

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: 73 (1995)

Heft: 2

Artikel: Das digitale Mobilkommunikationssystem Natel D GSM : Überblick, Technik und Funktionen

Autor: Stadelmann, Toni / Jost, Herbert

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875920>

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: 30.04.2026

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

Das digitale Mobilkommunikationssystem Natel D GSM

Überblick, Technik und Funktionen

Toni STADELMANN und Herbert JOST, Bern

Zusammenfassung

Das digitale Mobilkommunikationssystem Natel D GSM

Die Mobilkommunikation hat bereits heute eine grosse Bedeutung im Geschäfts- und zunehmend auch im Privatbereich erlangt. Noch stehen wir aber am Anfang einer weltweiten rasanten Entwicklung der Mobilkommunikation. Fachleute rechnen mit einem stark beschleunigten Wachstum und einer Penetration von weltweit durchschnittlich zwischen 5 und 10 % im Jahr 2000. Zu dieser Entwicklung wird vor allem auch das GSM (Global System for Mobile Communication) beitragen. Die Telecom PTT hat neben den nordischen Telecom schon von Beginn weg eine Leaderrolle beim Aufbau und Betrieb von Mobilnetzen gespielt. Es ist ein Ziel der Telecom PTT, diese Leaderrolle auch in Zukunft zu behalten. Selbstverständlich stehen dabei immer der Kunde und seine Bedürfnisse im Mittelpunkt.

Résumé

Le système de communication mobile numérique Natel D GSM

Aujourd'hui déjà, les communications mobiles revêtent une grande importance dans le domaine commercial et elle s'étendent de plus en plus au secteur privé. Or, le développement fulgurant des communications mobiles n'en est encore qu'à ses débuts. Les spécialistes s'attendent à une croissance accélérée et à une pénétration mondiale de 5 à 10 % en moyenne en l'an 2000. Le système GSM (Global System for Mobile Communication) y contribue pour une large part. A côté des Télécom scandinaves, Télécom PTT occupe une position honorable dans le peloton de tête en ce qui concerne la mise en place et l'exploitation des réseaux mobiles. Télécom PTT s'efforcera de conserver ce rôle de «leader» à l'avenir, sans pour autant oublier de placer les intérêts du client au premier plan.

Riassunto

Il sistema di comunicazione mobile digitale Natel D GSM

La comunicazione mobile occupa già oggi una posizione molto importante nel mondo degli affari e viene sempre più impiegata anche nell'ambito privato. Siamo però solo agli inizi del rapido sviluppo della comunicazione mobile che si registrerà in tutto il mondo. Gli specialisti prevedono infatti una forte crescita e una penetrazione media del 5-10% a livello mondiale nel 2000. A questo sviluppo contribuirà in primo luogo il sistema GSM (Global System for Mobile Communication). Assieme alle Telecom dei Paesi nordici, Telecom PTT ha avuto sin dall'inizio un ruolo di primo piano per quanto riguarda la costituzione e la gestione di reti mobili. Telecom PTT intende mantenere questo ruolo anche in futuro, naturalmente al servizio del cliente.

Summary

The Digital Mobile Communications System Natel D GSM

Mobile communication has today already made its mark in the business world and is very much on the increase in the private sphere. Yet we are only at the threshold of rapid worldwide development in mobile communication. Experts reckon with sharply accelerated growth and worldwide average penetration of between 5 and 10% in the year 2000. The GSM (Global System for Mobile Communication) will play a large part in this development. Right from the start, Swiss Telecom PTT, together with the Nordic telecom companies, has played a leading role in the setting up and operation of mobile networks. It is one of Swiss Telecom PTT's goals to maintain this leading role in the future. Naturally the customer requirements will always be at the centre point.

Einleitung

Von 1982 bis 1990 entwickelte das ETSI (European Telecommunications Standards Institute) in einer Zusammenarbeit der europäischen Industrie und Telecom-Netzbetreiber den GSM-Standard (GSM: Global System for Mobile Communications). Mit GSM wurde als Weltpremiere ein Mobilkommunikationsstandard mit digitaler Sprachübertragung auf die Funkstrecke, mit hoher Betrugs- und Abhörsicherheit, mit modernsten Leistungsmerkmalen und vor allem für eine grenzüberschreitende Benutzung (Roaming) geschaffen.

Damit waren die Voraussetzungen für den weltweiten Erfolg von GSM gegeben. Nachdem anlässlich der Telecom 1991 in Genf von der Swiss Telecom PTT erstmals ein funktionierendes GSM-Netz mit Roaming zwischen Frankreich (France Telecom), Italien (SIP) und Deutschland (D2) der Öffentlichkeit präsentiert wurde, eröffnete Mannesmann Mobilfunk (D2) Mitte 1992 in Deutschland das erste kommerzielle GSM-Netz. Sehr rasch folgten weitere GSM-Betreiber in Europa. Im März 1993, anlässlich des Autosalons in Genf, wurde das GSM-Netz in der Schweiz mit der Bezeichnung Natel D GSM offiziell eröffnet.

Zum heutigen Zeitpunkt sind bereits weit über 50 % der besiedelten Gebiete in Europa mit GSM versorgt (Fig. 1).

Der GSM-Standard setzt sich weltweit durch! Bereits haben sich über 60 Länder für die Einführung des GSM-Standards als Mobilkommunikationssystem in ihrem Land entschieden (Fig. 2). Ein weltumspannendes Telekommunikationssystem, wo man überall mit der persönlichen Nummer und dem persönlichen Apparat telefonieren oder angerufen werden kann, steht vor der Realisierung.

Die Swiss Telecom PTT hat von Beginn weg in den betreffenden Gremien sehr aktiv mitgearbeitet, die Interessen der Schweiz vertreten und wertvolle Normierungsbeiträge geliefert.

Von CEPT zu ETSI

Die Erarbeitung des GSM-Standards begann bereits 1982, noch unter dem Regime von CEPT (Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Telecommunications). Schon ab Beginn wurde aber die Zusammenarbeit zwischen Industrie und Netzbe-

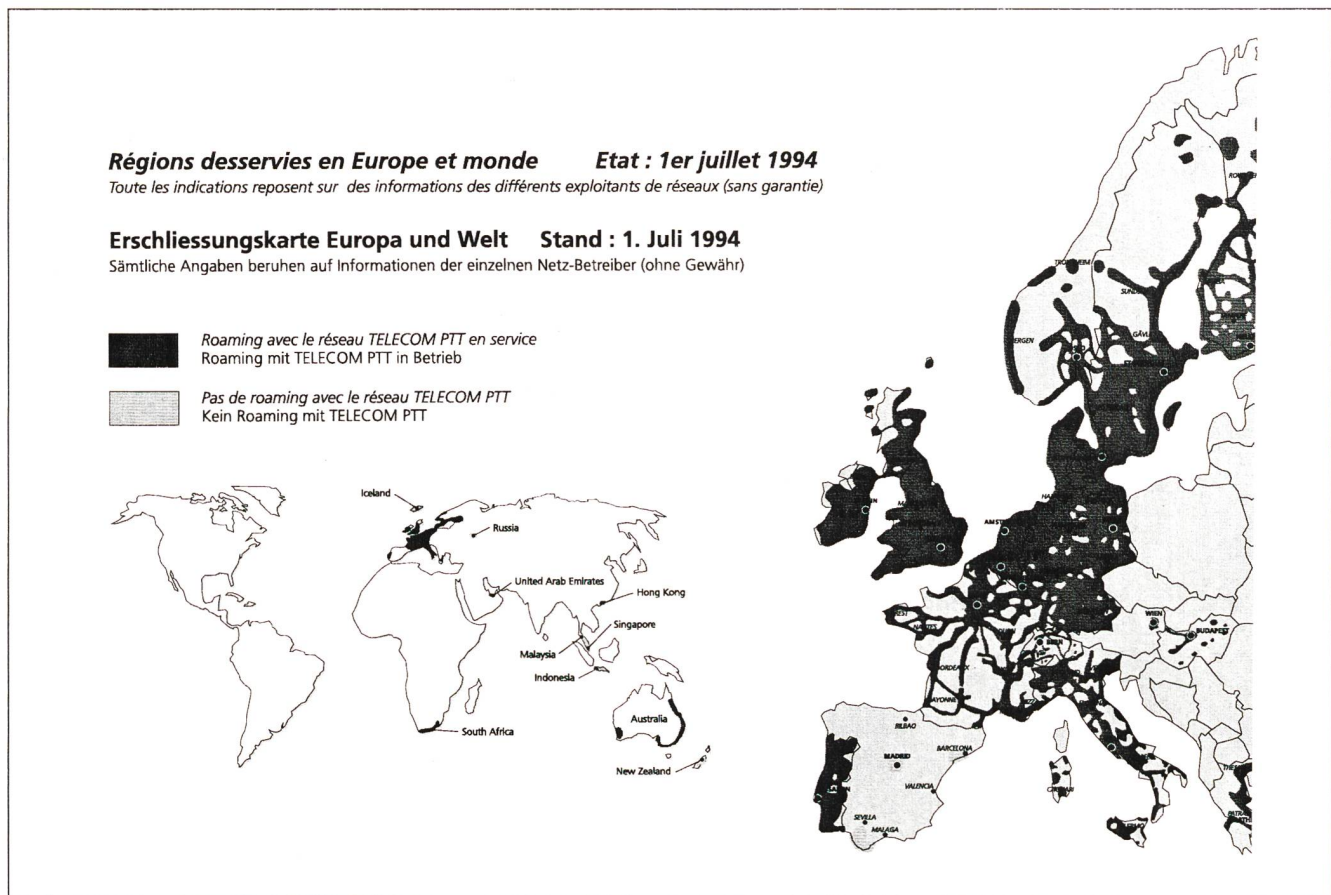


Fig. 1 Erschliessungskarte Europa und Welt – Stand: 1. Juli 1994 – Sämtliche Angaben beruhen auf Informationen der einzelnen Netzbetreiber (ohne Gewähr)

Internationale Normierung

Internationale Zusammenarbeit ist notwendig

Die Standardisierung eines universellen Systems sowie letztlich die industrielle Realisierung und die politische Durchsetzung bei nationalen Regulatoren und Netzbetreibern ist nicht Sache einer Firmengruppe oder von einzelnen Forschern. Vielmehr ist dazu ein konzertiertes Vorgehen zwischen Industrie, Netzbetreibern, Politikern und Behörden notwendig. Ein Alleingang einer einzelnen Interessengruppe würde aus Konkurrenzgründen rasch durch andere verhindert oder gebremst. Bei der Standardisierung GSM wurde glücklicherweise zuerst in Europa und heute schon weit darüber hinaus eine fruchtbare Zusammenarbeitsform gefunden.

treiber gefördert. GSM ist das Resultat einer intensiven Zusammenarbeit der europäischen Industrie und der Netzbetreiber.

1988 wurde nicht zuletzt aufgrund dieser notwendigen Zusammenarbeit das ETSI (European Telecommunication Standards Institute) mit dem Mandat gegründet, Standards für die Telekommunikation zu erarbeiten. Im Gegensatz zu CEPT, wo nur PTT-Administrationen Einsitz hatten, sind in ETSI alle interessierten Kreise vertreten, d. h. auch Hersteller und private Netzbetreiber. Somit wird garantiert, dass der Standard eine breite Abstützung und entsprechende Anwendung findet (Fig. 3).

Die Spezifikationen für GSM werden in den sogenannten STCs (Sub technical committees) erstellt. Das TC SMG (Technical committee Special Mobile

Group) erstellt Richtlinien und Vorgaben für die STCs und genehmigt deren Entwürfe. TC und STCs tagen periodisch. Daneben gibt es eine permanente Einheit, das PT12 (Projekt-Team Nr. 12), welches Stabsaufgaben wahrnimmt. Die definitive Verabschiedung von Spezifikationen erfolgt durch das TA (Technical Assembly).

Stand der Normierungsarbeiten

Der GSM-Standard wurde so konzipiert, dass er Erweiterungen und Verbesserungen offensteht. Die Entwicklung des GSM-Standards ist in Phasen gemäss *Tabelle 1* aufgeteilt.

gannen, für Mobilkommunikationsnetze Zweitlizenzen an Privatbetreiber zu erteilen, musste eine neue Zusammenarbeitsform für die GSM-Netzbetreiber gefunden werden. Diese neue Zusammenarbeit regelt das Agreement MoU GSM. Es wurde am 7. September 1987 von 30 Mitgliedern (Lizenzgeber und Mobilnetzbetreiber) in 17 europäischen Ländern (darunter auch die Swiss Telecom PTT) in Kraft gesetzt.

Die wichtigsten Aufgaben des MoU GSM sind:

- Einführungsstrategie GSM festlegen
- Koordination für die Einführung von neuen Diensten
- Vorgaben für die Spezifikationen an ETSI

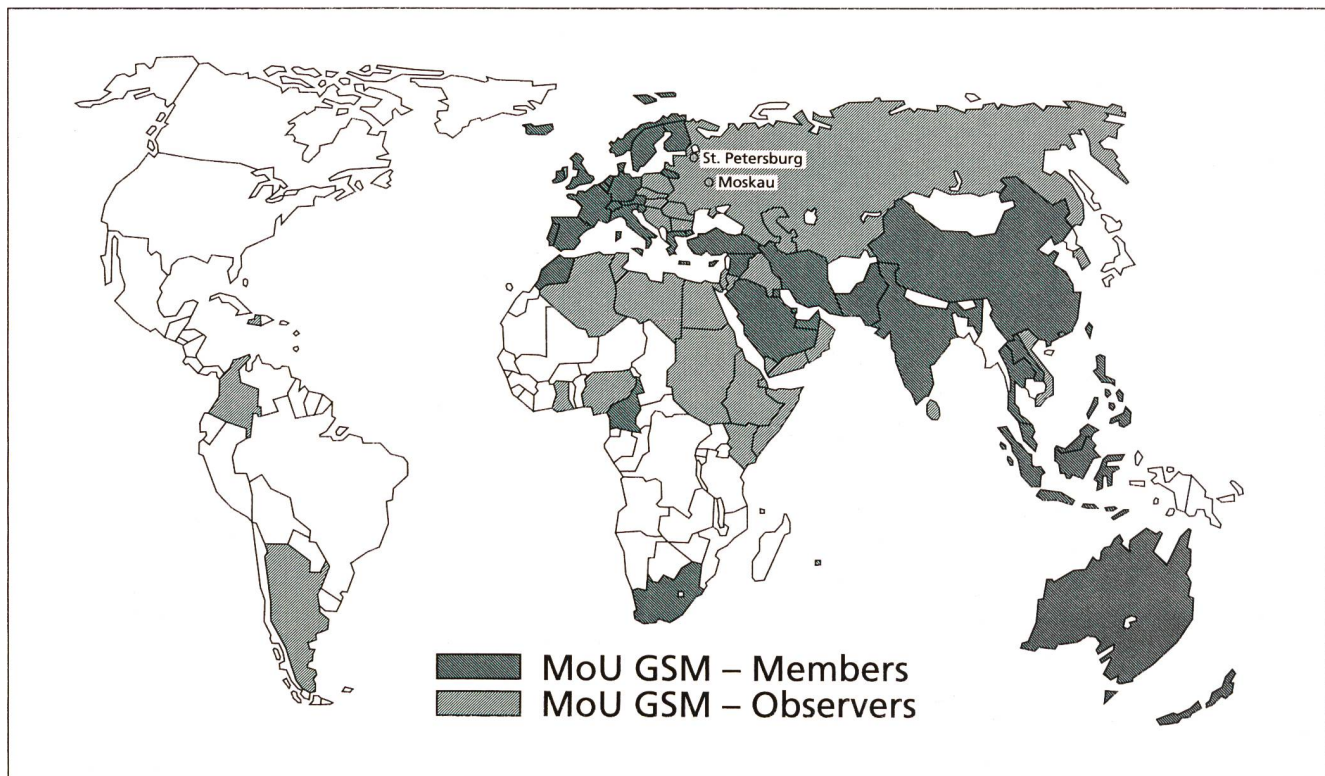


Fig. 2 Bereits haben sich über 60 Länder für die Einführung des GSM-Standards als Mobilkommunikationssystem entschieden

Zukunft

Neben den in *Tabelle 1* für den Teilnehmer relevanten Dienste für Phase 2+ und eventuell weiteren Phasen erarbeitet das TC SMG für den Netzbetreiber bedeutungsvolle Systemverbesserungen, u. a. Erhöhung der Sicherheit gegenüber Betrug, Verbesserung des Ressourcen-Handlings oder -Nutzung usw. Weiter wird versucht, mit den ISDN-Netzen möglichst kompatibel zu sein und die gleichen oder zumindest ähnlichen Funktionalitäten anzubieten, wo dies in einer mobilen Umgebung sinnvoll erscheint.

Memorandum of Understanding GSM (MoU GSM)

Nachdem die Organisation CEPT 1988 durch ETSI abgelöst wurde und zudem immer mehr Länder be-

- weltweite Promotion von GSM
- Geräteprüfung und Zulassung
- Koordination mit EU, EFTA sowie andern nationalen und internationalen politischen Instanzen
- Regelungen und Spezifikationen für Zusammenarbeit zwischen GSM-Betreibern (Roaming, Gebührenabrechnung usw.)
- Schlüsselmanagement für Chiffrierung und Systemzugriffssicherung.

Alle GSM-Netzbetreiber müssen Mitglied des MoU GSM sein; die Zulassungsbehörden und Lizenzgeber können Mitglieder werden. Im August 1994 waren bereits 102 Mitglieder aus 60 Länder im MoU vertreten (Fig. 2). Diese Zahl wird sich voraussichtlich in den nächsten zwei Jahren mindestens verdoppeln, so dass GSM rasch zu einem Quasi-Weltstandard wird.

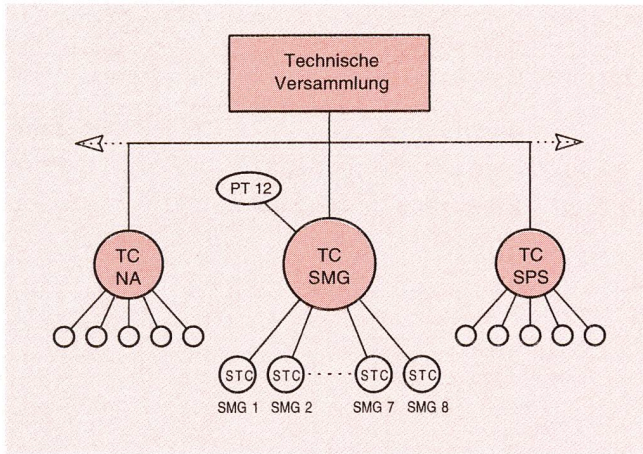


Fig. 3 Organisation der Zusammenarbeit innerhalb des ETSI (European Telecommunication Standards Institute)

TC NA	Technisches Komitee «Netz Aspekte»
TC SPS	Technisches Komitee «Signalisierung, Protokoll und Vermittlung»
PT 12	Projektteam Nr. 12, permanenter Kern von TC SMG
TC SMG	Technisches Komitee «Spezialgruppe Mobil»
STC SMG1...SMG8	Technische Subkomitees «Spezialgruppen Mobil Nr. 1 bis 8»

Marktentwicklung von GSM

Weltweite Entwicklung der Mobilkommunikation

Ende 1994 telefonierte allein in Europa schon über 3,5 Mio Benutzer auf den GSM-Netzen. Vor allem in Ländern, wo das Fixnetz noch nicht einen genügenden Ausbaustand hat, wird sich die Mobilkommunikation rasant entwickeln. In Europa wird bis zum Jahr 2000 einer durchschnittlichen Penetration von gegen 10 % und weltweit über 5 % prognostiziert. Einzelne Länder werden zu diesem Zeitpunkt eine weit höhere Penetration, es wird mit etwa 20 % gerechnet, aufweisen [1].

Tabelle 2 zeigt die prognostizierte Entwicklung für die Mobilkommunikation in der Schweiz, in Europa und weltweit.

Man kann heute davon ausgehen, dass im Jahr 2000 weltweit gegen 100 Mio Teilnehmer auf dem GSM-Netz telefonieren werden. In verschiedenen Ländern, vor allem aufstrebenden Entwicklungsländern, werden in Kürze mehr Mobilanschlüsse als Fixnetzanschlüsse vorhanden sein.

Wir stehen heute erst am Anfang einer enormen Entwicklung der Mobilkommunikation, in der GSM eine entscheidende Rolle spielen wird.

Mobilgeräte GSM

Technische Entwicklung

Anlässlich der Telecom 1991 standen die ersten Geräte-Prototypen zur Verfügung. Zu diesem Zeitpunkt waren die Geräte noch gross, teuer und nicht offiziell zugelassen. Heute sind bereits Handheldgeräte von kleinsten Ausmassen und sehr hoher Leistungsfähig-

keit vorhanden. Die Entwicklung von derart umfangreichen Funktionen und komplexen Signalisierungsprozeduren, die Integration, Fabrikation und letztlich die Prüfung stellte an Industrie und Prüfhäuser eine grosse Herausforderung dar. Dadurch sind auch verschiedene Schwierigkeiten und Verzögerungen in der Anfangsphase zu erklären. Die Entwicklung geht aber rasch weiter. Vor allem werden noch grosse Fortschritte in folgenden Punkten erwartet:

- noch höhere Integration (1-Chip-Telefon)
- Verbesserung der Bedienung der Geräte (einfacher, automatisch geführt)
- Erhöhung der Leistungsmerkmale
- Steigerung der Gebrauchszeiten

Zulassung der Mobilgeräte

Eine wesentliche Voraussetzung für den grenzenlosen Einsatz, Verkauf und Betrieb der Mobilgeräte ist eine strikte Regelung von Prüfung und Zulassung dieser Geräte. Dies wird in enger Zusammenarbeit mit ETSI, MoU GSM, der EU, der EFTA sowie neu weltweit mit weiteren nationalen und internationalen Zulassungsgremien vereinbart. Die GSM-Mobilstationen dürfen zum heutigen Zeitpunkt nur in vier autorisierten Testhäusern (je eines in Frankreich, Deutschland, England und Dänemark) geprüft und zugelassen werden.

- Für die Mobilgeräte *GSM Phase 1* gilt:
 - bis Ende 1993 Zulassung mit Interim-Typenprüfung (reduzierte Prüfung)
 - ab Beginn 1994 Zulassung mit voller Typenprüfung
- Für die Mobilgeräte *GSM Phase 2* werden zurzeit die Prüfspezifikationen und Testsimulatoren fertig erstellt, so dass rechtzeitig geprüfte Geräte verfügbar sind.

Tabelle 1. Entwicklung der GSM Standards

GSM-Phase	Spezifikationen verfügbar	wichtigste Merkmale
Phase 1:	1990	Telefonie, Emergency calls, Anrufumleitungen und Sperrungen
Phase 2:	1993	Nummernanzeige des rufenden und gerufenen Teilnehmers, Short Message Service, Fax, Datendienste, Gebührenanzeige, Halb-raten-Codec
Phase 2+:	1995	automatischer Rückruf (Call completion), Konferenz, Closed User Group, flexibler Numerierungsplan

Die Phase-1-Spezifikationen umfassen rund 5000 A4-Seiten. In der Regel ist ab Verfügbarkeit der Spezifikationen bis zur effektiven Einführung eines neuen Dienstes mit etwa 1,5 bis 3 Jahren Verzögerung (Entwicklung, Tests, Systemanpassungen) zu rechnen

Tabelle 2. Prognostizierte Entwicklung der Mobilkommunikation in der Schweiz, in Europa und weltweit

	Anzahl Einwohner in Mio (1994)	Anzahl Mobilteilnehmer (in Mio)				Penetration	
		Total		davon GSM		31. 10. 1994	Jahr 2000
		Stand 31. 10. 1994	geschätzt Jahr 2000	Stand 31. 3. 1994	geschätzt Jahr 2000		
Schweiz	6,6	0,33	0,8	0,036	0,5	5	12
Europa ¹⁾	611	13,3	50	3,5	30	2,2	8
Welt (gesamt)	3680	~ 45	184	~ 4	100	1	5

Die angegebenen Zahlen sind Durchschnittswerte. Einzelne Länder werden im Jahr 2000 eine weit höhere Penetration, es wird teilweise mit mehr als 20% gerechnet, aufweisen.

¹⁾ inkl. Osteuropa

Nach erfolgreicher Zulassung erhalten alte Geräte eine internationale Zulassungsnummer. Nur zugelassene Geräte erhalten mittels Freigabe im Equipment Identity Register (EIR) den Zugang zu einem GSM-Netz.

Immer kleinere und billigere Geräte

Heute sind bereits Mobilgeräte der dritten Generation auf dem Markt. Das kleinste zugelassene Gerät hat folgende Kenndaten: 200 Gr., 130×47×22 mm, Standbyzeit 20h. In der Schweiz werden praktisch nur noch Handgeräte verkauft. Der Trend, überall (zu Hause, im Auto, in den Ferien, im Freien, auf der Geschäftsreise), unter der persönlichen Nummer erreichbar zu sein und telefonieren zu können, wird damit unterstützt. Für die Benützung im Auto sind als Zusatz zu den Handgeräten Einbauvorrichtungen für Aussenantenne und Freisprecheinrichtungen erhältlich und notwendig.

Mit zunehmender Integration und mit den rasch zunehmenden Absatzzahlen bewegen sich die Verkaufspreise der Mobilgeräte rasch nach unten (Fig. 5). In wenigen Jahren dürfte der Preis für ein Handheldgerät unter Fr. 500.- liegen.

In einigen Ländern wurden in letzter Zeit GSM-Geräte zu Billigpreisen oder sogar zum Nulltarif angeboten. Dies hat jedoch nichts mit einem realen Verkaufspreis zu tun, sondern ist vielmehr eine Subventionierung oder eine Fangtaktik von Serviceprovidern und Netzbetreibern. Dieses Geld wird nach Vertragsabschluss über die Monatsgebühr oder die Gesprächstarife wieder hereingeholt.

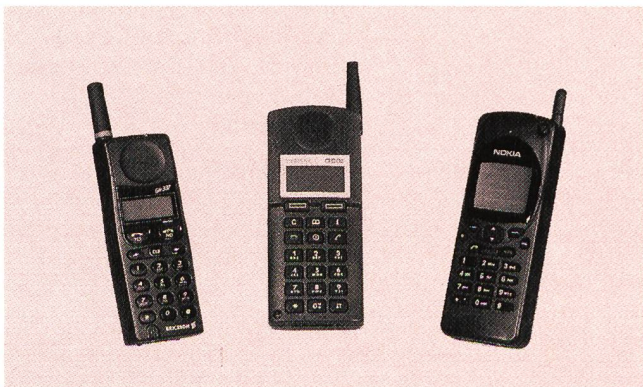


Fig. 4 Verschiedene Mobilgerät

Technik, Funktionen und Dienste

Vorbemerkungen

GSM ist ein äusserst leistungsfähiges und komplexes System, das sehr viele Dienste, gute Betriebseigenschaften und eine hohe Sicherheit bietet. Es ist unmöglich, in einem Übersichtsartikel auf einzelne Details einzugehen. Beispielsweise umfasst das Spezifikationsdokument für GSM Phase 1 über 5000 A4-Seiten. Der vorliegende Beitrag soll einen leicht verständlichen Einblick in die wichtigsten Systemelemente und -funktionen vermitteln. Die Beschreibung umfasst zudem nur eine Auswahl der Systemelemente und -funktionen. Dem speziell interessierten Leser wird die umfassende GSM-Beschreibung [2] empfohlen.

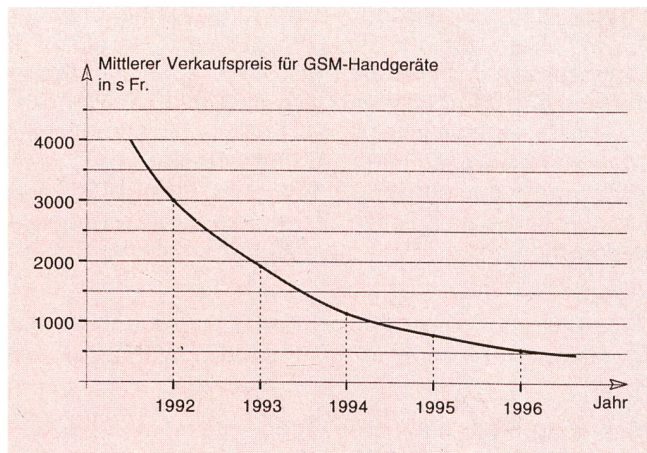


Fig. 5 Mit zunehmender Integration und höheren Umsatzzahlen bewegen sich die Verkaufspreise der Mobilgeräte rasch nach unten

Zellulares Netz auf 900 MHz

Das GSM ist wie das Natel C (NMT) ein zelluläres System im 900-MHz-Band. Grundsätzlich ist für GSM das gemeinsam nutzbare Primärfrequenzband von 890–915 MHz (Uplink: für Übertragungen von den Mobilgeräten zu den Basisstationen) und von 935–960 MHz (Downlink: für Übertragungen von den Basisstationen zu den Mobilgeräten) reserviert. In der Schweiz werden heute auf diesem Band für das Natel C die Frequenzbereiche 890–905 und 935–950 MHz benutzt, so dass für Natel D GSM zurzeit die Bänder

905–915 MHz und 950–960 MHz zur Verfügung stehen. Eine spätere Erweiterung dieses Bandes zu Lasten der Natel-C-Frequenzen ist entsprechend der Teilnehmerentwicklung und der dadurch benötigten Funkkanäle geplant. In einigen Städten wird wegen Engpässen bereits davon Gebrauch gemacht (Fig. 6).

In anderen Ländern ist je nach Situation (belegte Frequenzbänder durch andere Funkssysteme, mehrere GSM-Betreiber usw.) die Frequenznutzung im vorgesehenen GSM-Band sehr unterschiedlich.

Der Abstand der einzelnen Funkkanäle beträgt beim GSM 200 kHz. Da die direkten Nachbarkanäle zum Natel C sowie die äussersten Kanalbänder aus Qualitätsgründen (gegenseitige Störungen) nicht verwendet werden können, stehen für GSM total 49 Funkkanäle zur Verfügung. Pro Funkkanal erfolgt beim heute eingesetzten Vollratencodex die Übertragung in acht Zeitschlitzten, was pro Funkkanal acht Nutzkanäle braucht (wobei zwei Kanäle pro 16 oder acht für die Signalisierung verwendet werden). Die Anzahl der total zur Verfügung stehenden Verkehrskanäle mit unterschiedlichen Frequenzbändern beträgt somit etwa 370.

Bemerkungen:

- Eine geschickte Funkzellenplanung erlaubt es jedoch, die gleichen Frequenzen wiederholt zu verwenden. Dadurch kann mit dem zellularen GSM-System eine hohe Kapazität erreicht werden.
- Mit der GSM-Phase 2 ist die Einführung des Halbbratencodex geplant. Dadurch erfolgt die Übertragung pro Funkkanal in 16 Zeitschlitzten, was die Kapazität der Verkehrskanäle praktisch verdoppeln wird.
- In den Grenzgebieten müssen die Frequenzen mit den GSM-Betreibern der Nachbarstaaten koordiniert

und aufgeteilt werden. Dadurch ist die Anzahl der effektiv verfügbaren Funkkanäle dort stark eingeschränkt. Dies wird vor allem in den grossen Städten und Agglomerationen in grenznahen Gebieten (Basel, Zürich, Genf, Lugano) bei steigendem Verkehr trotz Halbbratencodex bald zu Kapazitätsengpässen führen. Eine Ergänzung mit DCS1800 (1800 MHz) wird notwendig werden.

Funkzellennetz

Die einzelnen Funkzellen werden wie ein Wabennetz so aneinandergereiht, dass sie zusammen die Abdeckung eines Versorgungsbereiches ergeben (Fig. 7). Der Zellenradius ist abhängig vom Gelände, der Verkehrsdichte und der Sendeleistung. Er liegt bei unserem Netzkonzept und der bewusst sehr tief gehaltenen Leistungsabstrahlung bei einigen 100 Metern bis einigen wenigen Kilometern. Mit dieser Technik ist es möglich, die gleichen Frequenzen in gewissen Abständen, wo infolge eines genügenden Abstandes oder einer Geländeabschattung die gegenseitige Störbeeinflussung nicht mehr möglich oder vernachlässigbar ist, wiederzuverwenden.

Innerhalb des gesamten Funkzellennetzes kann sich ein Mobilteilnehmer frei bewegen, ohne dass die Verbindung unterbrochen wird. Für die Weitergabe der Verbindung an eine Nachbarzelle oder in einen andern Zentralbereich sorgt das System automatisch. Bedingung ist jedoch ein lückenloser Versorgungsübergang zwischen den einzelnen Zellen.

GSM-Netzelemente

Die GSM-Netzelemente sind in Fig. 8 abgebildet.

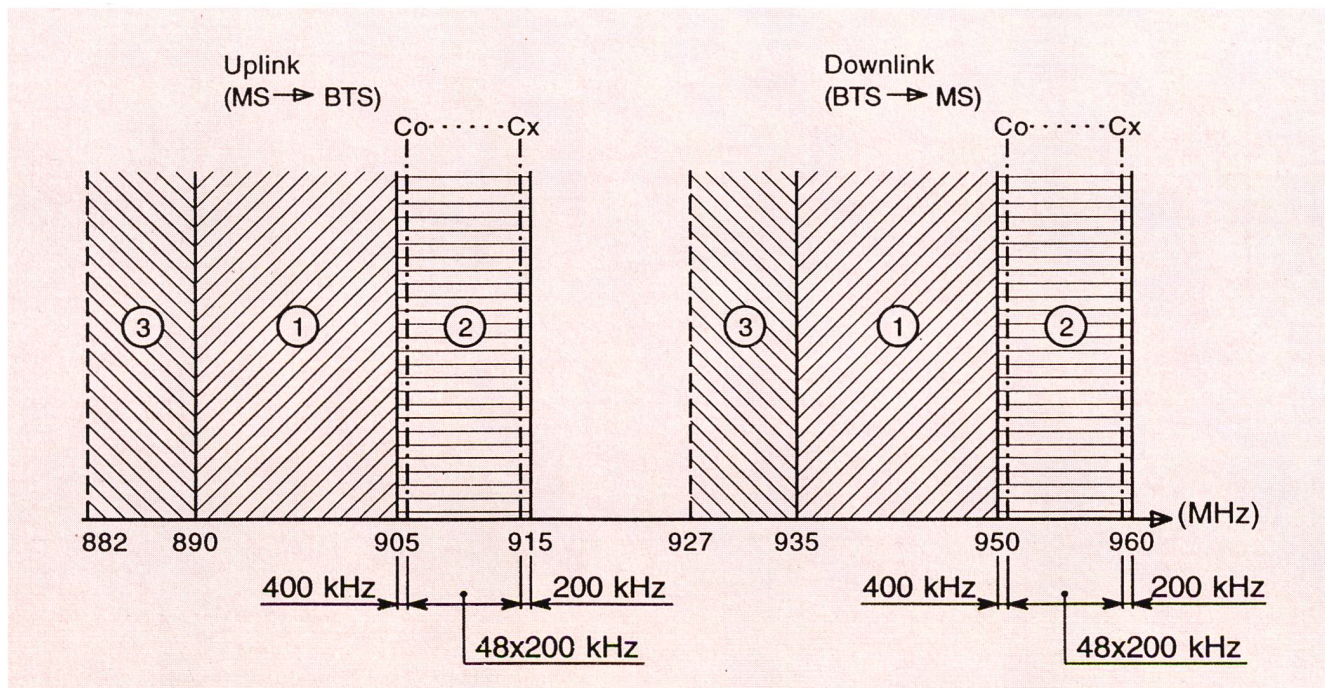


Fig. 6 Frequenzbereiche für Natel D GSM und Natel C

- | | | | |
|---|--|----|---|
| 1 | Frequenzband Natel C | 3 | GSM-Erweiterungsband (zur Zeit nicht verfügbar) |
| 2 | Frequenzband Natel D GSM (zum Teil bereits Frequenzen im Natel-C-Band benutzt) | Co | Erster nutzbarer Funkkanal für Natel D GSM |
| | | Cx | Letzter nutzbarer Funkkanal für Natel D GSM |



Fig. 7 GSM-Zellennetz – Frequenzplanung 12er Cluster

Die Zentrale MSC (Mobile Services Switching Center) bildet das Kernstück des Mobilkommunikationssystems. Sie übernimmt die Lenkung oder Vermittlung der Anrufe vom Ursprung bis zum Ziel. Die MSC wird mit andern MSC im gleichen Netz oder andern GSM-Netzen verbunden und ist die Vermittlungsstelle zum öffentlichen Netz.

Die zwei wichtigen Datenbanken HLR (Home Location Register) und VLR (Visitor Location Register) speichern die Informationen über die Teilnehmer. Das HLR enthält Angaben über die Abonnenten, die Zusatzdienste, das benutzte Netz und den Standort des Teilnehmers. Eng mit dem HLR arbeitet das AUC (Authentication Center) zusammen, das die Information für die Authentifizierung aller Anrufe zur Verfügung stellt, um den Teilnehmer vor möglichem Betrug zu schützen oder gestohlene Teilnehmerkarten zu sperren. In VLR sind die nötigen Informationen über die Teilnehmer enthalten, die das Netz «besuchen».

Das EIR (Equipment Identity Register) dient zur Speicherung von Informationen über den Typ der benutzten Mobilstation und kann sogar einen Anruf sperren, wenn es feststellt, dass eine Mobilstation gestohlen wurde, nicht typengeprüft ist oder einen Fehler aufweist, der das Netz stört.

Der BSC (Base Station Controller) verwaltet als Hauptfunktion die Daten für die Mobilität. Ein Mobilteilnehmer kann beliebig vom Bereich einer Funkzelle in den Bereich einer anderen wechseln. Dieser Vorgang, bei dem der Teilnehmer keine Unterbrechung feststellt, ist als Handover bekannt. Der BSC steuert diesen Vorgang mit der Auswertung der Signalstärkenmessung und der richtigen Signalisierung.

Die BTS (Base Transceiver Station) ist hauptsächlich für das Senden und Empfangen der Funksignale von und zu den Mobilstationen verantwortlich. Äusserst intelligente Methoden für Sprachcodierung, Fehlerkorrekturen und Frequenzausnutzung (Frequency Hopping) sorgen für eine gute Übertragungsqualität und Sicherheit.

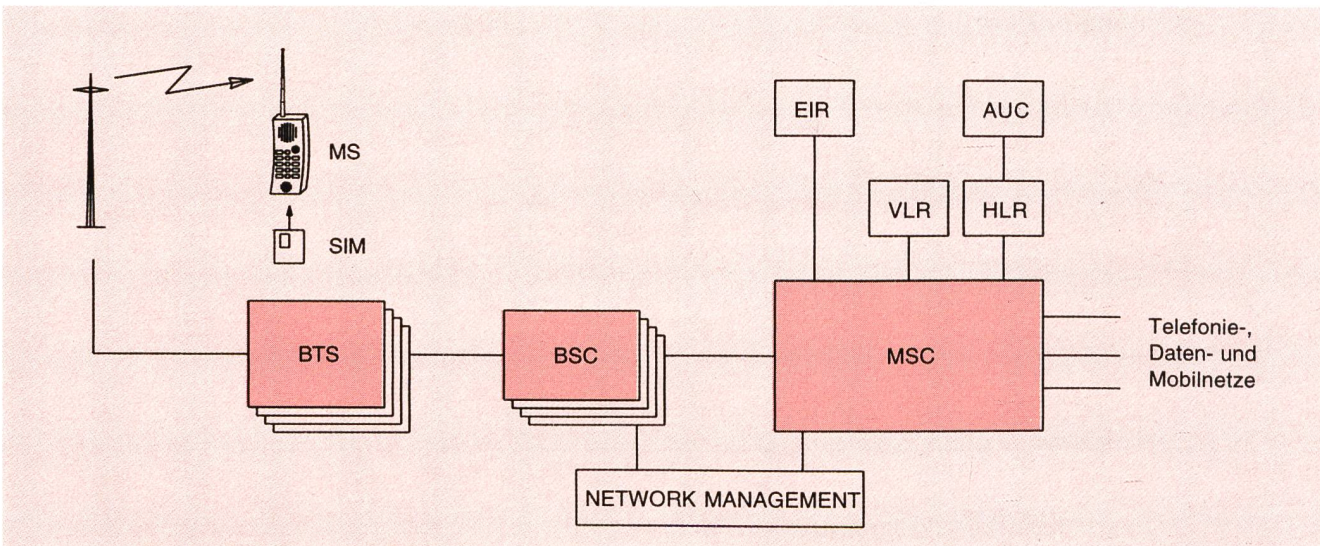


Fig. 8 GSM-Netzelemente

MSC Mobile Services Switching Center – Zentrale für Mobiltelefonie
 BSC Base Station Controller – Kontrolleinrichtung der Basisstation
 BTS Base Transceiver Station – Sendebasisstation
 EIR Equipment Identity Register – Identifikationspeicher

HLR Home Location Register – Heimteilnehmerdatenbank
 AUC Authentication Center – Authentifikationscenter
 VLR Visitor Location Register – Besucherteilnehmerdatenbank
 MS Mobile Station – Mobilstation
 SIM Subscriber Identity Module

Mobiltelefone in allen Varianten

Folgende digitale Mobiltelefone wurden normiert:

Klasse 1 Fahrzeug- oder tragbare Mobilstationen 20 W

Klasse 2 Fahrzeug- oder tragbare Mobilstationen 8 W

Klasse 3 Handgeräte 5 W

Klasse 4 Handgeräte 2 W

Klasse 5 Handgeräte 0,8 W

Bemerkungen: Geräte der Klasse 1 und 3 werden praktisch keine hergestellt.

Ohne Identitäts-Modul geht nichts

Beim GSM erfolgt die Teilnehmeridentifizierung physikalisch über die SIM-Karte (Subscriber Identity Module). Diese ist mit einem kompletten Prozessor und Speicher bestückt. Die SIM-Karte gibt es entweder in der Grösse einer Kreditkarte (Fig. 9) oder in der Mini-

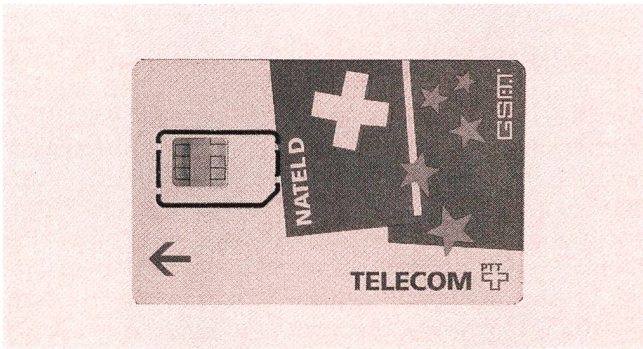


Fig. 9 SIM-Karte

version (Plug-in) von 25 × 15 mm. Die Plug-in-Version wird bei vielen Handgeräten verwendet.

Mit dem Einschoben oder Einsetzen der SIM-Karte in ein beliebiges, typengeprüftes GSM-Mobiltelefon identifiziert sich der Teilnehmer im jeweiligen Netz und kann unter seiner Telefonnummer abgehend telefonieren und ankommend angerufen werden. Die SIM-Karte ist somit der individuelle Schlüssel zum Netz; zwischen SIM und Netzinfrastruktur wird das Teilnehmerauthentifikationsverfahren durchgeführt. Zusätzlich wird mit der PIN (Personal Identification Number) ein Schutz gegen Missbrauch gegeben. In der SIM-Karte sind ebenfalls weitere Funktionen wie Nummernspeicher, Gebührenerfassung usw. integriert.

Digitales System GSM

Allgemeines

GSM ist ein volldigitales System, d. h. auch auf der Funkstrecke werden alle Signale digital übertragen. Dies erlaubt eine kombinierte Nutzung von GSM für Sprache und Daten. Zudem sind sehr hoch entwickelte Sicherheitsmassnahmen gegen Betrug und Abhörung integriert.

Funkschnittstelle

Die Verbindung zwischen Mobilgerät und Basisstation (BTS) wird als Funkschnittstelle bezeichnet. Die Datenrate auf dem Funkkanal beträgt 270 kbit/s. Die Da-

ten werden als Burst (kurze Pakete) von 557 us zu je 116 chiffrierten Bits gesendet, wobei diese in den Codierrahmen von acht (bei Vollraten- oder 16 bei Halbratencodern) Zeitschlitz eingefügt werden. Die Codierung ist sehr komplex und so optimiert, damit eine Chiffrierung möglich ist und Übertragungsfehler auf der Funkstrecke weitgehend korrigiert werden können. Das Verfahren wird als TDMA (Time Division Multiple Access) bezeichnet.

In der Basisstation wird dieses Signal für die weitere Übertragung in ein pulscodemoduliertes (PCM) Signal und im Mobilgerät durch den Sprachcodierer/-decodierer in das analoge Sprachsignal umgewandelt.

Sprachcodierung

Ein wichtiges Element für die digitale Übertragung ist der Sprachcodierer/-decodierer in der Mobilstation. Dieser arbeitet beim Vollratencodier mit einer Basisrate von 13 kbit/s oder bei Fehlerkorrektur mit 22,8 kbit/s (Halbratencodier 6,5 kbit/s oder 11,4 kbit/s). Das analoge Sprachsignal wird 8000mal pro Sekunde abgetastet und in ein PCM-Signal mit 13 gleichwertigen Bits codiert. Dieses Signal wird dem Codiersystem zugeführt, chiffriert und auf der Funkstrecke übertragen.

Datenübertragung

Die Kanalcodierung ist für die Datenübertragung spezifisch angepasst und optimiert. Damit können Übertragungsgeschwindigkeiten von bis zu 9600 kbit/s erreicht werden. In der Mobilstation wird kein Modem benötigt; eine direkte Datenschnittstelle wird bei der Mobilstation integriert (bei Mobilgeräten ab GSM Phase 2). Es werden die asynchronen oder synchronen Standards V. 21, V. 22, V. 22bis, V. 23 und V. 32 (einschliesslich der V.42-Fehlerkorrekturprotokolle) sowie Fax Gr. 3 unterstützt.

Für die Anpassung der Datenübertragung an die genannten Standards und zur Übertragung auf eine leitungsvermittelte oder paketvermittelte Verbindung zum/vom öffentlichen Netz sind eine Data Interworking Unit sowie entsprechende Modems oder Paket Assembler/Disassembler (PAD) notwendig (Fig. 10).

Sicherheit und Verschlüsselung im GSM

Das GSM-System genügt in bezug auf Abhörsicherheit auf der Funkübertragung sowie auch in bezug auf Schutz vor missbräuchlichen Systemeingriffen durch Dritte höchsten Ansprüchen.

Persönlicher Schutz vor missbräuchlicher SIM-Karten-Benützung

Mit einem vom Kunden wählbaren, bis zu achtstelligen PIN (Personal Identity Number), der über die Tastatur der Mobilstation eingegeben werden muss, wird bei Verlust oder Diebstahl eine missbräuchliche Benutzung verhindert. Die Freigabe erfolgt durch eine Datenprozedur zwischen Mobilgerät und SIM-Karte. Nach dreimaliger Falscheingabe des PIN wird die SIM-Karte gesperrt; eine Entsperrung ist nur noch mit

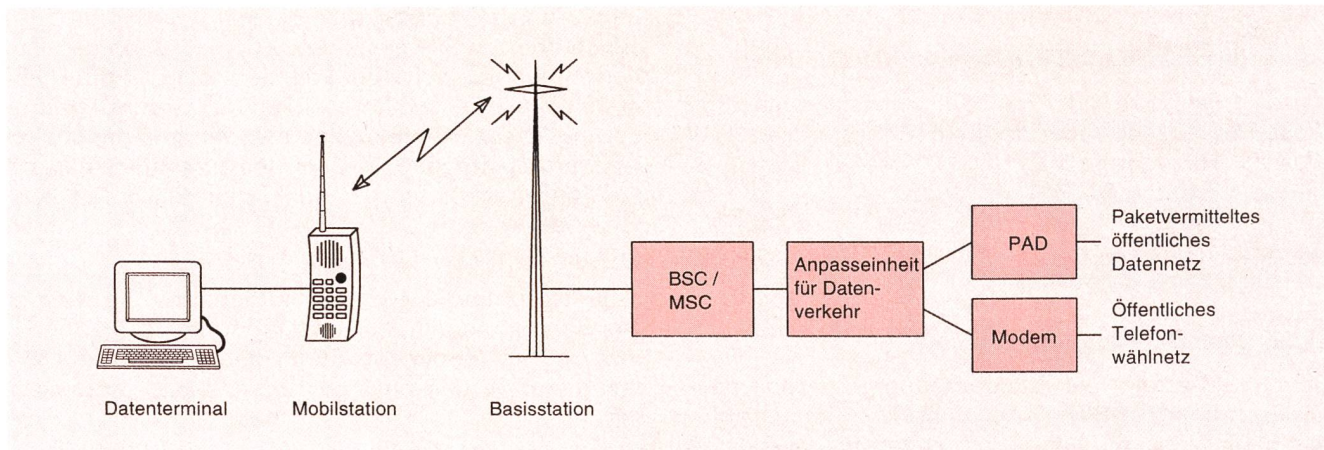


Fig. 10 Anpassung der Datenübertragung an die Standards

MSC Mobile Switching Centre – Zentrale für Mobiltelefonie

PAD Packet Assembler/Dissambler – Paketierer/Depaketierer

dem PUK (PIN Unblocking Key), der dem Kunden bei der Abonnementeinlösung in vertraulicher Form abgegeben wird, möglich. Der Kunde kann auch auf eigene Verantwortung auf diesen persönlichen Schutz verzichten und die PIN auf der SIM-Karte deaktivieren.

Authentifizierung vor dem Netzzugriff

Die Authentifizierung bezweckt, das Netz und die rechtmässigen Kunden gegen missbräuchliche Zugriffe zu schützen. Ebenfalls ist über die Authentifizierung ein weltweites Sperren von SIM-Karten durch GSM-Betreiber beispielsweise bei SIM-Karten-Diebstahl möglich.

Bei der Programmierung der SIM-Karte wird dem Kunden im System ein Teilnehmer-Authentifizierungsschlüssel (Ki) zugewiesen. Zudem ist weiter ein Geheimalgorithmus A3 notwendig. Diese sind sowohl auf der SIM-Karte und im AUC (Authentication Center) gespeichert und für unberechtigtes Auslesen geschützt. Bei jedem Einschalten des Mobilgerätes, bei jeder Neuregistrierung und bei jedem Verbindungsaufbau werden mittels eines Zufallsgenerators, dem geheimen Algorithmus (A3) und dem Authentifizierungsschlüssel Ki im AUC sowie im Mobilgerät ein temporärer Authentifikationsschlüssel (SRES) erstellt. Erst nach gegenseitiger Überprüfung (gleicher Schlüssel im AUC und im Mobilgerät) erfolgt die Freigabe einer Verbindung.

Chiffrierung auf der Funkstrecke

Die analogen Mobilkommunikationssysteme sind auf der Funkstrecke nicht abhörsicher. Mit der Chiffrierung im GSM kann nun den Benutzern praktisch eine absolute Vertraulichkeit für Sprach- und Dateninformationsaustausch auf der Funkstrecke garantiert werden.

Bei der Chiffrierung wird analog der Authentifizierung, jedoch mit einem Geheimalgorithmus A5 für jede Verbindung ein neuer Chiffrierschlüssel errechnet. Als weitere Sicherheit werden für den Uplink und den Downlink unterschiedliche Schlüssel verwendet. Die-

se Schlüssel sind von derart hoher Komplexität, dass wenn auch der Geheimalgorithmus A5 verbotener Weise in unberechtigte Hände käme, eine Knackung des Chiffrierschlüssels durch modernste Rechner mehrere Monate dauern würde. Weiter müsste zudem zuerst genau die richtige Verbindung, die abgehört werden soll, aufgezeichnet werden können (die Teilnehmeridentität ist ebenfalls geheim) und zusätzlich auch noch der Schlüssel für den Down- oder Uplink geknackt werden; ein Unterfangen, das auch mit modernsten Mitteln unmöglich ist.

Temporäre Identität

Mit diesem Leistungsmerkmal wird verhindert, dass der Mobilteilnehmer bei einem Verbindungsaufbau identifiziert werden kann.

Jeder GSM-Mobilteilnehmer besitzt eine weltweit nur einmal verwendete Identifikationsnummer IMSI (International Mobile Subscriber Identity). Zudem wird jedem Kunden eine Rufnummer zugeteilt. Diese ist unterschiedlich von der IMSI. Die IMSI wird im GSM-System für die Teilnehmeridentifizierung verwendet. Falls diese unberechtigterweise in falsche Hände käme, könnte auf dem Funknetz unter Umständen ein bestimmter Teilnehmer identifiziert werden, wenn er eine Verbindung herstellt. Als Schutz gegen diese Möglichkeit wird deshalb mit einer TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity) gearbeitet. Sofort nach der Einschaltung einer Mobilstation wird im Mobilgerät und im GSM-Register eine neue TMSI errechnet, die bei jedem Verbindungsaufbau oder jeder Datenaufdatierung zwischen Mobilgerät und GSM-System wieder automatisch verändert wird. Eine Erkennung des betreffenden Teilnehmers ist somit nicht mehr möglich.

Identifikation der Mobilstation

Dieses Leistungsmerkmal stellt sicher, dass in den GSM-Systemen weltweit keine unberechtigten Mobilgeräte verwendet werden können. Jedes Mobilgerät trägt seine eigene IMEI (International Mobile Equipment Identity).

Tabelle 3. Teledienste

Name, Erklärung	GSM-Phase	Einführung gem. GSM-Standard – Muss (M) – Option (O)	Geplante Einführung im Natel D GSM (Schweiz)
Telephony with DTMF Normaler Telefoniedienst mit der Möglichkeit, Verbindungen zu mobilen oder festen Teilnehmern in der ganzen Welt herzustellen oder zu empfangen, mit Frequenzwahl für Steuerungen von Voice Mail oder anderen Einrichtungen.	1	M	eingeführt
Emergency calls Notruf durch Wahl der 112 ab GSM-Apparat; wird in jedem Land an eine nationale Notrufstelle weitervermittelt. In der Schweiz und in verschiedenen anderen Ländern müssen nationale Notrufstellen zuerst noch bestimmt und aufgebaut werden.	1	M	eingeführt
Short Message Service MT/PP Möglichkeit, alphanumerische Kurzmeldungen bis zu 160 Zeichen von einem Servicecenter an eine bestimmte Mobilstation zu schicken.	2	M	Herbst 1995
Short Message Service MO/PP dito wie oben, jedoch kann ebenfalls von einer Mobilstation aus die Kurzmeldung eingegeben werden.	2	M	Herbst 1995
Short Message Service cell broadcast Möglichkeit, einer alphanumerischen Kurzmeldung von bis zu 160 Zeichen an eine Mobilteilnehmergruppe mit entsprechender Berechtigung innerhalb eines bestimmten geographischen Gebietes (Mobilzellen) zu senden.	2	O	offen
Automatic Fax Gr. 3, T, MT, bis 4,8 kbit/s Autom. Fax-Gr.-3-Anschluss, mit der Möglichkeit, Fax-Meldungen bis 4,8 kbit/s zu empfangen.	2	M	Herbst 1995
Automatic Fax Gr. 3, T, MO, MT, bis 4,8 kbit/s Autom. Fax-Gr.-3-Anschluss mit der Möglichkeit, Fax-Meldungen 2,4–9,6 kbit/s abzusenden und zu empfangen. Mit diesem Dienst wird nur Fax Gr. 3 unterstützt.	2	M	Herbst 1995
Alternale speech and fax Gr. 3, T, NT Dieser Dienst erlaubt es, eine Sprechverbindung aufzubauen und später manuell oder sofort automatisch auf Fax-Mode zu wechseln.		M	offen
DTMF: Dual Tone Multi Frequency MT: Mobile terminated PP: Point to point MO: Mobile originated T: Transparent NT: Not transparent			

Aufbau der IMEI (total 15 digits)
TAC (6 digit), FAC (2 digit), Seriennummer (6 digit), SP (1 digit)
TAC: Typenprüfungscode, Typ, Zulassungsstelle
FAC: Identifiziert Herstellerfirma
Seriennummer: Spezifische Gerätenummer
SP: leere Reserveposition

Die IMEI werden bei der Fabrikation der Geräte einprogrammiert und sind gegen unberechtigtes Ändern oder Programmieren geschützt.

In einem Equipment Identity Register (EIR), das weltweit mit allen GSM-Betreibern im Verbund arbeitet,

sind alle für den rechtmässigen Gebrauch freigegebenen Mobilgeräte in einer *White List*, alle Mobilgeräte mit speziellen Problemen (z. B. technische) in einer *Grey List* und alle gestohlenen oder gesperrten Apparate in einer *Black List* eingetragen. Bei jeder Registrierung (Einschalten) eines Mobilgerätes irgendwo in einem GSM-Netz wird diese IMEI automatisch überprüft und je nach Eintrag im EIR die Freigabe, eine Sperrung oder eine Fehlermeldung eingeleitet.

Dienste

In den *Tabellen 3 bis 5* werden die wichtigsten von GSM bereits angebotenen oder geplanten Dienste beschrieben. Die Bezeichnung der Dienste ist be-

Tabelle 4. Trägerdienste

Name, Erklärung	GSM-Phase	Einführung gem. GSM-Standard – Muss (M) – Option (O)	Geplante Einführung im Natel D GSM (Schweiz)
DCD Asynchronous, 1200...9600 bit/s, T, NT Transparente und nichttransparente asynchrone leitungsvermittelte Datenübertragung von 1200...9600 bit/s (duplex)	2	M	Herbst 1995
DCD Synchronous, 1200...9600 bit/s, T Transparente, synchrone und leitungsvermittelte Datenübertragung von 1200...9600 bit/s (duplex)	2	O	Herbst 1995
DPD Synchronous, 2400...9600 bit/s, T, NT Duplexe, transparente oder nichttransparente Datenpaketübertragungen von 2400, 4800, 9600 bit/s.	2	O	Herbst 1995
PAD Asynchronous 2400...9600 bit/s T, NT Adaptierte (Packet Assembly Disassembly) asynchrone Datenübertragung für paketvermittelte öffentliche Datennetze	2	O	Herbst 1995

DCD: Data Circuit duplex
 DPD: Data Packet duplex
 PAD: Packet Assembly Disassembly facility
 T: Transparent
 NT: Not transparent

Eine transparente Datenübertragung hat keine Übertragungs- und Fehlerkorrekturmassnahmen. Die Fehlerrate variiert entsprechend den Funkverbindungen.

Die nichttransparente Datenübertragung beinhaltet Übertragungs- und Fehlerkorrekturmassnahmen. Die Fehlerrate ist deshalb viel tiefer, jedoch variiert die Übertragungszeit.

Tabelle 5. Zusatzdienste

Name, Erklärung	GSM-Phase	Einführung gem. GSM-Standard – Muss (M) – Option (O)	Geplante Einführung im Natel D GSM (Schweiz)
Call offering Die nachfolgenden Dienste sind Umleit- oder Weiterleitungsdienste bei ankommenden Anrufen			
<i>Call forwarding unconditional (Service 21)</i> Bei Aktivierung der Anrufweiterleitung wird dieser auf eine durch den Teilnehmer programmierte Nummer im In- und im Ausland weitergeleitet.	1	M	eingeführt
<i>Call forwarding on mobile Subscriber busy (Service 67)</i> Wenn der angerufene Teilnehmer besetzt ist, wird der nächste Anruf an eine vorprogrammierte Nummer umgeleitet.	1	M	eingeführt
<i>Call forwarding on no reply (Service 61)</i> Weiterleitung von Anrufen auf programmierten Nummern in In- und im Ausland, wenn der gerufene Teilnehmer nicht antwortet. Der Mobilteilnehmer kann eine verzögerte Weiterleitung im Bereich von 5 bis 30 Sek. programmieren.	1	M	eingeführt
<i>Call forwarding on mobile Subscriber not reachable (Service 62)</i> Weiterleitung von Anrufen auf programmierte Nummern im In- und im Ausland, wenn der gerufene Mobilteilnehmer nicht erreichbar ist, d. h. wenn das Gerät nicht eingeschaltet ist oder sich in einem nicht versorgten Gebiet aufhält.	1	M	eingeführt

Name, Erklärung	GSM-Phase	Einführung gem. GSM-Standard – Muss (M) – Option (O)	Geplante Einführung im Natel D GSM (Schweiz)
Call Restriction			
Die Dienste «Call Restriction» sind Einschränkungen oder Blockierungen von ankommenden oder abgehenden Anrufen. Eine Vorprogrammierung des betreffenden Dienstes durch den Netzbetreiber und eine Aktivierung/Desaktivierung durch den Mobilkunden ist notwendig.			
<i>Barring of All Outgoing Calls</i> Alle abgehenden Verbindungen national und international (mit Ausnahme des Notrufs 112) werden gesperrt.	1	M	eingeführt
<i>Barring of Outgoing International Calls</i> Alle abgehenden internationalen Verbindungen werden gesperrt.	1	M	eingeführt
<i>Barring of Outgoing International Calls except to the Home PLMN Country</i> Sperrung dito oben, jedoch wenn sich der betreffende Mobilkunde in einem Ausland-GSM-Netz befindet, kann er zurück in die Schweiz Anrufe herstellen.	1	O	eingeführt
<i>Barring of all Incoming Calls</i> Alle ankommenden Anrufe werden auf einen Sprechtext, z. B. «Auf dieser Nummer können zurzeit keine Anrufe empfangen werden», geleitet.	1	M	eingeführt
<i>Barring of all Incoming Calls when Roaming outside the Home PLMN</i> Wenn sich der Teilnehmer im Ausland befindet, werden die ankommenden Anrufe nicht weitergeleitet, sondern auf einen Sprechtext, z. B. «Auf dieser Nummer können zurzeit keine Anrufe empfangen werden», geleitet.	1	M	eingeführt
<i>Operator determined barring</i> Mit diesem Dienst kann der Netzbetreiber bei bestimmten Kategorien von Teilnehmern abgehende oder ankommende Anrufe sowie das Roaming auf Zeit sperren.	2	O	offen
Call completion			
«Call completion» – Dienste geben erweiterte Möglichkeiten bei der Behandlung von Anrufen.			
<i>Call Waiting</i> Wenn ein Mobilteilnehmer im Gespräch ist und ein weiterer Anruf eingeht, wird der Angerufene auf diesen weiteren Anruf aufmerksam gemacht (Ton). Es besteht dann die Möglichkeit, die bestehende Verbindung zu beenden oder in die Wartehaltung zu legen und den «Wartenden» zu beantworten oder nicht darauf zu reagieren.	1	M	Sommer 1995
<i>Call Hold</i> Bei einer bestehenden Verbindung kann diese in eine Wartehaltung gelegt werden, um einen weiteren Anruf zu beantworten oder einen weiteren aufzubauen. Wird oft im Zusammenhang mit «Call Waiting» gebraucht.	1	M	Sommer 1995
Number Identification			
Diese Dienste erlauben es, eine Identifizierung des Anrufenden oder angerufenen Teilnehmers durch den Netzbetreiber oder durch die Kunden vorzunehmen. Zu beachten sind dabei die nationalen Gesetze des Datenschutzes.			
<i>Calling number identification presentation</i> Dem angerufenen Teilnehmer kann die Rufnummer (bzw. Teile davon) des Anrufenden beim betreffenden Anruf eingezeigt werden.	2	O	Herbst 1995

Name, Erklärung	GSM-Phase	Einführung gem. GSM-Standard – Muss (M) – Option (O)	Geplante Einführung im Natel D GSM (Schweiz)
<i>Calling number identification restriction</i> Damit kann ein bestimmter Teilnehmer eine Identifikation bei den Angerufenen verhindern; von Interesse für bestimmte Kategorien von Teilnehmern.	2	O	Herbst 1995
<i>Connected number identification presentation</i> Dem rufenden Teilnehmer wird die Nummer des gerufenen Teilnehmers angezeigt, diese kann im Falle einer Anrufweiterleitung oder Umleitung unterschiedlich zur gewählten Nummer sein.	2	O	Herbst 1995
<i>Connected Number identification restricted</i> Damit kann ein bestimmter Teilnehmer die Anzeige der angerufenen Nummer bei den Anrufern verhindern.	2	O	Herbst 1995
<i>Malicious Call Identification</i> Dieses Leistungsmerkmal dient den Netzbetreibern, missbräuchliche Anrufer auf dem Mobilnetz zu verfolgen.	2+	O	offen
Advice of Charge			
<i>Advice of Charge (charging)</i> Anzeige und Totalisierung der aufgelaufenen Gesprächstaxen für Taxweiterverrechnung, beispielsweise bei Gerätevermietung (abgehende und ankommende Anrufe wenn Taxierung; Ausnahme: Zusatzdienste). Wenn in einem GSM-System Advice of Charge nicht funktioniert, wird das Gerät für taxpflichtige Verbindungen blockiert.	2	M	Herbst 1995
<i>Advice of Charge (Advice)</i> Anzeige der aufgelaufenen Gesprächstaxen für eigene Kontrollzwecke (abgehende und ankommende Verbindungen, wenn Taxierung). Wenn in einem GSM-System Advice of Charge nicht funktioniert, kann gleichwohl eine Verbindung hergestellt werden.	2	M	Herbst 1995
Multi Party Service			
Dieser Dienst bietet die Möglichkeit, ein Konferenzgespräch mit max. 6 Partnern (ein Aufbauender, 5 weitere Partner) aufzubauen und zu führen.	2	M	Herbst 1995
Closed User Group			
Das Leistungsmerkmal «Closed User Group» bietet die Möglichkeit, verschiedenste geschlossene Benutzergruppen im GSM-System zu bilden. Funktionen beispielsweise: Telefonverbindungen nur innerhalb der betr. Gruppe möglich, übrige gesperrt. Ankommende Verbindungen nur an ganz bestimmte Teilnehmer in der Gruppe möglich. Abgehende Verbindungen ausserhalb der Benutzergruppe ganz gesperrt, nur an bestimmte Nummern möglich, nur innerhalb bestimmter Funkzellen, nur national usw.	2+	O	offen

wusst in Englisch belassen, da eine Übersetzung vielfach nicht mehr aussagefähig und verwirrend ist. Zur Erklärung des Dienstes oder der Funktion dient die Kurzbeschreibung.

In der Tabelle wird zudem angegeben, wann für welche Dienste die Einführung im GSM-System in der Schweiz geplant ist. Ob und wann die betreffenden

Dienste kommerziell für die Kunden eingeführt werden, hängt im wesentlichen von der Nachfrage, der internationalen Koordination und der erfolgreichen Systemimplementation ab. Zudem werden verschiedene Dienste taxpflichtig und müssen somit zusätzlich abonniert werden. Weiter braucht es vor allem bei Datendiensten Mobilgeräte mit entsprechenden Funktionen (Phase 2).