

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

“Bachelor of Science in Engineering“

«Die unterschiedlichen Formen von Fixed Mobile Convergence (FMC)»

ausgeführt von

Anton Paul Schmidbauer

Bahnhofplatz 8/9
3500 Krems an der Donau

Begutachter: Dipl. Ing. (FH) Mag. Christian Kaufmann

Wien, den 13. Juni 2007

Ausgeführt an der Fachhochschule Technikum Wien

Studiengang: BICSS



Kurzfassung

Fixed Mobile Convergence bedeutet das Zusammenwachsen von Mobil- und Festnetz. Dieser Zusammenschluß der beiden Netzwerktechnologien stellt die gesamte Telekommunikationsbranche vor neue Herausforderungen. Leider herrscht derzeit ein Gewirr von Begriffen die mit dem Thema Fixed Mobile Convergence in Verbindung gebracht werden. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wird versucht Ordnung in die Begriffsvielfalt zu bringen. Die verschiedenen Kategorien von Fixed Mobile Convergence werden auch anhand von praktischen Beispielen erklärt.

Abstract

Fixed Mobile Convergence stands for the convergence of the classical mobile and fixed line networks. This merge is one of the next major challenges for the whole telecommunication industry. The problem is, currently there are many different meanings for the phrase Fixed Mobile Convergence. This bachelor thesis proposes categories of Fixed Mobile Convergence to bring some kind of order into the mess of terms. Practical examples will also be given, for a better understanding of the proposed categories.

Eidesstattliche Erklärung

“Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.“

Inhaltsverzeichnis

1	Problem- und Aufgabenstellung	1
2	Einleitung	2
3	Grundlagen	3
3.1	Begriffsdefinition Fixed Mobile Convergence	3
3.2	Ebenen der Fixed Mobile Convergence	4
3.2.1	Prozess Konvergenz	4
3.2.2	Dienste Konvergenz	6
3.2.3	Netzwerk Konvergenz	7
3.2.4	Terminal Konvergenz	9
4	Fixed Mobile Convergence Technologien in der Anwendung	11
4.1	Private Mobile Networks	11
4.2	IP Multimedia Subsystem	12
4.3	Bluetooth Cordless Telephony Profile	14
5	Diskussion	17

1 Problem- und Aufgabenstellung

Die Konvergenz von Mobilfunk- und Festnetzen kann auf verschiedenen Ebenen stattfinden (z.B. Prozess-, Dienst- und Netzkonvergenz). Die Bakkalaureatsarbeit beleuchtet diese Formen der Konvergenz bzw. Integration des FMC.

Es wird versucht eine Einteilung der möglichen Formen von Fixed Mobile Convergence zu treffen. Weiters sollen die verschiedenen Formen dargelegt und anhand von Beispielen erklärt werden. Danach erfolgt der Versuch für jede der gefundenen Formen der Fixed Mobile Convergence ein praktisches Beispiel zu geben. Abschließend wird das Thema FMC nochmals diskutiert und durch den Autor kritisch beurteilt.

2 Einleitung

Konvergenz bedeutet den Zusammenschluß von Festnetz- und Mobilfunknetzwerken. Fixed Mobile Convergence stellt eine der nächsten großen Herausforderungen an die Telekommunikationsindustrie dar. Die Konvergenz findet aber nicht nur für den Endanwender erkennbar in den Endgeräten statt, sondern es ist die gesamte Telekommunikationsinfrastruktur betroffen. Schrittweise kommt es zu einer Annäherung von Mobilfunk- und Festnetzdiensten.

Diese Bakkelaureatsarbeit beschäftigt sich mit den verschiedenen Formen der Fixed Mobile Convergence, diese gliedern sich in Prozess-, Dienst-, Netz und Terminalkonvergenz. Des Weiteren wird darauf eingegangen, in welchen Netzbereichen die Konvergenz der Netze überhaupt stattfinden kann. Nicht nur im Access Layer (Terminalkonvergenz) kommt es zu einer Verschmelzung von klassischer Mobilfunktechnik mit Internettechnologie, sondern auch im Service- und Distributionlayer (Core-Netz der Mobilfunkbetreiber).

Es herrscht auch ein gewisses Chaos, was den Begriff Fixed Mobile Convergence anbelangt. Es sind bereits einige Produkte am Markt, jedoch verstehen die verschiedenen Hersteller oftmals unterschiedliche Dinge unter dem Begriff FMC. Ziel ist es, einen gewissen Überblick zu bieten und dem Leser die verschiedensten Möglichkeiten und Begrifflichkeiten näher zu bringen.

3 Grundlagen

3.1 Begriffsdefinition Fixed Mobile Convergence

Mitte der 80er Jahre kam es in der Telekommunikationsindustrie in Europa zu gewaltigen Umbrüchen. Bis zu diesem Zeitpunkt fanden die Unternehmen staatlich geregelte, monopolisierte Märkte vor, auf denen praktisch kein Konkurrenzkampf stattfand. Endanwender waren gezwungen, die Dienste eines Anbieters anzunehmen, ohne die Möglichkeit einer freien Auswahl. Dementsprechend selten wurden wenigen neuen innovativen Ideen und Diensten entwickelt.

Mit der staatlich verordneten Öffnung dieser Märkte setzte eine unaufhaltsame Entwicklung ein: Kunden konnten und können sich auch in Zukunft den Telekommunikationsdiensteanbieter frei auswählen. Hatte ein Anbieter frische Ideen, beziehungsweise bot er für den Kunden interessante neue Möglichkeiten der Verwendung von Kommunikationsdiensten, hatte er gegenüber den Konkurrenten eindeutig Marktvorteile.

Mit dem Aufkommen mobiler Kommunikationsdienste (z.B. GSM) Anfang der 90er Jahre setzte eine weitere Veränderung ein. Es entstanden neue Dienste, die sich aber getrennt von bisherigen Anwendungen im Festnetzbereich entwickelten.

Der nächste logische Schritt dieser Entwicklung ist es, die voneinander getrennt entstanden Netzarchitekturen und die damit verbundenen Dienste wieder zusammenzuführen. Diese Zusammenführung der beiden Technologien Festnetztelefonie und Mobilfunktelefonie wird mit dem Begriff Fixed Mobile Convergence bezeichnet.

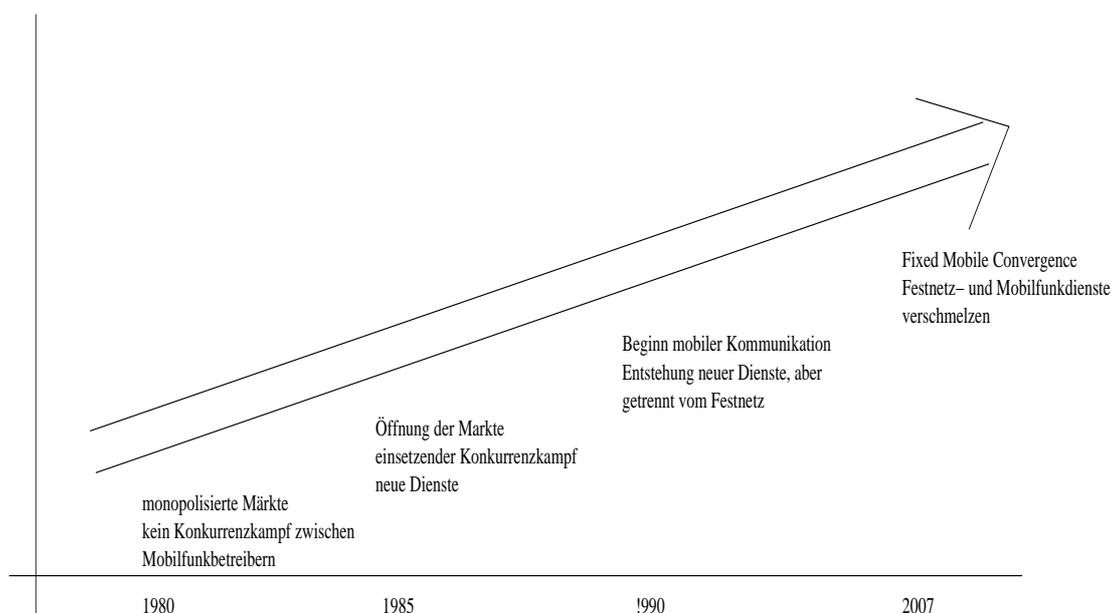


Abb. 1: FMC Entwicklung

Unter Fixed Mobile Convergence versteht man die Vereinheitlichung von Fest- und Mobilfunktechnologien. Ziel dieses Zusammenschlusses ist einerseits, Endkunden neue und innova-

tive Dienste bereitstellen zu können, andererseits die Vereinheitlichung der zugrundeliegenden Netzwerke. Somit soll FMC nicht nur dem Kunden Vorteile bieten, die Netzbetreiber erhoffen sich durch die einheitliche Netzwerkinfrastruktur einerseits eine Kostenersparnis und vereinfachte Netzwerkadministration, andererseits neue Möglichkeiten, die Kunden mit neuartigen Diensten für sich zu gewinnen.

Der Zusammenschluss dieser Dienste und der dahinterliegenden Netzwerke kann auf verschiedenen Ebenen stattfinden. Das nächste Kapitel 3.2 “Ebenen der Fixed Mobile Convergence” geht auf diese Ebenen ein und beschreibt diese.

3.2 Ebenen der Fixed Mobile Convergence

Prinzipiell können drei Ebenen der Konvergenz unterschieden werden:

- Prozess Konvergenz
- Dienste Konvergenz
- Netzwerk Konvergenz
- Terminal Konvergenz

Die Definitionen zu den oben angeführten Konvergenzarten wurde dem Buch “FMC - Konvergenz von Fest- und Mobilfunknetzen” [Mat99] entnommen. Dieses Buch bietet eine sehr ausführliche Einführung in das Thema FMC und kann dem interessierten Leser zur Vertiefung empfohlen werden.

Abbildung 2 verdeutlicht diese Möglichkeiten. An oberster Stelle wird die Prozess Konvergenz angeführt und die damit verbundenen Möglichkeiten der einheitlichen Verrechnung und der einheitlichen Kundenschnittstelle. Es folgt die Konvergenz der Dienste, die dem Kunden mehr Services mit größerem Nutzen bieten soll. Danach wird die Netzwerkkonvergenz dargestellt. Es soll ein gemeinsames Netzwerk für die angebotenen Dienste geschaffen werden. Diese Form der Konvergenz dient der vereinfachten Administration und Wartung der Netzwerke. Des Weiteren soll eine Anbindung der Endgeräte unabhängig von der verwendeten Technologie erfolgen. Zum Schluss wird noch die Konvergenz der Endgeräte angeführt. Die mobilen Terminals sollen je nach Standort und Verfügbarkeit unterschiedliche Netzwerktechnologien zum Verbindungsaufbau verwenden.

3.2.1 Prozess Konvergenz

Mit Hilfe der Prozesskonvergenz soll dem Kunden eine einheitliche Schnittstelle für den Bezug von Mobilfunk- und Festnetzdiensten bereitgestellt werden. Dem Endkunden steht somit ein einziger Kontaktpunkt (Single Point of Contact) für den Bezug diverser Dienste zur Verfügung. Beispiele für diese Schnittstelle können sein

- eine einzige Anlaufstelle bei Problemen
- eine einzige Rechnung für den Bezug von Mobilfunk- und Festnetzdiensten

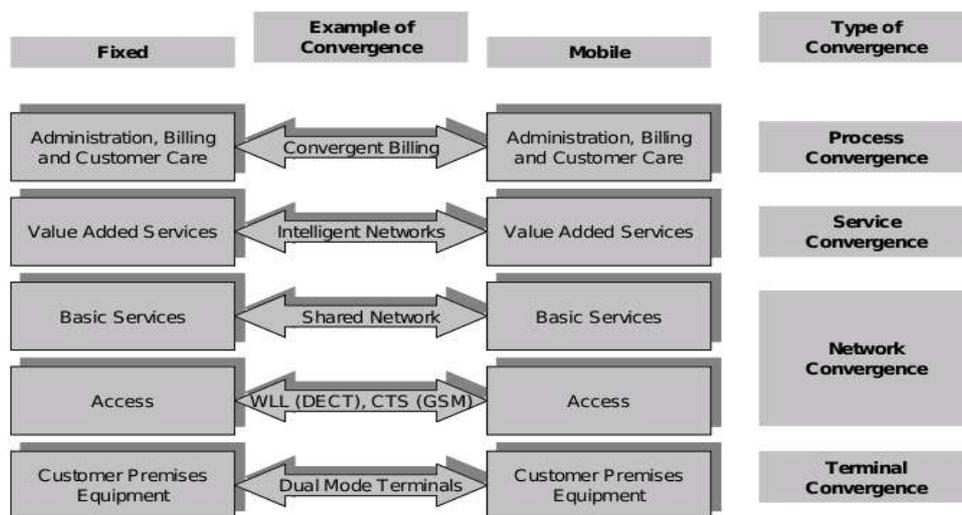


Abb. 2: Formen von FMC [Bea98]

- Single Point of Contact bei Rückfragen

Eine einheitliche Kundenschnittstelle zwischen zwei Anbietern bedingt auch eine Schnittstelle zwischen den Anbietern. Dies wird in Abbildung 3 nochmals verdeutlicht.

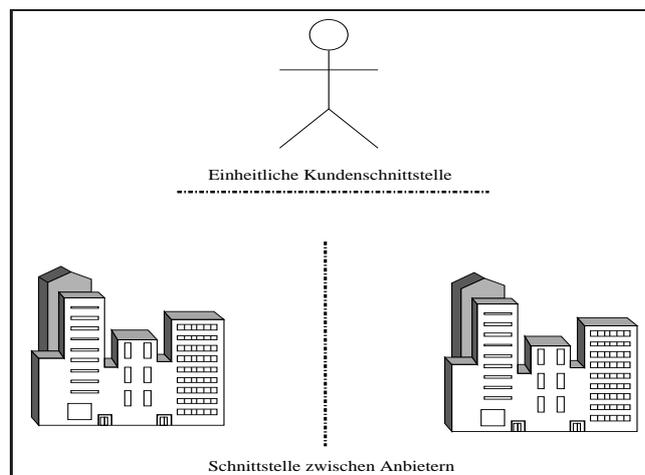


Abb. 3: Schnittstellen der Prozesskonvergenz

Die Schnittstelle zwischen den Anbietern dient vor allem dem Austausch von Rechnungs- und Kundendaten. So muss z.B. der Anbieter, der die Rechnung an den Kunden stellen soll, alle notwendigen Verrechnungsdaten des anderen Anbieters rechtzeitig bekommen. Dies schafft aber auch die Notwendigkeit einer genauen vertraglichen Regelung dieser Schnittstelle.

Abbildung 4 stellt den Fluss der Verrechnungsinformationen (Billinginformationen) grafisch dar. Es gibt ein gemeinsames Billingcenter der Transportnetzanbieter, der Teilnehmernetzbetreiber und der Dienstbetreiber. Diese müssen alle notwendigen Daten, die für eine Rechnungslegung an Kunden notwendig sind, an ein Billingcenter melden. Dieses Billingcenter ist dann für das Ausstellen einer gemeinsamen für den Kunden einheitlichen Rechnung verantwortlich. Zwischen den verschiedenen Anbietern und dem Kunden müssen daher, wie schon oben erwähnt, einheitliche Schnittstellen geschaffen werden.

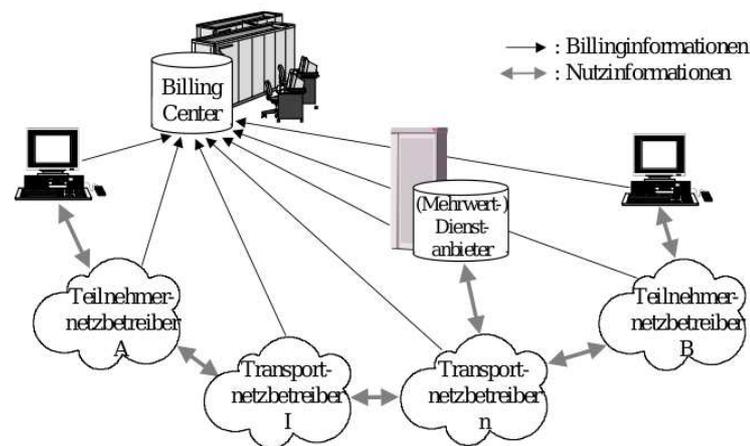


Abb. 4: Billing [Mat99]

Beispiel: Einheitliche Rechnung

Bisher erfolgte die Abrechnung von Festnetz- und Mobilfunkdiensten getrennt. Der Kunde bekommt somit zwei Rechnungen, die er auch getrennt zu bezahlen hat. In Zukunft soll es nur noch eine Kundenrechnung für beide Dienste geben. Voraussetzung dafür ist eine standardisierte Schnittstelle zwischen Fest- und Mobilfunkbetreibern. Bietet ein Betreiber Fest- und Mobilfunk an, vereinfacht dies natürlich die Schaffung einer einheitlichen Abrechnung.

3.2.2 Dienste Konvergenz

Die Konvergenz der Dienste soll die Nutzung, Konfiguration und Erbringung von Diensten unabhängig vom verwendeten Endgerät und von der dahinterliegenden Netzwerkinfrastruktur machen.

Abbildung 5 stellt ein Beispiel für eine Konvergenz eines Dienstes dar. Anstatt dem Kunden unterschiedliche Interfaces für den Zugriff auf Mobilfunk- und Festnetzdienste zur Verfügung zu stellen, wird ein einheitliches Interface für beide Anwendungsfälle geschaffen.

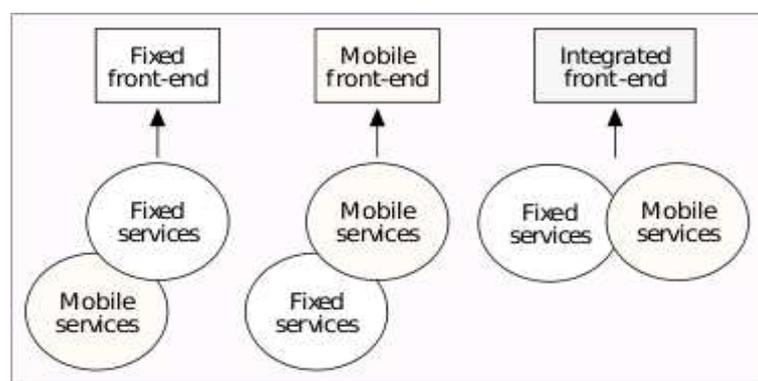


Abb. 5: Konvergenz von Diensten [MCCRL99]

Weitere Beispiele für Dienste, die unabhängig vom verwendeten Endgerät oder der dahinterliegenden Netzwerkinfrastruktur, können sein:

- Eine Mobilbox (Anrufbeantworter) für Mobil- und Festnetz
- Einheitliche Konfiguration einer Rufumleitung sowohl für Mobilfunk als auch Festnetz
- Short Messaging Service (SMS) sowohl aus dem Mobil- als auch aus dem Festnetz

Konvergenz der Dienste kann aber auch innerhalb der Providernetzwerke stattfinden. So kann zum Beispiel ein Anbieter von Fest- und Mobilfunkdiensten die Erstellung, Verwaltung und Steuerung von Diensten unabhängig vom Netzwerk gestalten. Vorteil ist eine einfachere und schnellere Einführung dieser Dienste. Die Administration dieser angebotenen Dienste wird dadurch ebenfalls vereinfacht.

Beispiel: Short Messaging Service im Festnetz

Dieser Dienst soll ein Versenden von Kurznachrichten auch von Festnetztelefonen ermöglichen. Die österreichische Telekom bietet diesen Dienst bereits seit längerem für ihre Kunden an. Mit Hilfe einer sogenannten SMS-Box mit kleinem Display und vollwertiger Tastatur soll ein komfortables Versenden der Kurznachrichten ermöglicht werden.

3.2.3 Netzwerk Konvergenz

Unter Netzwerkkonvergenz wird die Verwendung eines einzigen Netzwerkes sowohl für Mobilfunk- als auch Festnetzdienste verstanden. Dies bedeutet eine Trennung des Zugangnetzwerkes (PSTN, GSM) vom Kernnetzwerk des Providers.

Bei den verwendeten Netzwerken muss zwischen Kernnetzwerk (Core Network) und Zugriffnetzwerk (Access Network) unterschieden werden. Im Kernnetz des Providers werden die angebotenen Dienste implementiert. Das Zugriffnetzwerk dient dem Kunden um die angebotenen Dienste auch erreichen zu können. Ziel ist es die Dienste des Kernnetzwerkes aus unterschiedlichen Zugriffnetzwerken zugänglich zu machen.

Abbildung 6 soll diesen Zusammenschluß der Netzwerke verdeutlichen. Unterschiedlichste Endgeräte, die jeweils unterschiedliche Netzwerkzugriffsverfahren implementieren, haben Zugriff auf ein gemeinsames Kernnetzwerk, in dem sich die verwendeten Dienste befinden.

Diese Form der Konvergenz soll vor allem Vorteile für die Netzbetreiber bringen. Ein einheitliches Netzwerk bringt neben einfacherem Betrieb und einfacherer Wartung auch eine Kostenersparnis.

Erste Schritte in Richtung Netzwerkkonvergenz können bereits im Mobilfunkbereich festgestellt werden. So wurde zum Beispiel bei der Einführung von Universal Mobile Telecommunications Systems (UMTS) [rGPPG07e] Diensten nur das Zugangnetzwerk einem Update unterzogen. Im Kernnetz (Core Network) wird für paketvermittelte Dienste GPRS Technologie verwendet, für leitungsvermittelte Dienste kommt weiterhin GSM Technologie zum

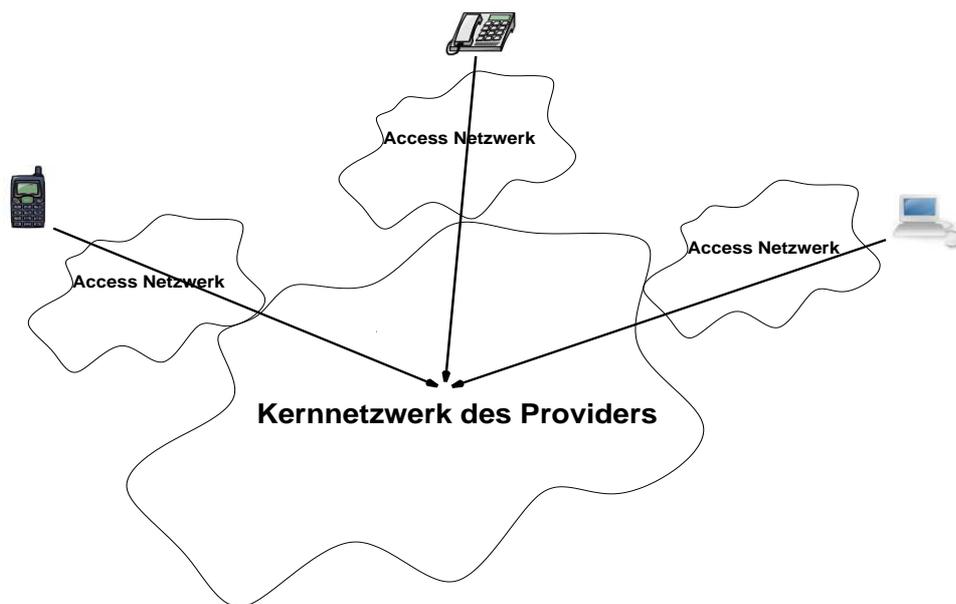


Abb. 6: Netzwerk Konvergenz

Einsatz.

Mit den sogenannten Next Generation Networks (NGN) hält auch die Internettechnologie Einzug in die Kernnetze. Statt den wie bisher verwendeten teilweise proprietären Netzwerkprotokollen soll nun ein schrittweiser Umstieg auf das Internet Protokoll (IP) [Pos81] erfolgen. Den Netzbetreibern bringt dies neben einer Kostenersparnis auch eine vereinfachte Möglichkeit der Administration.

Einen möglichen Ansatz eines auf IP basierenden Kernnetzes stellt das IP Multimedia Subsystem (IMS) dar. IP wird als Transportprotokoll der Dienstdaten (z.B. Sprache) verwendet, das Session Initiation Protokoll (SIP) [RSC⁺02] dient dem Verbindungsaufbau. Für die Übertragung der Sprachdaten werden die Protokolle Session Description Protocol (SDP) [HJP06] und das Realtime Protocol (RTP) [SCFJ03] angewandt.

Die Verwendung offener Protokolle sowohl im Kernnetzwerk als auch im Access Layer bei den Endgeräten stellt die Netzbetreiber aber auch vor neue Herausforderungen. Bisherige Netzwerkarchitekturen waren auf eine möglichst umfassende Accounting Möglichkeit ausgelegt. Unter Accounting wird die Verrechenbarkeit der angebotenen Dienste verstanden. Da bei der Entwicklung eines offenen Protokolls wie SIP die Verrechnung möglicher Dienste eher im Hintergrund stand, müssen nun diese Möglichkeiten des Accountings durch Protokollerweiterungen und eine komplexe Netzwerkarchitektur ausgeglichen werden.

Beispiel: Einheitliches Providernetzwerk

Hier besteht das Ziel darin, bei den Betreibern ein einheitliches Netzwerk sowohl für Fest- als auch Mobilfunkservices zu schaffen.

Großen Einfluss auf die Neugestaltung der Netzwerke von Telekommunikationsanbietern so-

wohl im Festnetz als auch im Mobilfunkbereich hatte der Erfolg des Internetes. Begriffe wie Next Generation Network (NGN) oder IP Multimedia Subsystem (IMS) werden in diesem Zusammenhang oftmals erwähnt. All diesen Systemen gemein ist der Weg weg von proprietären Technologien hin zu offenen Systemen, die auf Basis des Internet Protokolls (vergleiche [Pos81]) arbeiten.

3.2.4 Terminal Konvergenz

Terminal Konvergenz soll die Benutzung eines einzigen Endgerätes für die unterschiedlichsten Zugangsnetzwerke ermöglichen. Wird von Konvergenz im Allgemeinen gesprochen, wird meist Terminal Konvergenz darunter verstanden.

In den letzten Jahren fand bei den Endgeräten eine rasante Entwicklung statt. Klassische Mobiltelefone waren für eine spezielle Zugangstechnologie optimiert. So wurden mit dem Umstieg von D-Netz zum GSM Netz neue Endgeräte notwendig. Mit dem Aufkommen der GPRS Technologie wurden aber erstmals Endgeräte auf den Markt gebracht, die beide Zugangstechnologien ermöglichten. Dies war relativ einfach möglich, da GSM und GPRS auf die gleiche Funktechnik aufsetzen. Nichts desto trotz kann dies als eine erste Form der Terminalkonvergenz im Mobilfunkbereich angesehen werden.

Die Einführung des UMTS Netzwerkes brachte auch den Aufbau eines neuen Funknetzwerkes mit sich. Trotz des neuen Funkstandards unterstützen heutige Mobiltelefone sowohl den Zugang zum GSM/GPRS Netz als auch den Zugriff auf UMTS.

In Zukunft sollen die Endgeräte aber nicht nur Zugangsverfahren wie GSM/GPRS oder UMTS benutzen, sondern auch Technologien wie Wireless LAN, Bluetooth Cordless Telephony Protocol oder WiMAX.

Abbildung 7 verdeutlicht die Entwicklung der Endgeräte zu Multifunktionsterminals nochmals. Das Mobiltelefon verbindet sich automatisch mit der am besten verfügbaren Zugangstechnologie (WLAN, Bluetooth, usw.).

Terminalkonvergenz bietet eine Reihe von Vorteilen, sowohl für die Endkunden als auch für die Netzbetreiber. Endkunden benötigen nur noch ein Gerät für den Zugriff auf die unterschiedlichsten Dienste. Des Weiteren können neue Dienste angeboten werden. So gibt es bereits Versuche, dem Benutzer eines Mobiltelefons eine sogenannte Home-Zone zu ermöglichen. Unter Home-Zone versteht man einen Bereich, in dem nicht die üblichen Mobilfunkgebühren anfallen, sondern die üblicherweise billigeren Festnetzgebühren.

Für die Netzbetreiber besteht durch Terminal Konvergenz die Möglichkeit, billigere Zugangstechnologien zu verwenden. So kann durch den Einsatz von Wireless LAN auf teurere GSM Funkstationen verzichtet werden.

Es gibt jedoch auch einige Nachteile einer Konvergenz bei den Endgeräten. Die verwendeten Terminals werden mit dem Verschmelzen der Zugangstechniken zusehends komplexer. Für den Hersteller bedeutet dies, immer mehr Chips in Geräten, deren Größe beschränkt ist, zu verpacken. Dies erhöht die Kosten einer notwendigen Qualitätskontrolle. Vor allem im stark umkämpften Markt der Mobilterminals kann eine wirkliche Kundenbindung nur durch qualitativ hochwertige Endgeräte erreicht werden.



Abb. 7: Netzwerk Konvergenz [Coo05]

Für die Betreiber der Zugangsnetze stellen Technologien wie Wireless LAN oder Bluetooth ebenfalls eine große Herausforderung dar. Im bisher verwendeten GSM Netzwerk kann dem Endanwender durch die Verwendung der leitungsorientierten Zugangstechnik ein fixer Kanal, der ihm exklusiv zur Verfügung steht, angeboten werden. Somit kann die Qualität des verwendeten Services garantiert werden. Vor allem im Zusammenhang mit Sprachkommunikation spielt Quality of Service (QoS) eine große Rolle. Ohne einer Priorisierung der Sprachkommunikation kommt es zu ungewollten Unterbrechungen und Verbindungsausfällen. Werden jetzt paketorientierte Technologien wie Wireless LAN oder Bluetooth für Sprachkommunikation verwendet, muss ebenfalls eine Qualität des Services garantiert werden. Diese Qualität wird aber nicht wie bei leitungsorientierten Netzen automatisch zur Verfügung gestellt, sondern muss erst durch Protokollerweiterungen zusätzlich eingeführt werden.

Beispiel: Konvergenz bei Endgeräten

Ein Kunde bezieht sowohl Festnetz- als auch Mobilfunkdienste. Dazu sind derzeit noch zwei getrennte Geräte (Terminals) von Nöten. In Zukunft kann der Zugriff auf Mobilfunk und Festnetzdienste über ein und dasselbe Endgerät erfolgen. Das Kapitel "Bluetooth Cordless Telephony Profile" 4.3 liefert dazu ein Beispiel, welches von Mobilfunkbetreibern auch schon praktisch erprobt wurde.

Die nun folgenden Kapitel sollen Beispiele liefern, wo und wie Fixed Mobile Convergence Technologien bereits angewendet wird. Es wurde dabei versucht Beispiele aus den oben vorgestellten Formen zu geben. Teilweise wurden diese Beispiele auch schon in der Praxis implementiert.

4 Fixed Mobile Convergence Technologien in der Anwendung

Dieses Kapitel soll konkrete Anwendungsbeispiele für Fixed Mobile Convergence geben. Es wurde versucht, die Beispiele so zu wählen, dass aus jeder der oben angeführten Formen der Fixed Mobile Convergence eine konkrete Anwendung beschrieben wird.

4.1 Private Mobile Networks

Sogenannte Private Mobile Networks fallen in die Kategorie der Dienstkonvergenz. Hier wird der Versuch unternommen, Telefondienste, die normalerweise innerhalb von Unternehmensnetzwerken angeboten werden (Festnetz, bzw. DECT), auch typischen Mobilfunktelefonen, die via GSM angebunden sind, zur Verfügung zu stellen. Der Benutzer erhält dadurch die Möglichkeit zum Beispiel folgende Dienste zu verwenden:

- Rufweiterleitung an Mitarbeiter des Unternehmens
- Interaktive Sprachmobilboxen
- Call Escalation Procedure: Eskalieren des Anrufs bei Nichtannahme

Abbildung 8 stellt die Architektur eines Private Mobile Networks dar. Sogenannte GSM Pico Zellen sollen das öffentlich verfügbare GSM Netz überlagern und den mobilen Endgeräten das private GSM Netz zur Verfügung stellen. Die Base Tranceiver Stations (BTS), die das Radionetzwerk anbieten, sind an den Base Station Controller (BSC) angebunden. Wie im öffentlichen GSM Netzwerk kann hier ein BSC mehrere BTS verwalten. Die BSC's sind an ein Mobile Switching Center (MSC) angebunden. Ein Gateway stellt die Verbindung zum internen Private Branch Exchange (PBX) dar. Man erkennt, dass hier die Architektur des öffentlichen GSM Netzwerkes nachgebildet wird.

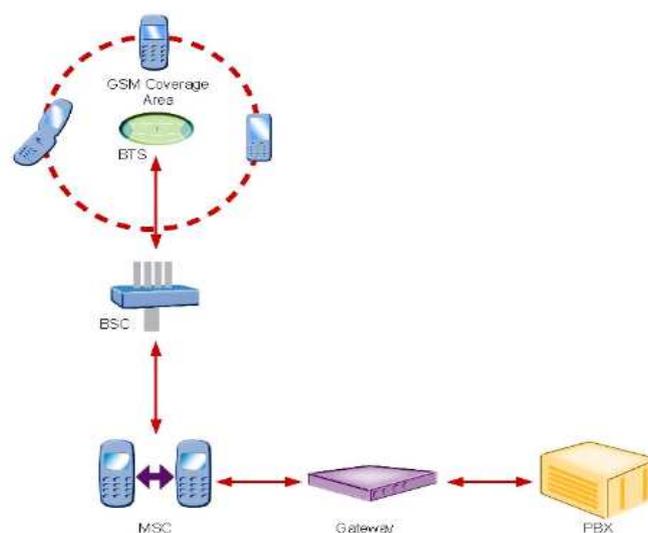


Abb. 8: Private Mobile Network Architektur [Ltd06]

Ziel dieser Architektur ist es, Dienste, die die Unternehmens-PBX zur Verfügung stellt, auch den GSM Mobiltelefonen der Mitarbeiter anbieten zu können.

Voraussetzung ist natürlich, dass der Aufbau des privaten Mobilfunknetzwerkes kostengünstig ist. Daher werden die Funktionen der GSM Komponenten (BTS, BSC und MSC) möglichst in Software und auf Standard Server Komponenten abgebildet.

4.2 IP Multimedia Subsystem

Das IP-Multimedia Subsystem gehört in die Kategorie Konvergenz der Netzwerke. Wie bereits im Kapitel 3.2.4 kurz beschrieben, wird hier der Versuch unternommen, ein vom Access Layer losgelöstes Provider-Kernnetzwerk aufzubauen. Da dies nach heutigem Wissensstand die Basis zukünftiger Mobilfunknetzwerke darstellen wird, möchte der Autor auf das IP Multimedia Subsystem näher eingehen.

Die Architektur des IP Multimedia Subsystems stellt einen Paradigmenwechsel für die gesamte Telekommunikationsbranche dar. Beim bisherigen Funknetzen wie GSM wurde für die Übertragung der Sprachkommunikation die leitungsvermittelnde Technik verwendet. Leitungsvermittlung bedeutet, dass zwischen zwei Endgeräten ein direkter Übertragungskanal geschaltet wird. Den Endgeräten steht eine exklusive Leitung mit garantierter Bandbreite zur Übertragung der Daten zur Verfügung. Mit der Einführung des IP Multimedia Subsystem erfolgt eine Umstellung auf die paketvermittelnde Übertragungstechnik. Hier wird nicht ein direkter Kanal zwischen Endgeräten geschaltet, sondern es werden die zu übermittelnden Daten in kleine Pakete unterteilt und danach übertragen. Eine Garantie der zur Verfügung stehenden Bandbreite kann nur durch eine Markierung der Pakete erfolgen.

Des Weiteren wurde beim Design des IP Multimedia Subsystem auf Internetstandards zurückgegriffen. Ziel ist es, Internetdienste überall auf jedem Endgerät zur Verfügung zu stellen. Beim Design des IMS wurde auf folgende Punkte besonderes Augenmerk gelegt:

- Garantie der Servicequalität (Quality of Service)
- Verrechenbarkeit der angebotenen Dienste
- Integration der verschiedensten Dienste in das IMS

Wie bereits oben erwähnt, muss durch den Einsatz der leitungsvermittelnden Technik eine Garantie der Servicequalität extra durch Protokollerweiterungen hinzugefügt werden. Des Weiteren ist es für die Betreiber des IMS von besonderer Bedeutung, die angebotenen Dienste auch verrechnen zu können. Verrechenbarkeit der Dienste spielt aber beim Design von Internetprotokollen meist eine untergeordnete Rolle. So wurde zum Beispiel beim Festlegen des Session Initiation Protocols (SIP) [RSC⁺02] wenig Augenmerk auf Accounting gelegt. Diese Protokolleigenschaften müssen daher erst nachträglich hinzugefügt werden. Das IMS soll den Betreibern auch eine möglichst einfache Erweiterung durch neue Dienste ermöglichen. Bestehende Dienste sollen sich auch einfach in das IP Multimediasubsystem überführen lassen.

Abbildung 9 stellt die Architektur des IP Multimedia Subsystems im Überblick dar. Da eine genaue Beschreibung der Architektur den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, möchte der

Autor hier nur auf die wichtigsten Bestandteile eingehen. Für eine genaue Beschreibung aller relevanten Architekturbestandteile wird auf die 3GPP Standards verwiesen ([rGPPG07d] [rGPPG07c] [rGPPG07b]). Wie man erkennt, beginnt die Darstellung mit dem Kernnetzwerk des Betreibers. Wie die verschiedenen Endgeräte an dieses Kernnetzwerk angebunden werden, ist nicht näher spezifiziert. Alle für das IMS relevanten Benutzerdaten werden in am Home Subscriber Server (HSS) gespeichert. Da ein Netzwerk aus mehreren HS Servern bestehen kann, wird die Information, welche HSS für den jeweiligen Benutzer relevant ist, in der Subscription Location Function (SLF) abgelegt.

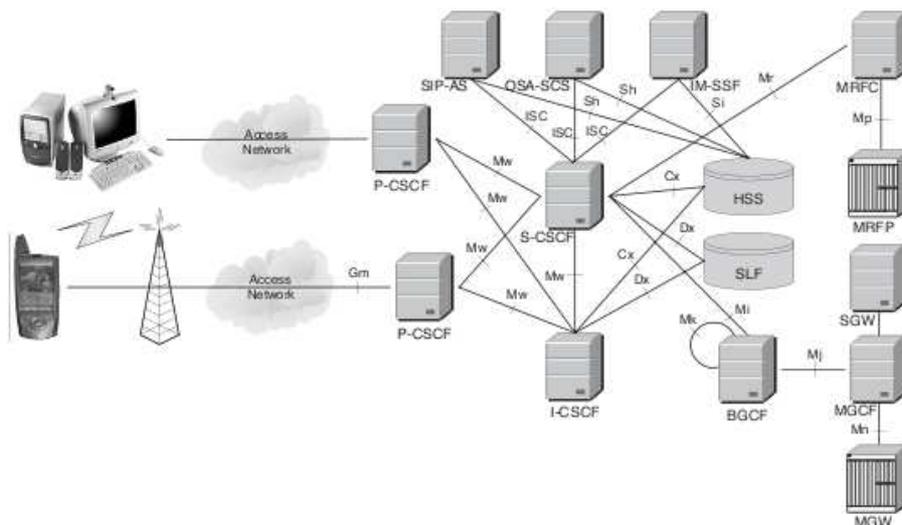


Abb. 9: 3GPP IMS Architektur [Cam05]

Das IMS besteht aus drei wichtigen SIP Servern, den sogenannten Call/Session Control Functions (CSCF) :

- P-SCSF: Proxy CSCF
- I-SCSF: Interrogating CSCF
- S-SCSF: Serving CSCF

Der Proxy CSCF stellt den Kontaktpunkt für die Endgeräte dar, die sich mit dem IP-Multimedia Subsystem verbinden wollen. Alle Verbindungsdaten, die zwischen dem Endgerät und dem IMS ausgetauscht werden müssen, passieren den Proxy CSCF. Des Weiteren ist der Proxy CSCF für die verschlüsselte Übertragung der Signalisierungs und Sprachdaten zwischen Endgerät und Proxy SCSF verantwortlich. Hierzu wird ein weiteres standardisiertes Internetprotokoll verwendet: IP Security oder IPSec . Eine genau Beschreibung dieses Protokolls ist in [KA98c], [KA98a], [KA98b] und [MSST98] zu finden.

Für die Authentifizierung des Benutzers ist der Interrogating CSCF zuständig. Meldet sich ein Benutzer zum ersten Mal an das IMS an, leitet der Proxy CSCF den Request an den Interrogating CSCF weiter. Dieser soll das Netzwerk des Providers vom Netzwerk der Endgeräte trennen. Der Interrogating CSCF authentifiziert den Endanwender mit Hilfe des Home Subscriber Servers. Nach erfolgreicher Authentifizierung leitet der Interrogating CSCF den Endanwender an einen Serving CSCF weiter.

Der Serving CSCF ist die zentrale Schnittstelle im Ablauf der Signalisierungsdaten. Eine Aufgabe des Serving CSCF ist die Umwandlung der beim SIP Protokoll verwendeten Adressen in PSTN Telefonnummern. Weiters ist der Serving CSCF dafür verantwortlich, den Benutzer nur Zugriff auf vom Netzbetreiber berechnigte Dienste zu erlauben. Der Serving CSCF leitet die Nachrichten auch an den für das gerade aktuell verwendete Service zuständigen Application Server (AS) weiter. Ein Application Server stellt die im IP Multimedia Subsystem angebotenen Dienste zur Verfügung.

All die bis hierher angeführten Komponenten sind notwendig, um Dienste, die bisher mit traditionellen Netzwerkarchitekturen angeboten wurden, auch mit Hilfe von Internetprotokollen abbilden zu können. Leider entsteht dadurch eine Komplexität, die es fraglich erscheinen lässt, ob sich das IP Multimedia Subsystem in der dargelegten Form auch umgesetzt wird.

4.3 Bluetooth Cordless Telephony Profile

Bluetooth CTP ist eine mögliche Form der Terminalkonvergenz. Hier verbindet sich eine sogenannte Mobile Station (Endgerät) je nach Verfügbarkeit entweder über das GSM Netzwerk mit dem Providernetz oder über einen Bluetooth CTP Accesspoint. Dies soll dem Endbenutzer die Möglichkeit geben, Telefonverbindungen über das Festnetz zu führen, wenn sich ein CTP Access Point in Reichweite befindet. Vorteil ist, dass Gespräche, die über ein herkömmliches Festnetz geführt werden, üblicherweise billiger sind.

Abbildung 10 verdeutlicht dieses Zugriffsschema nochmals. Die Bluetooth CTP Mobile Station (MS) verbindet sich je nach Netzverfügbarkeit entweder über das Cellular Netzwerk (GSM) mit dem Public Switched Telephony Network (PSTN), oder aber es wird, falls in Reichweite, der Bluetooth CTP Access Point für die Verbindung in das PSTN verwendet.

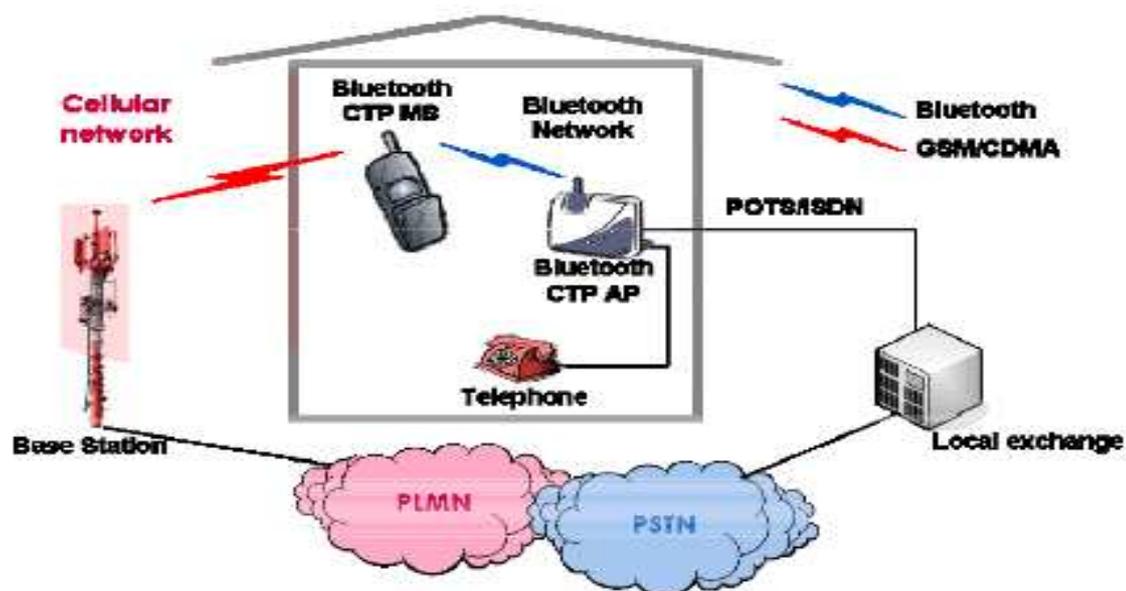


Abb. 10: Bluetooth CTP Architektur [All06]

Wichtiges Merkmal dieser Technologie ist es, dass der Übergang vom GSM Netzwerk in das Bluetooth CTP Netz ohne Einwirken des Endanwenders von statten geht. Das verwendete Endgerät entscheidet autonom, welches Zugangsnetzwerk zur Anwendung kommt.

Wie in Abbildung 11 dargestellt, kann Bluetooth CTP auch als Lösung im Büroumfeld angewandt werden. Der Bluetooth CTP Accesspoint dient als Verlängerung der Private Branch Exchange (PBX). Er kann somit dort angebotene Dienste auch für die über Bluetooth CTP angebotenen Endgeräte zur Verfügung stellen.

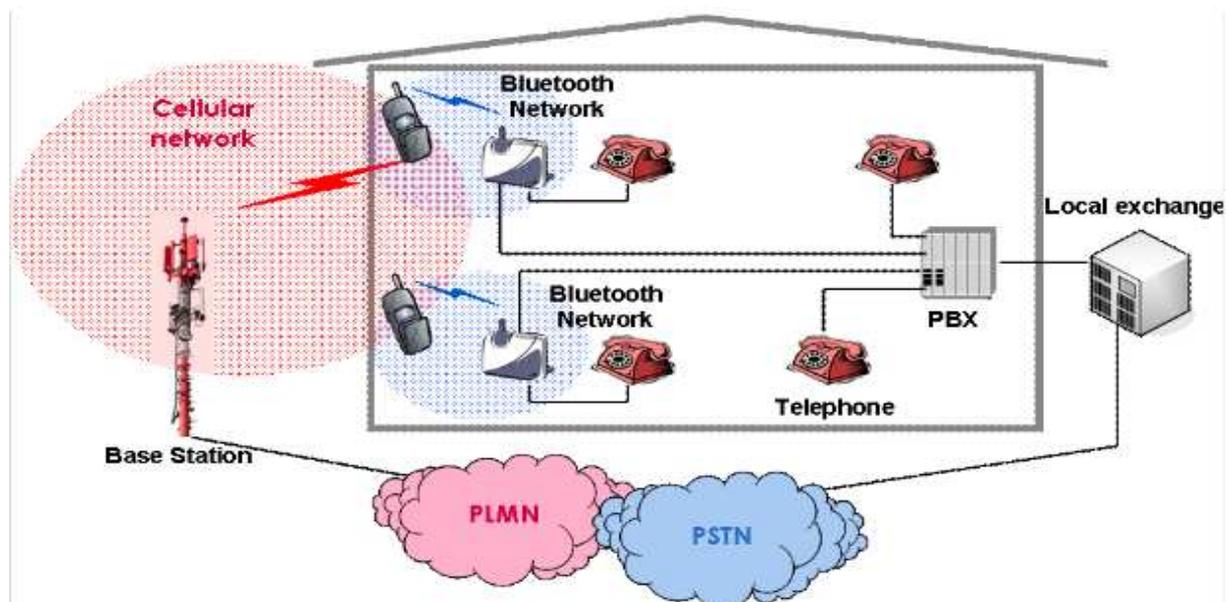


Abb. 11: Bluetooth CTP als Bürolösung [All06]

Für Verbindungen, die über das GSM Funknetz aufgebaut werden, fallen die mit dem Netzbetreiber vereinbarten GSM Funknetzgebühren an, für Verbindungen, die über das Bluetooth CTP Netzwerk aufgebaut werden, die üblicherweise billigeren Festnetzgebühren.

Für eingehende Verbindungen kommt es auf die Konfiguration des Netzwerkbetreibers an. Hier können verschiedenste Strategien angewandt werden. Zum Beispiel könnten eingehende Anrufe nur dann zum Bluetooth CTP Access Point gerouted werden, falls sich die Mobile Station auch dort angemeldet hat. Sollte sich der Endanwender nicht am Bluetooth CTP Access Point angemeldet haben, werden alle eingehenden Verbindungen automatisch ohne Eingreifen des Benutzers über das GSM Funknetz gerouted.

Der CTP Accesspoint dient hier der Verlängerung des Festnetzes. Bei eingehenden Anrufen läutet sowohl das eventuell vorhandene Festnetztelefon, als auch das am Access Point registrierte Endgerät.

Des Weiteren bietet diese Technologie auch die Möglichkeit der gleichzeitigen Registration von mehreren Endgeräten. Wieviele Endgeräte maximal am Access Point registriert sein können, hängt vom jeweiligen Produkt ab. Erfolgt nun ein eingehender Anruf, wird dieser durch den Access Point an alle registrierten Endgeräte weitergeleitet.

Bluetooth CTP soll den Zugriff auf folgende Netzwerke ermöglichen:

- Public Switched Telephony Network (PSTN)

- Integrated Digital Subscriber Network (ISDN)
- Voice over IP

Je nach verwendeter Netzwerktechnologie stehen unterschiedliche Dienste zur Verfügung. Besonders interessant ist auch, dass ein Bluetooth CTP Empfänger die Verbindung zu Voice over IP Diensten herstellen kann. Dazu fungiert der Bluetooth CTP Access Point als CTP - SIP (vergl. [RSC⁺02]) Gateway.

Eine genauere Beschreibung des Bluetooth Cordless Telephony Profile befindet sich auch in der Spezifikation des Protokolls [Gro01].

5 Diskussion

Die Bachelorarbeit “Die unterschiedlichen Formen von Fixed Mobile Convergence (FMC)” bietet einen Überblick über die derzeit verfügbaren Arten der Fixed Mobile Convergence. Im ersten Teil wurde auf die verschiedenen Arten eingegangen und versucht, eine Unterteilung der möglichen Formen durchzuführen.

Derzeit wird der Begriff der Fixed Mobile Convergence “gehypt”. Dies bedeutet, dass viele größere und kleinere Hersteller versuchen, Produkte anzubieten. Problem hierbei ist, dass es keine einheitliche Auffassung des Begriffs Fixed Mobile Convergence gibt. Sich einen Überblick über die angebotenen Formen zu verschaffen, ist nicht immer einfach.

Konkrete Beispiele für eine Konvergenz der Prozesse lassen sich vor allem im österreichischen Raum nur schwer finden. Es gibt einzelne Hersteller, die den Kunden Prozesskonvergenz anbieten, hier ist allerdings noch einiges an Potential zu erkennen. Zum Beispiel ist der größte österreichische Mobilfunkbetreiber A1 von der Festnetzsparte des Telekom Konzerns getrennt. Somit wird hier die Chance verpasst, den Kunden Dienste wie zum Beispiel eine einheitliche Rechnung, die sich als Vorteil am heißumkämpften Telekommarkt erweisen könnte, anzubieten. Einzig im Bereich der Internet Service Provider lassen sich Beispiele für eine Prozesskonvergenz finden. So bieten einige ISP’s anstatt der herkömmlichen Festnetztelefonie bereits Voice over IP Dienste an. Die Abrechnung der verwendeten Bandbreite für klassische Internetdienste und Voice over IP Dienste erfolgt dann auf einer gemeinsamen Rechnung. Dies stellt für die Endkunden einen wesentlichen Vorteil dar.

Am österreichischen Markt ist außerdem eher der Trend in Richtung Fixed Mobile Substitution, also des Ersetzens der klassischen Festnetztelefonie zu erkennen. Echte Beispiele für eine Konvergenz zwischen Mobil- und Festnetz kann der Autor nicht erkennen. Der momentane Trend geht eindeutig in Richtung Mobilfunktelefonie. Immer mehr Endanwender verwenden ausschließlich ihr Mobilfunkgerät und verzichten auf einen Festnetzanschluss. Dieser verkommt daher in letzter Zeit immer mehr zum reinen Internetanschluss. Doch auch hier versuchen die Mobilfunkbetreiber vehement, den Festnetzanbietern Konkurrenz zu machen. Mit Hilfe von Technologien wie zum Beispiel UMTS oder High Speed Downlink Packet Access (HSDPA) usw., die eine ausreichende Bandbreite für den Zugang in das Internet zur Verfügung stellen, gelingt dies auch immer mehr. Die Preise für Internetzugänge über Mobilfunk werden von Monat zu Monat günstiger. Der weitflächige Ausbau des Mobilfunknetzes ermöglicht schnellen Zugang zum Internet auch in Gegenden, in denen zum Beispiel die ADSL Technologie nicht zur Verfügung steht.

Das günstige Anbieten von IP via mobiler Endgeräte verursacht aber auch Probleme für die Provider. Heutige Mobilfunkgeräte dienen nicht mehr nur als “Modem” für die Einwahl in das Internet bzw. als Terminals für Telefongespräche, sondern sind bereits reich an Applikationen. Mobile Betriebssysteme wie Windows CE [Coo] oder Symbian [Lim] bieten bereits zahlreiche Applikationen, die einen klassischen Telefondienst und die damit anfallenden Gebühren obsolet machen. So können zum Beispiel Applikationen wie Skype oder andere Voice over IP Clients verwendet werden, um die Gebühren der Netzbetreiber für anfallende Telefongespräche zu umgehen. Mit der EU-weiten Regelung der Roaminggebühren ist die Versuchung der Endanwender noch größer, für Telefongespräche im Ausland nicht die vom Netzbetreiber angebotenen Sprachdienste zu benutzen, sondern auf Möglichkeiten wie Voice

over IP zurückzugreifen. Die Netzbetreiber hätten zwar die Möglichkeit, diese Internetprotokolle zu blockieren, könnten den angebotenen Internetzugang dann aber nicht mehr als vollwertig bezeichnen. Des Weiteren bieten im Internet weit verbreitete Tunnelingmethoden dem Endanwender die Möglichkeit, diese Blockaden zu umgehen.

Mit Hilfe der Netzwerkkonvergenz erhoffen sich die Mobilfunk- und Festnetzanbieter eine Vereinheitlichung der Netzwerke. Dadurch soll eine einfachere Administration und Wartung, aber auch das Anbieten neuer Dienste erleichtert werden. Betrachtet man als Beispiel dieser Netzwerkkonvergenz das IP Multimedia Subsystem, stellt sich die Frage, wie diese Vereinfachung umgesetzt werden soll. Nach Meinung des Autors erhöht die Komplexität des IP Multimedia Subsystems eher den Aufwand der Administration und Wartung. Prinzipiell ist der Ansatz einer Verwendung von offenen Internetprotokollen zu begrüßen. Ob die Art der Verwendung dieser Protokolle im IMS allerdings eine Vereinfachung der bisherigen Netzwerkkonstruktion darstellt, bezweifelt der Autor.

Terminalkonvergenz wird von verschiedenen Herstellern derzeit als die große Zukunft mobiler Endgeräte angepriesen. Es kommen dabei nicht nur Technologien wie Bluetooth CTP zum Einsatz, sondern es soll auch die Anbindung von Mobilfunktelefonen über Wireless LAN oder WiMAX [WiM] ermöglicht werden. Standardisierungen wie GAN (Generic Access Network), besser bekannt unter dem Namen UMA (Universal Mobile Access) [rGPPG07a], sollen dies ermöglichen. Die Hersteller versprechen auch eine baldige Verfügbarkeit von mobilen Telefonen, die diese Protokolle unterstützen. Der Autor ist aber der Meinung, dass sich diese Technologien nicht so schnell verbreiten werden wie angepriesen. So hat die britische Telekom (BT) einen Feldversuch bei dem Bluetooth CTP zum Einsatz kam wieder eingestellt. Zu wenig Kundenakzeptanz war der Grund für die Einstellung des Projektes. Warum die Kunden diese Lösung der mobilen Konvergenz nicht annahmen, ist dem Autor leider nicht bekannt. Es wird aber vermutet, dass diese Lösungen im Detail noch einige technische Probleme verursachen.

Es wird also spannend, in den nächsten Jahren zu beobachten, in welche Richtung sich die Mobil- und Festnetze entwickeln. Kommt es wirklich zu einem Ersatz der derzeit vorhandenen Festnetze durch die Mobilnetze? Oder finden sich Festnetzdienste, die eine Konvergenz der Mobil- und Festnetze erforderlich machen? Das wird sich erst in 5-10 Jahren sagen lassen.

Abbildungsverzeichnis

1	FMC Entwicklung	3
2	Formen von FMC [Bea98]	5
3	Schnittstellen der Prozesskonvergenz	5
4	Billing [Mat99]	6
5	Konvergenz von Diensten [MCCRL99]	6
6	Netzwerk Konvergenz	8
7	Netzwerk Konvergenz [Coo05]	10
8	Private Mobile Network Architektur [Ltd06]	11
9	3GPP IMS Architektur [Cam05]	13
10	Bluetooth CTP Architektur [All06]	14
11	Bluetooth CTP als Bürolösung [All06]	15

Abkürzungsverzeichnis

AS	Application Server
BSC	Base Station Controller
BTS	Base Transceiver Station
CSCF	Call/Session Control Function
GAN	Generic Access Network
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSS	Home Subscriber Server
IMS	IP Multimedia Subsystem
IP	Internet Protokoll
IPSec	IP Security
MSC	Mobile Switching Center
NGN	Next Generation Networks
PBX	Private Branch Exchange
PSTN	Public Switch Telephony Network
QoS	Quality of Service
RTP	Realtime Protokoll
SDP	Session Description Protocol
SIP	Session Initiation Protocol
SLF	Subscription Locator Function
SMS	Short Messaging Server
Terminals	Endgeräte
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
Universal Mobile Access	

Literaturverzeichnis

Literatur

- [All06] Fixed Mobile Convergence Alliance. *Convergence Service using Bluetooth CTP*, 2006.
- [Bea98] Simon Beard. Konvergenz von Fest- und Mobilfunknetzdiensten. In *IIR Konferenz FMC*, 1998.
- [Cam05] Garcia-Martin Camarillo. *The 3G IP Multimedia Subsystem*. Wiley & Sons, 2nd edition, 2005.
- [Coo] Microsoft Cooperation. Microsoft Windows CE Homepage. <http://msdn2.microsoft.com/en-us/embedded/aa731407.aspx>.
- [Coo05] Nokia Cooperation. *Convergence: An Outlook on Device, Service, Network and Technology Trends*. White Paper, 2005.
- [Gro01] Bluetooth Special Interest Group. *Cordless Telephony Profile*. Bluetooth Specification Version 1.1, 2001. Pages 99-144.
- [HJP06] M. Handley, V. Jacobson, and C. Perkins. SDP: Session Description Protocol. RFC 4566 (Proposed Standard), July 2006.
- [KA98a] S. Kent and R. Atkinson. IP Authentication Header. RFC 2402 (Proposed Standard), November 1998. Obsoleted by RFCs 4302, 4305.
- [KA98b] S. Kent and R. Atkinson. IP Encapsulating Security Payload (ESP). RFC 2406 (Proposed Standard), November 1998. Obsoleted by RFCs 4303, 4305.
- [KA98c] S. Kent and R. Atkinson. Security Architecture for the Internet Protocol. RFC 2401 (Proposed Standard), November 1998. Obsoleted by RFC 4301, updated by RFC 3168.
- [Lim] Symbian Software Limited. Symbian OS Homepage. <http://www.symbian.com/>.
- [Ltd06] Private Mobile Networks Ltd. *Fixed Mobile Integration: Realising the potential of Private GSM Networks*. White Paper, 2006.
- [Mat99] Willimowski Matzeik, Sattler. *FMC - Konvergenz von Fest- und Mobilfunknetzen*. ITG Fachgruppe 5.2.4, 1999.
- [MCCRL99] Giovanni Colombo M. Cristina Ciancetta and Fondazione Ugo Bordoni Raffaella Lavagnolo, Cselit Davide Grillo. *Convergence Trends for Fixed and Mobile Services*. *IEEE Personal Communications*, 1999.
- [MSST98] D. Maughan, M. Schertler, M. Schneider, and J. Turner. Internet Security Association and Key Management Protocol (ISAKMP). RFC 2408 (Proposed Standard), November 1998. Obsoleted by RFC 4306.

- [Pos81] J. Postel. Internet Protocol. RFC 791 (Standard), September 1981. Updated by RFC 1349.
- [rGPPG07a] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). Generic access to the A/Gb interface . 3GPP TS 43.318, 2007.
- [rGPPG07b] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). Architectural requirements (Release 7). 3GPP TS 23.221, 2007.
- [rGPPG07c] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). General Packet Radio Service (GPRS) Base Station System (BSS) - Serving GPRS Support Node (SGSN) interface BSS GPRS protocol. 3GPP TS 48.018, 2007.
- [rGPPG07d] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). IP Multimedia Subsystem (IMS); Stage 2. 3GPP TS 23.228, 2007.
- [rGPPG07e] 3rd Generation Partnership Project (3GPP). Technical Specifications and Technical Reports for a UTRAN-based 3GPP system(Release 6). 3GPP TS 21.101, 2007.
- [RSC⁺02] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, and E. Schooler. SIP: Session Initiation Protocol. RFC 3261 (Proposed Standard), June 2002. Updated by RFCs 3265, 3853, 4320.
- [SCFJ03] H. Schulzrinne, S. Casner, R. Frederick, and V. Jacobson. RTP: A Transport Protocol for Real-Time Applications. RFC 3550 (Standard), July 2003.
- [WiM] WiMAX. WiMAX Forum Homepage. <http://www.wimaxforum.org/>.