chur mit je 25 000 Anschlüssen zu bauen. Telefonieren in den Tunnels ist noch nicht gewährleistet. Mit der Phase II sind bereits die wichtigsten Städte der Schweiz erschlossen: Basel, Bellinzona, Bern, Chiasso, Freiburg, Genf, Lausanne, Vevey, Montreux, Liestal, Lugano, Luzern, Olten, Solothurn, St. Gallen, Winterthur und Zürich.

Die *Phase III* soll etwa 98 % der bevölkerten Schweiz funkmässig erschliessen, d. h. das Mittelland, den Jura, die wichtigsten Alpentäler und die Tunnels. Dazu sind vor allem 400...500 Basisstationen einzurichten und für den Betrieb etwa 6000 Funkkanäle bereitzustellen (Fig. 11).

In allen drei Phasen können innerhalb des Versorgungsgebietes noch unbediente Zellen bestehen, wenn nämlich Baubewilligungen für Basisstationen nicht rechtzeitig erteilt werden.

*Weiterer Ausbau.* Die prognostizierten und effektiven Teilnehmerentwicklungen in den nordischen Ländern wurden auf die schweizerischen Verhältnisse umgerechnet und führten zu den in *Figur 11* dargestellten Entwicklungskurven. Je nach der Teilnehmerentwicklung sind vier zusätzliche Vermittlungszentralen (MTX 2, 4, 6 und 8) vorgesehen, wobei die bisher überdeckten Teilgebiete (s. Fig. 3) unterteilt werden.

Die Endkapazität des Systems hängt ab von:

- der möglichen Mehrfachausnutzung der zur Verfügung stehenden Frequenzen (Funkkanäle)
- der Topographie (Lage und Anzahl der Basisstationen und dadurch möglicher Interferenzstörungen)
- dem zur Verfügung stehenden Raum in den Zentralen und den Basisstationen.

alla situazione svizzera e ne sono risultati i diagrammi rappresentati nella *figura 11*. A seconda dell'incremento degli utenti sono previste quattro centrali di commutazione supplementari (MTX 2, 4, 6, 8) con una suddivisione maggiore delle regioni settoriali già coperte (vedere fig. 3).

La capacità finale del sistema dipende:

- dalla possibilità di riuso delle frequenze disponibili (canali radioelettrici)
- dalla topografia (ubicazione e quantità di stazioni base ed eventuali disturbi d'interferenza)
- dalla superficie a disposizione nelle centrali e nelle stazioni base.

Secondo le stime, la capacità finale del Natel C si aggirerà sui 300 000 abbonati.

### Apparecchi mobili

L'abbonato stesso deve procurarsi l'apparecchio mobile. Possono essere utilizzati solo apparecchi approvati dall'Azienda delle PTT. Gli apparecchi sono venduti o noleggiati da fornitori titolari della necessaria concessione (quella per il montaggio di radiotrasmettitori, quella d'installazione di radiotrasmissione o quella di dimostrazione di radiotrasmettitori). Un apparecchio mobile costa sui 5500 franchi (un apparecchio handheld notevolmente di più). I seguenti tre tipi di apparecchi sono in commercio:

- a incasso
- a valigetta
- handheld.

### Canoni d'abbonamento e tasse di collegamento, servizi d'utente

Il *canone d'abbonamento* mensile per tutta la rete Natel C è di 65 franchi. Per le conversazioni viene applicata la



Fig. 9

Antennenanlage für zwei Funkzellen mit sechs Richtstrahlantennen  
Impianto con sei antenne direttive per la copertura di due celle

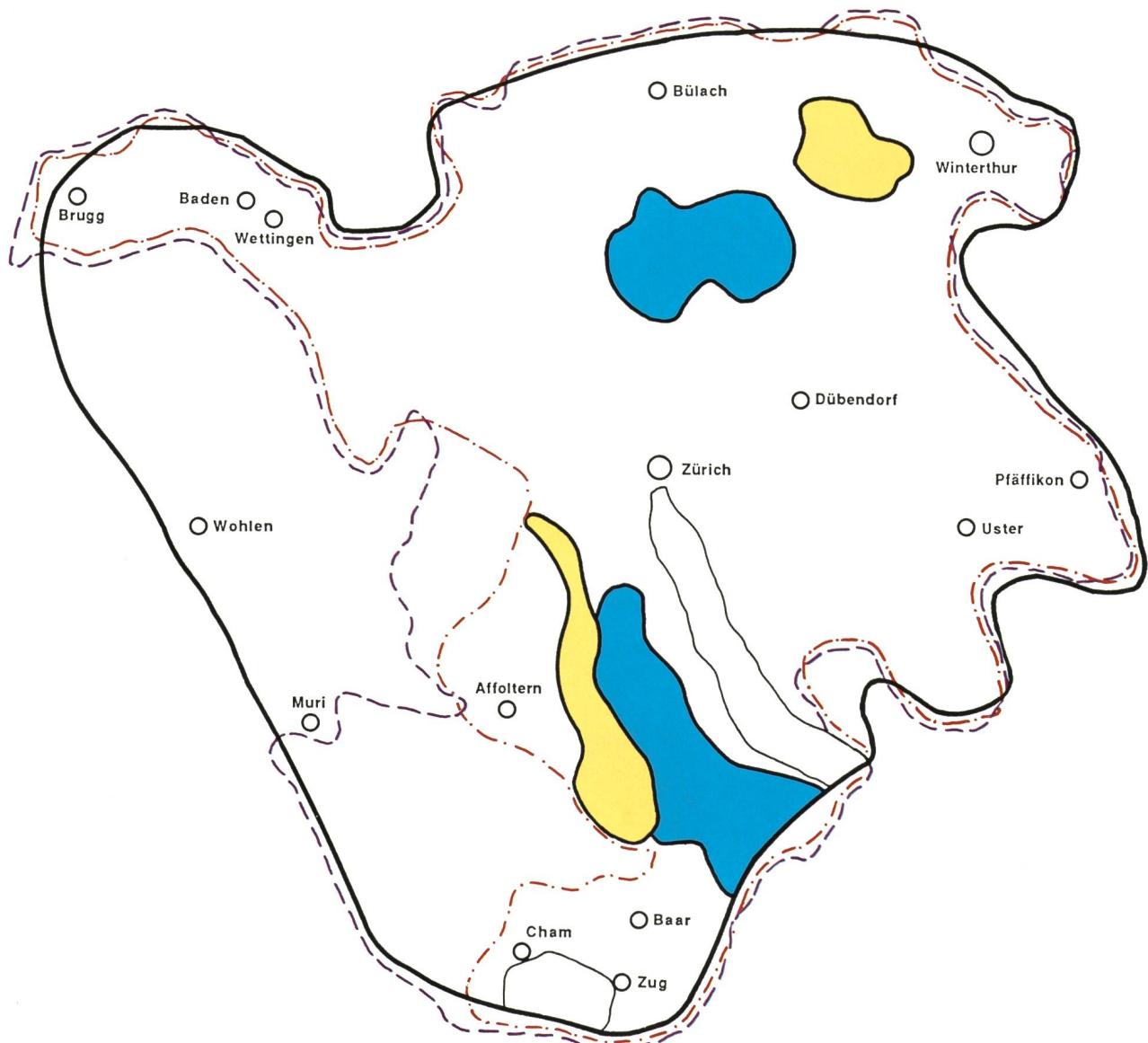


Fig. 10

Ungefährer Versorgungsbereich von Natel C im Grossraum Zürich – Zona di copertura approssimativa del Natel C nella grande area attorno a Zürigo

- Grenze des Grossraumes Zürich  
Confini della grande area attorno a Zurigo
- Gewährleisteter Versorgungsbereich bei Beginn  
(September 1987)  
Zona di copertura servita inizialmente (settembre 1987)
- Wahrscheinlicher Versorgungsbereich ab 15. September 1987  
Zona di copertura prevista dal 15 settembre 1987

- Vorläufig keine Versorgung vorgesehen  
Copertura momentaneamente non prevista
- Am 15. September noch nicht versorgt  
Non ancora coperta al 15 settembre

Gemäss den Schätzungen wird die Endkapazität von Natel C bei 300 000 Teilnehmern liegen.

### Mobilgeräte

Diese sind vom Teilnehmer selbst zu beschaffen. Es dürfen nur die von den PTT-Betrieben zugelassenen Geräte verwendet werden. Den Natel-C-Kunden werden diese Geräte von den konzessionierten Geräteanbietern (Funk-einbau-, Funkinstallations- bzw. Funkvorführkonzession ist notwendig) verkauft oder vermietet. Mobilgeräte kosten rund 5500 Franken (die Handheld-Geräte sind noch wesentlich teurer). Es werden grundsätzlich drei verschiedene Gerätearten angeboten:

- Einbaugeräte
- Koffergeräte
- Handheld-Geräte.

tariffa della zona III (cioè -10 ct per ogni 18,0 s durante la tariffa normale e 43,2 s durante la tariffa ridotta). Il sistema registra l'ora, la data, il numero dell'abbonato e la durata della conversazione; un elaboratore provvede poi a calcolare le tasse di conversazione.

L'Azienda delle PTT offre i seguenti *servizi d'utente*:

- la deviazione delle chiamate su altri numeri (canone mensile: 15 franchi)
- l'estratto delle tasse di tutte le conversazioni (canone mensile: 4.80 franchi), ma senza conteggio intermedio
- l'estratto delle tasse di determinate conversazioni: estratto delle conversazioni le cui tasse superano una cifra – tra -50 ct e 99 franchi – fissata dall'abbonato (canone mensile: 4.80 franchi)
- il blocco di determinate comunicazioni, p. es. quelle internazionali, quelle intercontinentali o tutte (probabile canone mensile: 6 franchi).

## Abonnements- und Verbindungstaxen, Teilnehmerdienste

Die *Abonnementstaxe* beträgt für das ganze Natel-C-Netz 65 Franken je Monat. Für Gespräche wird die Taxe der Fernzone III angewendet (Fr. —.10 je 18,0 s während der Normaltarifzeit, 43,2 s während der Niedertarifzeit). Das System registriert Zeit, Datum, Teilnehmernummern und Dauer der Verbindung, woraus ein Rechner nachträglich die Gesprächsgebühren errechnet.

Die PTT-Betriebe bieten auf Wunsch *Teilnehmerdienste* an, wie

- Anrufumleitung auf eine andere Rufnummer (Gebühr Fr. 15.—/Monat)
- Taxauszug über alle Verbindungen (Gebühr Fr. 4.80/Monat), jedoch keine Zwischenabrechnung
- Taxauszug über bestimmte Verbindungen: Ausdruck aller Verbindungen, deren Taxe einen bestimmten, vom Kunden festzulegenden Betrag überschreitet. Dieser ist zwischen Fr. —.50 und Fr. 99.— wählbar (Gebühr Fr. 4.80/Monat)
- Sperren bestimmter Verbindungsarten, wie internationale, interkontinentale oder alle Verbindungen (Gebühr voraussichtlich Fr. 6.—/Monat).

Wenn irgend möglich, sollen bei Natel C dieselben Teilnehmerdienste wie beim künftigen IFS (Integriertes Fernmeldesystem) angeboten werden. Diese Dienste sind aber von den entsprechenden Zentralen-Entwicklungsstufen abhängig, d. h. nur schrittweise realisierbar.

## Zukunft

In der Schweiz ist in den Jahren 1993/94 mit etwa 300 000 Mobil-Teilnehmern zu rechnen. Dies entspricht der Endkapazität des Natel-C-Systems.

Zurzeit werden in der CEPT/CCH/GSM (Groupe spécial mobile) die Empfehlungen für ein künftiges volldigitales System (paneuropäisches GSM-System) erarbeitet. Diese Empfehlungen sollen Ende 1987/Anfang 1988 vorliegen. Die Industrie will darauf bis zur ersten Hälfte der 90er Jahre die Entwicklungsarbeiten bewältigen, so dass das GSM-System dann operationell einsetzbar sein soll. Es wird mit digitalen Basisstationen arbeiten und zusätzlich auch Datenübertragungen mit höheren Bitraten möglich machen. Entsprechend müssen bei den Basisstationen digitale Ausrüstungen und in den Vermittlungszentralen die entsprechenden Protokolle implementiert werden. Die Nummernkapazität in den «Mobil»-Dekaden mit Fernkennzahl 077 sollte mit 800 000 Nummern auch für diese Anwendung noch genügen.

Bei der schweizerischen PTT sind die entsprechenden Planungsarbeiten für die Einführung des GSM-Systems ab etwa 1990 geplant, denn es ist anzunehmen, dass Natel C bis zum operationellen Einsatz des GSM-Systems bei der Endkapazität anlangt.

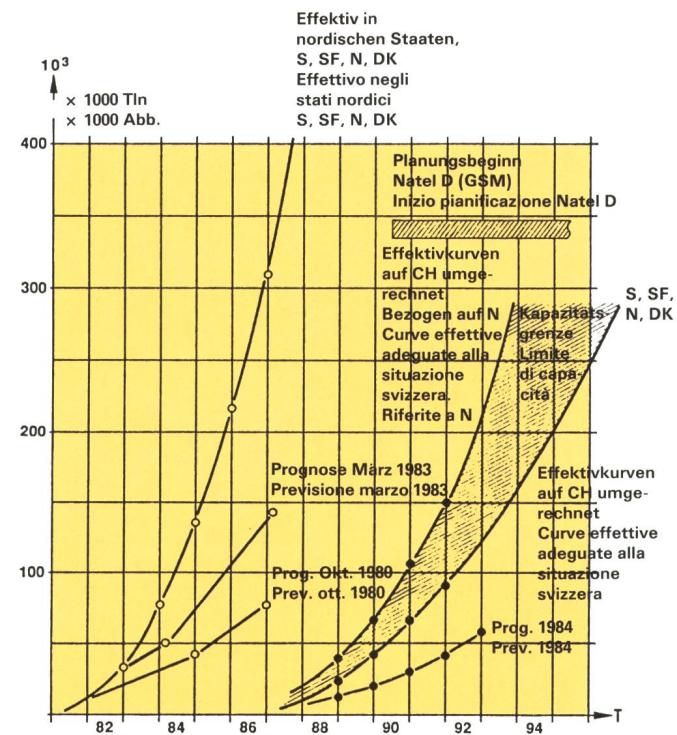


Fig. 11

Prognosen und Entwicklung des Mobiltelefons in den skandinavischen Ländern und deren Übertragung auf schweizerische Verhältnisse

Previsioni e sviluppo della telefonia mobile nei paesi scandinavi e loro conversione alle condizioni svizzere

Il Natel C dovrebbe permettere di offrire gli stessi servizi d'utente come il futuro sistema integrato delle telecomunicazioni (IFS). Questi servizi, che dipendono dal grado di sviluppo delle centrali, potranno essere realizzati solo gradualmente.

## Futuro

Per gli anni 1993/94 si possono calcolare in Svizzera circa 300 000 utenti mobili. Questa cifra corrisponde alla capacità finale del Natel C.

Attualmente in ambito CEPT/CCH/GSM (Groupe spéciale mobile) si stanno elaborando le raccomandazioni per un sistema completamente digitale (sistema GSM panuropeo). Queste raccomandazioni saranno ultimate alla fine del 1987 o all'inizio del 1988. Entro la prima metà degli anni '90 l'industria porterà a termine i lavori di sviluppo e successivamente il sistema GSM dovrebbe poter essere messo in funzione. Il sistema lavorerà con stazioni base digitali e permetterà anche la trasmissione di dati a frequenze di bit superiori. Occorrerà anche dotare le stazioni base di equipaggiamenti digitali e implementare i relativi protocolli nelle centrali di commutazione. La capacità di 800 000 numeri nei decimali «mobil» con prefisso 077 dovrebbe bastare anche per questa applicazione.

Presso le PTT svizzere i lavori di pianificazione necessari per l'introduzione del sistema GSM sono previsti a partire dal 1990 circa, perché con ogni probabilità al momento all'introduzione del sistema GSM il Natel C avrà raggiunto la capacità finale.