

Kopplung von DECT- und GSM-Mobilfunksystemen

Jens Biesterfeld, Jan Steuer, Klaus Jobmann

Universität Hannover, Institut für Allgemeine Nachrichtentechnik, - Kommunikationsnetze -

1 Kurzfassung

In Europa sind zwei digitale Mobilfunksysteme vom European Telecommunications Standards Institute (ETSI) standardisiert worden. Dieses ist zum einen der DECT Standard (Digital Enhanced Cordless Telecommunications), der für kleine Zellradien und die Funkversorgung in Gebäuden konzipiert wurde. Zum anderen existiert der GSM Standard (Global System for Mobile Communications), welcher zur flächendeckenden Versorgung der Teilnehmer und für eine hohe Geschwindigkeit der Mobilstation (MS) entwickelt wurde. Um die Vorteile der beiden Systeme zu nutzen, ist es in bestimmten Anwendungsfällen sinnvoll, die Systeme zu verbinden. Zweckmäßig ist z. B. die Anbindung von DECT-Anlagen an das GSM/DCS-System bei der Versorgung von Büroräumen in Gebäuden oder Gebieten mit hoher Teilnehmerdichte, wie Messen oder dichtbesiedelte Wohngebiete, da DECT aufgrund der kleineren Zellgröße und der Kanalauswahl einen flexibleren Kapazitätsausbau erlaubt.

Die unterschiedlichen Varianten der Kopplung und die im DECT nötigen Protokolle zur Mobilitätsverwaltung sowie die Systemstruktur der realisierten Protokollsimulation werden vorgestellt.

2 GSM/DCS-System

Das GSM/DCS-System besteht aus dem Funksystem, dem Base Station Subsystem (BSS) und dem Festnetz mit den Mobilvermittlungsstellen und dem

Verbindungsleitungsnetz (s. **Bild 1**). Die mobilen Endgeräte greifen über die Luftschnittstelle auf die Basisstationen zu. Die Basisstationen werden über Base Station Controller mit den Vermittlungsstellen verbunden. Die Vermittlungsstellen sind untereinander über ein Festleitungsnetz verbunden. Weiterhin sind in den Vermittlungsstellen Schnittstellen zu anderen Netzen z. B. dem ISDN vorhanden.

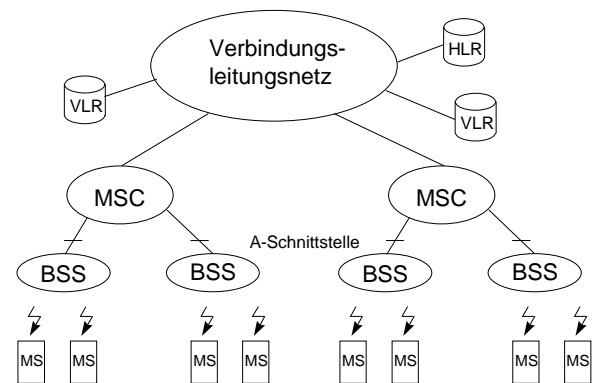


Bild 1 GSM/DCS Netzstruktur

Die Trägerfrequenzen liegen bei 900MHz (GSM) bzw. 1800MHz (Digital Cellular System, DCS), die Duplexkanaltrennung wird im Frequenzbereich vorgenommen. Als Multiplexverfahren wird eine Kombination aus FDMA¹ und TDMA² verwendet. Die Frequenzzuordnung erfolgt statisch, das heißt, es ist eine Frequenzplanung vor dem Aufbau eines Netzes und vor der Erweiterung bestehender Netze zu leisten. Die maximalen Zellgrößen mit Rundstrahlantennen liegen im Bereich 35km (GSM) bzw. 8km (DCS). Das System ist für einen flächendeckenden zellularen Aufbau

¹ Frequency Division Multiple Access

² Time Division Multiple Access

konzipiert. Die Endgeräte können sich mit bis zu 250-500km/h (GSM) bzw. 125-250km/h (DCS) fortbewegen. Aufgrund der hohen erlaubten Geschwindigkeit und der großen Reichweite sind die Endgeräte teurer und haben einen höheren Energieverbrauch als DECT-Endgeräte. Die Darstellung des OSI-Modell an der U_m -Schnittstelle zeigt folgenden vereinfachten Aufbau (s. **Bild 2**).

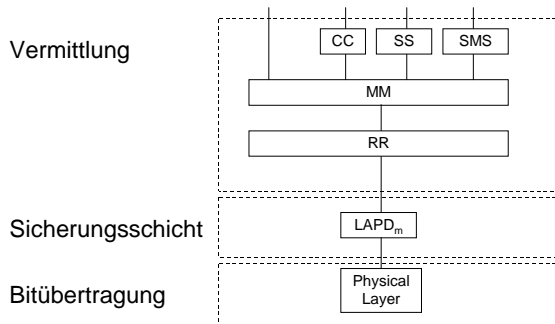


Bild 2 Die U_m -Schnittstelle im OSI-Modell

Die unterste Schicht, die Bitübertragungsschicht, ist für die Übertragung des Bitstromes verantwortlich. In der darüberliegenden Sicherungsschicht wird ein dem ISDN angelehntes Sicherungsprotokoll das LAPD_m (Link Access Protocol for the D_m-Channel) verwendet. Es basiert im wesentlichen auf einer Fehlersicherung mittels Prüfsumme und benutzt ein Automatic Repeat Request-Verfahren, daß heißt gestörte Pakete werden vom Sender zur Wiederholung angefordert. Die Sicherungsschicht wird von der Vermittlungsschicht zur sicheren Übertragung ihrer Protokollelemente benutzt. In der Vermittlungsschicht sind die Einheiten zur Verbindungssteuerung (Call Control, CC), zur Verwaltung der Aufenthaltsorte (Mobility Management, MM) und andere Dienste wie Kurznachrichtenübertragung (Short Message Service, SMS) und zusätzliche Leistungsmerkmale (Supplementary Services, SS) angesiedelt. Aus Bild 2 wird ersichtlich, daß das Mobility Management funktional unter den anderen Diensten und

der Call Control liegt und das Radio Ressource Management (RR) als Dienst benutzt. Diese Struktur im OSI-Modell ist im DECT-System anders ausgebildet, wie im nächsten Kapitel erläutert wird.

3 DECT-System

Das DECT-System weist prinzipiell eine ähnliche Netzstruktur auf. Die Endgeräte, hier Portable Parts (PP) genannt, greifen über die Luftschnittstelle auf die Feststationen, Fixed Part (FP), zu. Dieses ist der Teil des DECT-Systems, der von der ETSI im DECT Standard [1] festgelegt wurde. Da das System ursprünglich für private, firmeninterne oder Telepoint Systeme gedacht war, wurde für das Festnetz keine Festlegung getroffen. Es kann aber wie folgt nach einem Vorschlag der ETSI erweitert werden. Die Feststationen werden über lokale Netze miteinander verbunden. Lokale Netze in diesem Sinne können z. B. private TK-Anlagen, Lokale Rechnernetze nach den IEEE 802.9-Standards oder private ATM-Systeme sein. Die lokalen Netze werden über globale Netze, z. B. das ISDN, das analoge Telefonnetz oder Datennetze miteinander verbunden. Ein Beispiel für die Netzstruktur des DECT Systems zeigt **Bild 3**.

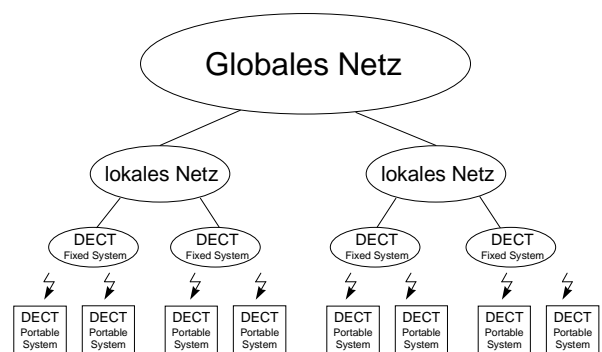


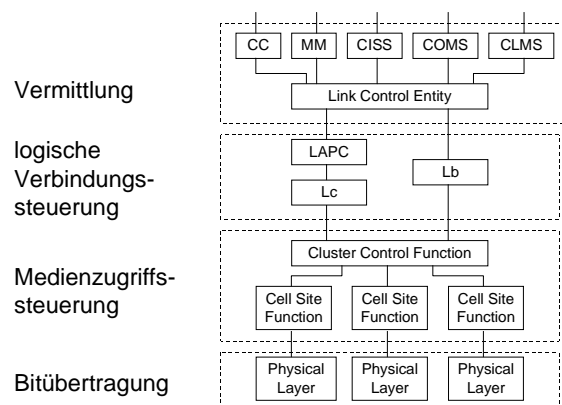
Bild 3 DECT Systemstruktur

Die Trägerfrequenzen liegen im Frequenzbereich von 1880-1900MHz. Zum Multiplexen wird eine Kombination aus FDMA und TDMA verwendet. Die

maximale Zellgröße mit Rundstrahlantenne liegt im Freien bei 300 und im Gebäude bei 30-50m. Für Systeme mit größerer Reichweite sind Maßnahmen gegen die Auswirkungen von Mehrwegeausbreitungen zu ergreifen, die der DECT-Standard nicht vorsieht [2]. Die minimale Zellgröße kann aufgrund der höheren Frequenz und der geringeren Sendeleistung in der Regel kleiner sein als beim GSM/DCS. Die Ausdehnung der Zellen ist von den örtlichen Gegebenheiten, wie Hindernissen, Abschirmungen usw., abhängig. Das System benutzt eine dynamische Frequenzwahl, so daß keine Frequenzplanung nötig ist. Mehrere Systeme können parallel existieren, wobei nicht synchronisierte Systeme sich im ungünstigen Fall aber gegenseitig die nutzbare Kanalanzahl reduzieren [3]. Die Duplexkanaltrennung erfolgt im Zeitvielfach. Das System ist für eine punktuelle Ausleuchtung von Gebieten mit hoher Teilnehmerdichte und für quasi-stationäre Endgeräte ausgelegt. Die Kosten für das DECT-System sind in bestimmten Anwendungsfällen geringer als beim GSM/DCS [2].

Die Struktur des DECT Standards im OSI-Modell ist in **Bild 4** zu sehen. Die Bitübertragungsschicht sorgt auch hier für die Anpassung des Bitstromes an das Übertragungssystem. Die Sicherungsschicht ist im DECT in die Medienzugriffssteuerung (MAC) und die logische Verbindungssteuerung (DLC) aufgeteilt. Die MAC sorgt für die Anpassung des zu übertragenden Bitstromes an das Medium. Sie besteht aus der Cell Site Function, der jeweils eine Instanz der Bitübertragungsschicht zu geordnet ist. Eine Instanz kann beispielsweise ein DECT-Transmitter/Receiver für 12 Duplexkanäle sein. Ebenfalls zur MAC gehört die Funktion der Cluster Control (CCF), die mehrere CSF zusammenfaßt und verwaltet. Aufsetzend auf die MAC steuert die logische Verbindungssteuerung die

Zuordnung der logischen Kanäle und nimmt die Sicherung der Signalisierungsdaten und wahlweise auch der Nutzdaten vor. Diese Funktionen sind in den Einheiten LAPC (Link Access Protocol C-Plane), L_c und L_b untergebracht. Der Zweig LAPC- L_c wird im wesentlichen für verbindungsorientierte Punkt-zu-Punkt Übertragungen benutzt, der Zweig L_b für verbindungslose Punkt-zu-Mehrpunkt- oder Punkt-zu-Punkt-Übertragung vom Fixed zum Portable Part.



CISS Call Independent Supplementary Services
 CLMS ConnectionLess Message Service
 COMS Connection Oriented Message Service

Bild 4 DECT-Schichtenmodell

Über der logischen Verbindungssteuerung ist die Vermittlungsschicht (NWK) plaziert, und der Aufbau der Nutzkanäle gesteuert. Es können sowohl verbindungsorientierte leitungs- oder paketvermittelte als auch verbindungslose Dienste benutzt werden. Die Verteilung der aus der Schicht 2 kommenden Nachrichten nimmt die Link Control Entity vor. Dem **Bild 4** ist zu entnehmen, daß die einzelnen Einheiten, wie Call Control und Mobility Management im DECT-System parallel, während sie im GSM/DCS-System kaskadiert angeordnet sind. Dieses hat Auswirkungen auf die möglichen internen Zustände, die die Einheiten annehmen können und deren Bearbeitung bei einer Kopplung der Systeme.

4 Kopplungsvarianten

Aufgrund der oben angesprochenen unterschiedlichen Eigenschaften der Systeme liegt der Gedanke an eine Verwendung des jeweils geeigneteren Systems nahe. Als Extremfälle seien folgende Beispiele erwähnt. An einer Autobahn kann wegen der hohen Geschwindigkeit nur das GSM/DCS-System eingesetzt werden. Auf einem Messegelände ist es sinnvoll wegen der hohen Teilnehmerdichte und einer Kombination aus Innen- und Außenversorgung das DECT-System zu benutzen. Im letzten Fall ist sogar eine hybride Lösung mit DECT-Versorgung im Innenbereich und GSM/DCS-Versorgung im Außenbereich denkbar. Endgeräte, die die Kommunikation mit beiden Systemen erlauben, sind in Kürze auf dem Markt zu erwarten. Es wurden bereits Prototypen dieser Dual-Mode-Geräte vorgestellt.

Für die Kopplung der Systeme gibt es zwei wesentlich unterschiedliche Möglichkeiten, die im folgenden erläutert werden. Zum einen ist die direkte Kopplung an der A-Schnittstelle möglich, zum anderen ist eine Kopplung der Systeme über ein Weitverkehrsnetz z. B. ISDN möglich [4].

Die Kopplung der Funksysteme untereinander als auch die Kopplung eines Funksystems mit dem ISDN muß, wegen der inkompatiblen Standards und der unterschiedlichen Kanalstruktur (s. Kap. 2 und 3), auf der Ebene der Vermittlungsschicht des OSI-Modells stattfinden [5][1]. Bei der Kopplung der beiden Mobilfunkstandards auf der Ebene der Vermittlungsschicht entstehen mehrere Probleme, da die verwendeten Protokolle unterschiedlich sind. Betroffen sind davon sowohl die Nachrichten der Call Control als auch die des Mobility Managements. Die Call Control stellt die Nachrichten zur Verbindungssteuerung bereit. Das Mobility Management umfaßt die Funktionen zur Verwaltung der Aufenthaltsorte der

Teilnehmer und die Sicherheitsmechanismen wie Authentisierung des Teilnehmers bzw. des Netzes und Verschlüsselung der Daten auf der Luftschnittstelle. Während im GSM/DCS-System die Signalisierung im gesamten Netz, inklusive Festnetz, standardisiert worden ist, ist dieses bei DECT nur für den Nachrichtenaustausch zwischen PP und FP auf der Luftschnittstelle erfolgt. Die für das Mobility Management anlagenübergreifender DECT-Systeme nötigen Datenbanken sind im DECT Standard nicht festgelegt worden, obwohl sie für ein selbständiges System ohne Kopplung zum GSM/DCS nötig sind. Letzteres hat dazu geführt, daß die Hersteller firmeneigene Lösungen für die Datenbanken und die Festnetzsignalisierung implementieren. Zur Zeit gibt es nur wenige anlagenübergreifende Systeme, die zudem mit firmenspezifischen Lösungen arbeiten. Die Funktionalität bei Benutzung von Anlagen unterschiedlicher Hersteller ist hierdurch stark eingeschränkt.

Das Ziel unserer Arbeiten ist die transparente Kopplung der Systeme sowohl bezüglich der Verbindungssteuerung als auch bezüglich der Aufenthaltsortsverwaltung. Im folgenden sollen die möglichen Varianten der Kopplung näher betrachtet werden.

4.1 Kopplung an der A-Schnittstelle

Die Kopplung an der A-Schnittstelle ist sinnvoll, wenn ein GSM/DCS-Netzbetreiber statt der GSM/DCS- die DECT-Luftschnittstelle benutzen will. In diesem Fall wird die gesamte Signalisierung über die A-Schnittstelle abgewickelt [6]. Die Protokollkopplung wird durch einen europäischen Standard vorgegeben [7]. Der Standard behandelt das Umwandeln der Nachrichten der Call Control und des Mobility Managements.

Die DECT-Feststation wird über eine Interworking Unit (IWU) an das GSM/DCS-Netz angeschlossen (s. **Bild 5**). Die IWU verhält sich gegenüber der GSM/DCS-Vermittlungsstelle wie ein GSM/DCS-Base Station Subsystem (BSS), d. h. es muß das komplette Protokoll des BSS bezüglich der Call Control und des Mobility Managements von der DECT-GSM-IWU nachgebildet werden. Damit alle DECT-Endgeräte auf die Schnittstelle zugreifen können, sollten sie das Generic Access Profile¹ einhalten. Die Endgeräte werden mit einer Einheit versehen, die wichtige Benutzerinformationen enthält und zur Authentisierung bzw. Verschlüsselung dient, z. B. in Form einer Einschubkarte wie dem Subscriber Identity Module im GSM/DCS.

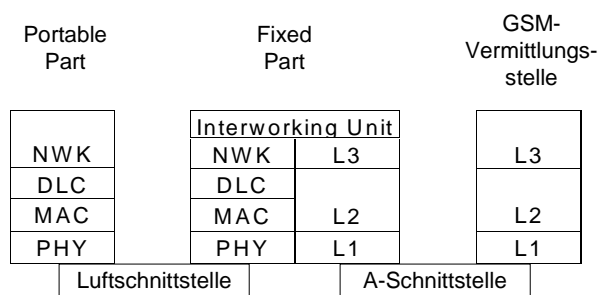


Bild 5 Kopplung an der A-Schnittstelle

Die Authentisierung der Teilnehmer findet über das GSM/DCS-System statt. Hierzu muß die oben erwähnte Einheit die GSM/DCS-Teilnehmerkennung speichern. Die Verschlüsselung auf der Luftschnittstelle wird durch das DECT-System durchgeführt und dem GSM/DCS als erfolgreich aktiviert gemeldet. Wie oben erwähnt, sieht das Interworking Profile allerdings das einfache Austauschen des GSM/DCS-Funksystems durch das DECT-Funksystem an der A-Schnittstelle vor.

¹ Das Generic Access Profile ist ein Standard, der von fast allen wichtigen Herstellern von DECT-Endgeräten unterstützt wird. Er bildet eine Untermenge des DECT-Protokolls und erlaubt die herstellerunabhängige Benutzung von DECT-Endgeräten an der Luftschnittstelle

Diese Art der Kopplung ist für viele Zwecke nur bedingt geeignet, da sie sehr unflexibel ist und keine eigene DECT-Mobilitätsverwaltung vorsieht, die imstande ist, mit den GSM/DCS-Datenbanken zu kommunizieren. Größere Firmen, die ihre Standorte durch eigene Netze verbinden, werden aber gerade auf die Eigenschaft der DECT-internen Teilnehmerverwaltung großen Wert legen, da auf den einzelnen Firmengeländen DECT-Funksysteme eingesetzt werden und die Mitarbeiter standortübergreifend erreichbar sein sollen. Außerdem kann der Kostenfaktor der erforderlichen Implementation einer Zeichengabesystem Nr. 7 (ZGS-Nr. 7) -Schnittstelle an einem Fixed Part eine hemmende Rolle spielen.

4.2 Kopplung über Weitverkehrsnetze

Im folgenden wird die systemübergreifende Signalisierung im Fall des Netzübergangs behandelt.

Der Netzübergang aus dem GSM/DCS-Netz in das ISDN findet ebenfalls an der Vermittlungsstelle (MSC) statt, allerdings nicht an der A-Schnittstelle. Für kommende Verbindungen aus dem externen Netz wird die MSC mit einer zusätzlichen Schnittstelle und einigen zusätzlichen Funktion zur Signalisierung ausgestattet, eine solche MSC wird Gateway-MSC genannt.

Wegen der großen Verbreitung wird das ISDN hier als digitales öffentliches Weitverkehrsnetz betrachtet. Das ISDN verbindet die Telekommunikationsanlagen, die die DECT-Systeme verwalten. Für die Zusammenarbeit von DECT- und ISDN-Netzen auf der Ebene der Vermittlungsschicht ist ebenfalls eine Interworking Unit standardisiert worden [8]. Dieser Standard beschreibt die Kopplung mit dem DSS1-Protokoll des ISDN, es werden also nur Nachrichten der Verbindungssteuerung behandelt.

Mobilitätsfunktionen sind erst in der Erweiterung DSS1+ vorgesehen, die sich noch in der Standardisierungsphase befindet. Für das Mobility Management muß aus diesem Grund zur Zeit eine andere Lösung gefunden werden.

Die Signalisierung bezüglich der Aufenthaltsortsverwaltung sollte intern im jeweiligen System stattfinden und nur bei Bedarf dem anderen System mitgeteilt werden. Damit kann das DECT-System auch autonom arbeiten und ist nicht auf die Verwaltung durch das GSM/DCS angewiesen. Zu diesem Zweck sind die Datenbanken und das Signalisierungskonzept für das Mobility Managements des DECT-Standards zu entwickeln. Im Falle autonomer DECT-Systeme ist eine eigene Mobilitätsverwaltung sinnvoll, diese kann z. B. mit Hilfe des im GSM/DCS verwendeten Mobile Application Parts abgewickelt werden [9]. Weiterhin wäre die Entwicklung einer speziellen DECT Signalisierungs- und Datenbankstruktur zur Aufenthaltsortsverwaltung möglich. Hierbei könnte auf neuere Verfahren, wie X.500-Verzeichnisdienste und andere verteilte Strukturen zurückgegriffen werden. Dieser Aspekt wird hier nicht weiter untersucht. Nachteil dieser Möglichkeit ist, daß die Entwicklung eines alternativen Verfahrens erst begonnen werden muß und möglichst eine Standardisierung erreicht werden sollte. Dieses Vorgehen ruft hohe Kosten und vor allem eine Zeitverzögerung hervor, die dazu führt, daß weiterhin nur proprietäre Systeme auf dem Markt verfügbar wären. Die Durchführung der Authentisierung der Teilnehmer und die Verschlüsselung der Daten auf der Luftschnittstelle findet sinnvollerweise nur jeweils in dem System statt, in dem der Teilnehmer gerade eingebucht ist. Die Auswahl des Funknetzes kann manuell vom Teilnehmer oder automatisch vom Gerät vorgenommen werden. Bei der automatischen Netzwahl sind allerdings mehrere Kriterien zu

kombinieren; es reicht nicht aus, nach erlaubten Netzen und den Funkkriterien zu unterscheiden. Tarifierungsgesichtspunkte sind hier ebenfalls zu berücksichtigen. Neben dem eben beschriebenen Roaming wäre in Zukunft auch das Handover zwischen den Systemen, ein wünschenswertes Leistungsmerkmal, wie es innerhalb der DECT- und GSM/DCS-Netze bereits möglich ist. Diese Anforderungen müssen in die Entwicklung des DECT-Mobility Management Systems mit einbezogen werden.

5 Datenbankaspekte

5.1 Kopplung an der A-Schnittstelle

Bei der Kopplung der Systeme über die A-Schnittstelle sind keine „öffentlich zugänglichen“ DECT-spezifischen Datenbanken notwendig. Es reicht eine interne Datenbank, die die Daten für die Feststation verwaltet, die Fixed Part Database. Weiteren Daten werden von den Datenbanken im GSM/DCS-System verwaltet. Zu diesem Zweck ist im Standard eine Zuordnungsvorschrift der GSM/DCS-Teilnehmerkennung (International Mobile Subscriber Identity, IMSI) zur DECT-Teilnehmerkennung (International Portable User Identity; IPUI) angegeben. Dabei wird die komplette IMSI mit einem Zusatz als DECT-Teilnehmerkennung verwendet. Die netzinternen DECT Teilnehmernummern werden also in diesem Anwendungsfall von der GSM/DCS-Numerierung vorgegeben, aber auch vom GSM/DCS verwaltet. Die Rufnummern der Teilnehmer können natürlich weiterhin nach anderen Kriterien vergeben werden. Der Zugriff der DECT-Endgeräte auf eine Feststation wird durch die Zugriffsrechte geregelt, die über eine Kennung (Access Right Identifier) gesteuert wird, die pro FP einen bestimmten Wert hat. Durch die

Verwendung einer bestimmten Klasse dieser Rechte kann z. B. allen GSM/DCS-Teilnehmern der Zugriff auf bestimmte Feststationen erlaubt werden.

5.2 Kopplung über Weitverkehrsnetze

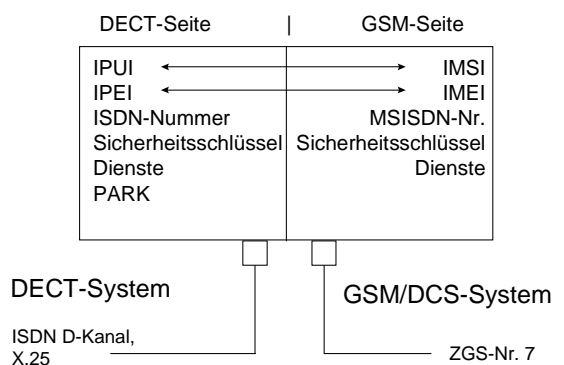
Im Falle der netzübergreifenden Kopplung ist das DECT-System als autonomes System aufgebaut. Es ist also nötig, eine eigene Mobilitätsverwaltung durchzuführen. Dadurch werden zusätzliche Datenbanken notwendig. Zu diesem Zweck kann im DECT-System das Mobilitätskonzept des GSM/DCS adaptiert werden. Dieses hat Vorteile bei der Entwicklung und der Zuverlässigkeit, da schon Produkte vorhanden und ausreichend getestet worden sind.

Drei Fälle sind zu unterscheiden: das Endgerät hat nur je eine DECT- bzw. GSM/DCS-Schnittstelle oder es verfügt über beide Schnittstellen. Letztere Geräte werden Dual-Mode-Geräte genannt. Die Möglichkeit mit einem Endgerät beide Netze erreichen zu können, wird der Kopplung der Netze einen erheblichen Schub geben.

Bei der Verwendung von Endgeräten mit nur einer Schnittstelle sind separate Datenbanken im jeweiligen System notwendig. Im Fall des Dual-Mode-Gerätes ist zusätzlich eine netzintegrierende Datenbank notwendig, in der die netzinternen Kennungen der beiden Mobilfunksysteme für ein Endgerät (International Mobile Equipment Identity (IMEI), International Portable Equipment Identity (IPEI)) und einen Benutzer (IMSI, IPUI) einander zugeordnet werden. Die Zuordnung der netzinternen Teilnehmerkennungen kann in diesem Fall beliebig sein, da sie über Datenbanken vorgenommen wird. In einer Dual Database (s. **Bild 6**) werden die Teilnehmer- und die Gerätekennungen der beiden Systeme eindeutig zugeordnet, alle anderen

Parameter sind durch diese Zuordnung festgelegt. Insbesondere kann die Rufnummer des Teilnehmers die gleiche sein, unabhängig davon, ob dieser sich im DECT- oder im GSM/DCS-System befindet.

Die netzintegrierende Datenbank sollte über mehrere Signalisierungsnetze erreichbar sein, damit auch kleinere Telekommunikationsanlagen mit diesen Datenbanken kommunizieren können.



PARK: Portable Access Right Key

Bild 6 DECT/GSM-Dual-Database

Beispielhaft sind im Bild 6 die Möglichkeiten ZGS-Nr. 7, ISDN D-Kanal und X.25-Netz angegeben. Sicherheitsaspekte müssen in diesem Fall gesondert beachtet werden.

6 Realisierung

Zur Verifikation der oben besprochenen Konzepte wurde ein Testsystem entwickelt. Die Realisierung des Systems wurde mit Hilfe der Spezifikations- und Beschreibungssprache SDL durchgeführt. Zur Programmierung mit dieser Sprache stehen komfortable graphische Werkzeuge zur Verfügung, die sowohl die Erstellung als auch Syntaxprüfung und Test komplexer Systeme erlauben. Als Entwicklungsumgebung zur Erstellung der SDL-Diagramme, der Simulation des Systems und zur C-Code-Erzeugung wurde im vorliegenden Fall das SDL-

Entwicklungswerkzeug SDT verwendet. Das simulierte System erlaubt sowohl die Kopplung an der A-Schnittstelle als auch die Kopplung über andere Netze, speziell das ISDN. Es wurde die Implementierung der Signalisierung auf der Ebene der Vermittlungsschicht, sowie die Konzeptionierung von Datenbanken, die sowohl mit der Signalisierung des GSM/DCS- als auch des DECT-Systems arbeiten, durchgeführt.

Die Simulation beinhaltet die in den Interworking Profilen DECT/GSM sowie DECT/ISDN festgelegte Protokollwandlung. Für das Konzept der Kopplung über das ISDN wird ein Überblick über die möglichen Mechanismen des Mobility Managements mit der besonderen Betonung der Zusammenarbeit der beiden Systeme gegeben. Diese sind teilweise bereits in SDL spezifiziert bzw. realisiert.

Bei der Entwicklung des Konzepts wurde, wegen der angestrebten Kopplung, an den Punkten, an denen der DECT-Standard keine Vorgaben macht, besonders auf die Ähnlichkeit der Signalisierungsverfahren zu den Verfahren im GSM/DCS geachtet. Das heißt im besonderen, daß die im GSM/DCS festgelegten Verfahren nur soweit wie nötig an das DECT-System angepaßt wurden. Diese Vorgehensweise ist bei der Signalisierung bezüglich der Aufenthaltsortsverwaltung und der Sicherheitsfunktionen, wie Authentisierung und Verschlüsselung, möglich. Dieses geht bis zur Verwendung einheitlicher Datenbanken und Zugriffsmechanismen. Der im GSM/DCS benutzte Mobile Application Part (MAP) wurde zur Datenbankabfrage an die Gegebenheiten im DECT angepaßt und mit veränderten Parametern wiederverwendet [9].

Die Realisierung hat den in **Bild 7** gezeigten Aufbau.

Zum Zweck der Simulation wurde sowohl die Vermittlungsschicht des DECT- als auch des GSM/DCS-Systems implementiert.

Die Eingabe in das SDL-System und die Ausgabe aus dem System sind aus diesem Grund die Bitströme, die von der Schicht 3 an die Schicht 2 und umgekehrt übergeben werden. Die Schicht 3 des DECT-Systems wird in diesem SDL-System über einen Block Nachrichtenverteiler, der die Signalisierungsnachrichten vom DECT den entsprechenden Interworking Units oder einer weiteren Instanz der DECT Schicht 3 im Falle von Interngesprächen zuordnet, mit den anderen Einheiten über Interworking Units verbunden. Der Nachrichtenverteiler ist auf die Bearbeitung mehrerer Signalisierungsverbindungen, also die Vervielfältigung der Einheiten der IWU und der jeweiligen Partnerinstanz in der Vermittlungsschicht eingerichtet.

Weiterhin sorgt der Nachrichtenverteiler für die richtige Zuordnung der Nachrichten zu den verschiedenen Instanzen.

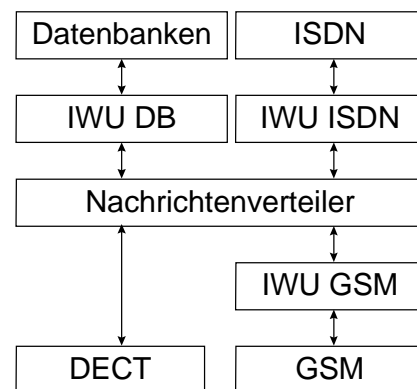


Bild 7 System-Struktur

Das obige System beinhaltet die beiden erwähnten Varianten der Kopplung, da sowohl die Übertragung zum GSM/DCS als auch zum ISDN möglich ist. Außerdem ist die Benutzung von Datenbanken vorgesehen.

In einem realistischen Aufbau werden nicht alle Kopplungsvarianten gleichzeitig an einer Feststation installiert sein, wenn dieses nicht unbedingt gewünscht wird. Es besteht mit diesem System aber die Möglichkeit dazu.

Die spätere getrennte Implementierung stellt nur einen Spezialfall der oben gezeigten Realisierung dar.

Zur Simulation der Signalisierung mit Hilfe der implementierten Softwaremodule wurden anhand von Message Sequence Charts (MSC) mehrere Signalisierungsszenarien getestet. Mit MSCs kann die Signalisierung besonders übersichtlich simuliert und dargestellt werden. In **Bild 8** wird ein ausgewähltes Message Sequence Chart vorgestellt, das die gewählte Signalisierung verdeutlicht.

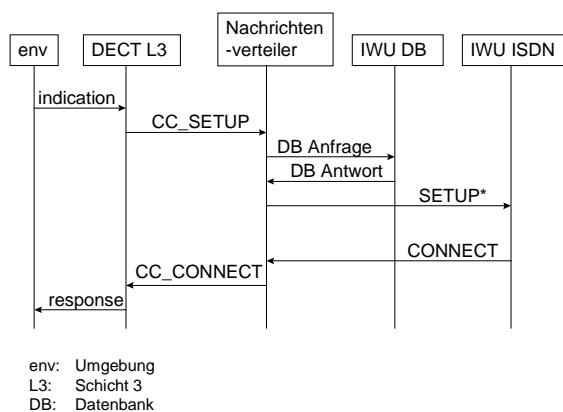


Bild 8 Nachrichtenflußbild

Der Nachrichtenfluß findet in diesem System wie folgt statt. Eine Nachricht aus dem DECT-System, die aus der Schicht 2 (env) gemeldet wird, wird im Nachrichtenverteiler registriert und, falls es sich um eine neue Signalisierungsverbindung handelt, in einer Tabelle der zugehörigen Instanz des DECT-Systems zugeordnet.

Im Anschluß wird überprüft, ob diese Nachricht eine Datenbankabfrage benötigt oder direkt an das gewünschte Netz weitergesendet werden kann. Im Falle der Datenbankabfrage wird die Nachricht zur IWU der Datenbank geschickt und dort in unserem Fall in eine MAP-Nachricht umgewandelt und zu den Datenbanken gesendet [9]. Die Antwort der Datenbank wird in die DECT-Nachricht zurück gewandelt und vom Nachrichtenverteiler an das Ziel weitergesendet. Die Prüfung, ob eine Datenbankabfrage nötig ist oder

nicht, kann anhand des Nachrichtentyps festgestellt werden. Die Zuordnung zu einem externen Netz wird zur Zeit durch die Auswertung der in der Teilnehmer-rufnummer enthaltenen Netzkennzahl vorgenommen. Hier sind bei Bedarf auch andere Kriterien einsetzbar.

Im folgenden wird eine beispielhafte Signalisierung erläutert, wie sie nach den Verfahren des MAP im GSM/DCS für das DECT adaptiert werden kann.

Der Ablauf der Signalisierung bei der Verwendung des Mobile Application Part zur Teilnehmerverwaltung kann **Bild 9** entnommen werden.

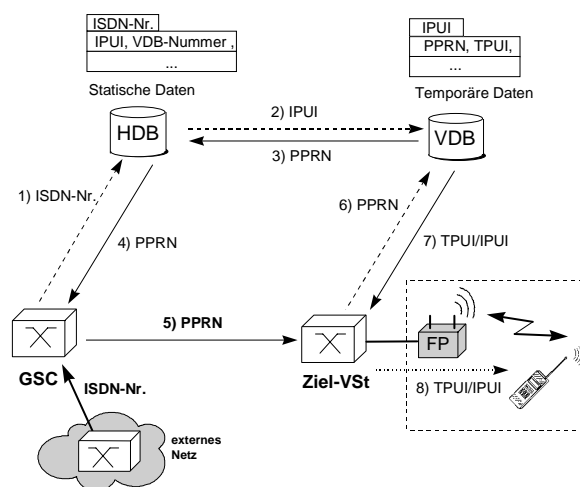


Bild 9 Signalisierungsbeispiel bei Anwendung des MAP

Das Beispiel zeigt einen Verbindungswunsch, der aus einem externen Netz, z. B. dem ISDN, einen DECT-Teilnehmer erreichen soll. Der DECT-Gateway-Vermittlungsstelle (GSC) wird eine Initial Address Message mit der ISDN-Rufnummer des Teilnehmers gesendet. Daraufhin startet die Gateway Vermittlungsstelle anhand der Teilnehmer-rufnummer eine Datenbankabfrage in der Home Database (HDB) des DECT-Teilnehmers. Die HDB kennt die Nummer der aktuellen Visitor Database (VDB), in der der Teilnehmer aktuell registriert ist und fragt eine Portable Part Roaming Nummer (PPRN) ab. Hierzu wird nicht die Teilnehmerrufnummer, sondern die netz-

interne Kennung IPUI benutzt, da der VDB nur diese bekannt ist. Die PPRN wird in der VDB temporär verwaltet, d. h. sie wird nur für diese Verbindung benutzt. Die PPRN wird von der HDB an die DECT-Gateway-Vermittlungsstelle weitergeleitet. Anhand der PPRN kann der ankommende Ruf nun an die Zielvermittlungstelle (Ziel-VSt) weitergegeben werden. Zielvermittlungsstelle kann in diesem Fall sowohl eine öffentliche als auch eine private Vermittlungsstelle sein. Die Zielvermittlungsstelle erhält die PPRN, benötigt zur Benachrichtigung des Endgerätes aber dessen netzinterne Kennung. Aus diesem Grund startet die Zielvermittlungsstelle eine Anfrage bei der ihr zugeordneten VDB mit der PPRN als Teilnehmeridentifizierung. Die VDB gibt daraufhin die IPUI oder eine temporäre Kennung (Temporary Portable User Identity, TPUI) an die Vermittlungsstelle zurück. Eine temporäre Kennung wird hier gewählt, da sie zum einen kürzer sein kann als die weltweit eindeutige IPUI zum anderen dient es Sicherheitszwecken, wenn die IPUI nur in den nötigen Fällen über die Luftschnittstelle übertragen wird, in den meisten Fällen aber eine Kennung, die sich mit der Zeit ändert. Mit Hilfe der netzinternen Kennung wird nun das Endgerät mit einer Paging-Nachricht dazu aufgefordert den Kontakt zur Vermittlungsstelle aufzunehmen und damit den Verbindungsaufbau abzuschließen.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Verschiedene Konzepte zur Kopplung der heute existierenden Mobilfunkstandards DECT und GSM/DCS wurden vorgestellt und bezüglich ihrer Anwendbarkeit diskutiert. Für das DECT-System wurde ein Konzept zur Bereitstellung von Funktionen zur Mobilitätsverwaltung, das an die Verfahren im GSM/DCS angelehnt

ist, erläutert. Dabei sind Datenbanken im DECT-System zu implementieren, die später auch von Festgeräten im ISDN benutzt werden können. Das verwendete Datenbankkonzept wurde aus dem Mobile Application Part des GSM/DCS hergeleitet. Hier sind auch neue Verfahren einsetzbar, allerdings mit dem Problem, daß dafür kein Standard existiert. Solche Konzepte sind in Zukunft auf das DECT-System anzuwenden und deren Vorteile mit Hilfe von Simulationen zu testen.

In Zukunft werden die Mobilfunksysteme der nächsten Generationen die Vorteile der beiden heute existierenden Systeme vereinen, so daß eine Kopplung verschiedener System nicht mehr nötig ist. Da aber viele neue Installationen mit den aktuellen Systemen getätigt werden, wird noch für einige Zeit der Bedarf nach der Benutzung beider Systeme bestehen. Außerdem ist für zukünftige System ein Migrationspfad im Gespräch, der es vorsieht, die „alten“ Systeme für eine unbestimmte Zeitdauer weiter zu benutzen. In diesem Sinne ist auch die Anwendung eines relativ alten Konzeptes für die Mobilitätsverwaltung im DECT-System zu verstehen.

8 Literatur

- [1] ETS 300 175-1-9: Radio Equipment and Systems (RES); Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT) Part 1- Part 9 Edition 2 (1996)
- [2] Jobmann, K.; Gerpott, T. J.; Ochsner, H.: Bewertung von RLL-Technologien; Universität Duisburg, Universität Hannover, 1996
- [3] Walke, B.: Technische Realisierbarkeit öffentlicher DECT-Anwendungen im Frequenzband 1880-1900MHz, Aachen, 1995

- [4] Tuttlebee, W. H. W.: Cordless telephones and cellular radio: synergies of DECT and GSM, Electronics & Communication Engineering Journal , Oktober 1996
- [5] Mouly, M.; Pautet, M.-B.: The GSM System for Mobile Communications, F-91129 Palaiseau, France, 1992
- [6] Steuer, J.: Untersuchung und Simulation der Kopplung von DECT- und GSM-Mobilfunksystemen über das A-Interface, Diplomarbeit, Universität Hannover, 1995
- [7] ETSI: ETS 300 370, DECT/GSM interworking profile, 1995
- [8] ETSI: ETS 300 434-1, DECT and ISDN interworking for end system configuration, 1996
- [9] Biesterfeld, J.: The Application of MAP in DECT Systems, Proceedings of the 2nd Workshop on Personal Wireless Communications, Aachen 1996