



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

**Bundesamt für Kommunikation BAKOM**  
Abteilung Telecomdienste

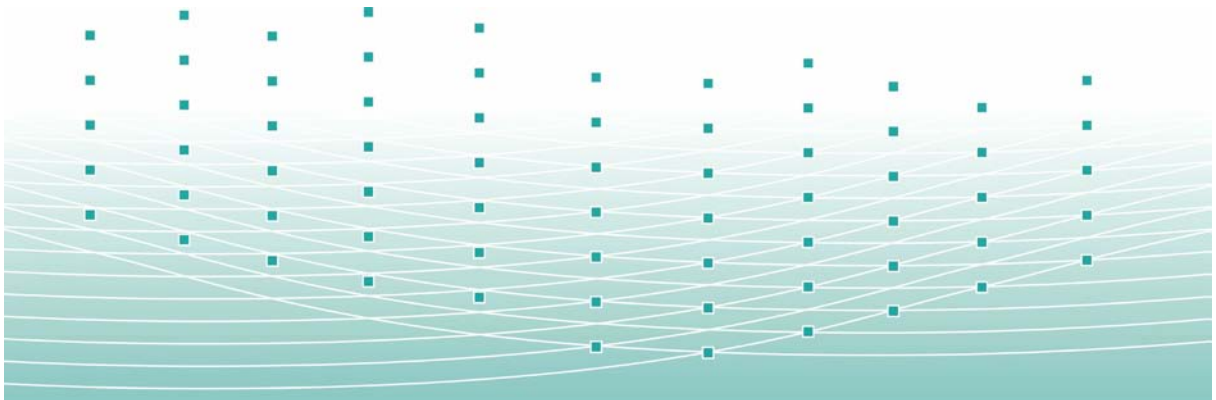
Abteilung Telecomdienste 31. Januar 2012

---

# **BAKOM-Ansatz eines modernen Telekom- munikationsnetzes basierend auf NGN**

Anhang zur öffentlichen Expertenbefragung vom  
16. Januar 2012

---



## 1 Warum NGN

Die Welt der Telekommunikation macht eine spannende Entwicklung durch, in welcher den Benutzern neue Dienste und Möglichkeiten zur Verfügung gestellt werden: ultra-schnell, überall verfügbar und vom Endgerät unabhängig. Dies führt aber auch zu höheren Anforderungen an die Bandbreiten und der Interaktion. Somit verändern sich die bisher bekannten und etablierten Paradigmen des Netzaufbaus und die Anbieterinnen müssen ihre Netze umbauen, um den neuen Bedürfnissen gerecht zu werden. Die heutigen Netze – konzipiert und implementiert in den 80er und 90er Jahren – basieren überwiegend auf der Leitungsvermittlung (PSTN). Sie stossen nun aufgrund des Alters an ihre technologischen Grenzen und bieten nur wenig Potential im Hinblick auf die Konvergenz der Dienste. Des Weiteren sind die Einnahmen aus der Festnetz- und Mobilfunktelefonie rückläufig, Umsätze mit Internetdiensten und dem Datenverkehr nehmen hingegen zu.

Bei der Gestaltung eines modernen Telekommunikationsnetzes, welches in der Lage ist sowohl den Privat- als auch den Geschäftskunden leistungsfähige Dienste anzubieten, ist es naheliegend eine Netzinfrastruktur auszurollen, die multiple Dienste und Konvergenzen unterstützt. Die dafür geeignete Basis sind Glasfasernetze bis hin zu den Endnutzern. Ein derartiges Netz, oft mit dem Akronym NGN (Next Generation Network) bezeichnet, ist gekennzeichnet durch:

- Internetprotokoll (IP) basierte Paketvermittlung;
- Abwesenheit von Hierarchien, d.h. Layer und Stufen werden durch funktionelle Blöcke ersetzt;
- Funktionale Trennung von Anschlussnetz, IP-Transportnetz, Signalisierungs- und Kontrollsystem sowie der Applikationsserver;
- Signalisierung durch Protokolle, die multimediale Kommunikation unterstützen;
- Baukastenprinzip, d.h. einfache Implementierung von Diensten und Management-Mechanismen durch Betreiberinnen, Drittanbieter oder die Endnutzer;
- Bandbreitenmanagement in Abhängigkeit von Diensten und QoS;
- Interoperabilität der Netze durch offene und standardisierte Schnittstellen;
- Echte Mobilität mit nomadischer Nutzung durch Roaming von Festnetz-, Mobilfunk- und Internetdiensten;
- Konvergenz von Festnetz und Mobilnetz in Bezug auf Märkte, Infrastrukturen, Dienste und Endgeräte;

Das **Transportnetz** bildet das Zentrum des Systems. Es basiert vollständig auf der paketvermittelnden IP-Technologie, ist robust und bietet Flexibilität bei der Verwaltung des Datenflusses zwischen Eintritts- und Austrittspunkt. Die Besonderheit von NGN Transportnetzen liegt in der Möglichkeit eine Vielzahl von Diensten mit unterschiedlichen Merkmalen umzusetzen.

Die **Anschlussnetze** unterliegen einem steten Wandel und müssen in Abhängigkeit der technologischen Entwicklungen angepasst oder ersetzt werden (xDSL, FTTH, CATV, WLAN, LTE, ...), ohne die übrige Infrastruktur zu verändern. Gateways ermöglichen die notwendige Anpassung und schützen gleichzeitig das Transportnetz vor Spamming und anderen Angriffen.

Die **Zugriffskontrolle** zu Diensten und Anwendungen und die Signalisierung des Systems basieren auf dem SIP Protokoll. Es ist ein offener Standard für das Session-Management, der in der multimedialen Telekommunikation weit verbreitet ist. Andere spezifische Protokolle erlauben es die Zugriffsberechtigung auf die Netzressourcen zu authentifizieren und ihre Inanspruchnahme durch die Anwendungen zu kontrollieren.

Die **Anwendungen und Dienste** sind Applikationsservern zugewiesen und bieten ebenfalls standardisierte Schnittstellen für die Dienstleistung. Dadurch können sie von der Netzbetreiberin oder durch Dritte bereitgestellt werden.

Mehrere internationale Organisationen und Interessengruppen arbeiten an der Standardisierung von NGN-Netzen und ihrer technischen Spezifikationen:

- **ITU** (International Telecommunication Union): verantwortlich für die internationale Telekomregulierung, definiert den allgemeinen Rahmen in ihren Empfehlungen der Study Group 13.
- **3GPP** (3rd Generation Partnership Project): Standardisierung von Mobilfunknetzen, u.a. den IMS-Standard der bei NGN Verwendung findet.
- **IETF** (Internet Engineering Task Force): erarbeitet Internetstandards, insbesondere die der IP-Netze und für das SIP Protokoll.
- **ETSI** (European Telecommunications Standard Institute): Standardisierung der Telekommunikation in Europa, in der Arbeitsgruppe TISPAN erarbeitet sie NGN-Standards für Festnetze aufbauend auf IMS.

## 2 NGN-Architektur

Ein NGN unterscheidet sich deutlich von einem PSTN. Es handelt sich um ein Set von Bausteinen, die durch verschiedene Protokolle und Schnittstellen miteinander verknüpft werden können. Diese Bausteine lassen sich grob auf unterschiedliche Ebenen verteilen, welche die Funktionen und die Infrastruktur voneinander trennen, die für Transport und Kontrolle notwendig sind:

- die **Anschlussebene** enthält Funktionen und Infrastruktur für den Zugang von Endgeräten;
- die **Transportebene** leitet den Datenverkehr in das Kernnetz weiter, sogenannte Media Gateways erledigen notwendige Format- und Datenkonvertierungen;
- die **Steuerungsebene** verwaltet die Gesamtheit aller Dienstkontrollfunktionen. Hierfür hat sich die IMS-Architektur als Standard etabliert;
- die **Anwendungsebene** stellt die angebotenen Dienste und Anwendungen zur Verfügung.

Die Transportarchitektur besteht aus drei grundlegenden Teilen: dem Kernnetz (Core Network), dem Konzentrationsnetz (Aggregation Network) und Anschlussnetz (Access Network). Beim Kernnetz und dem Konzentrationsnetz wird typischerweise auch vom **NGN** gesprochen, während das moderne Anschlussnetz als **NGA** (Next Generation Access) bezeichnet wird.

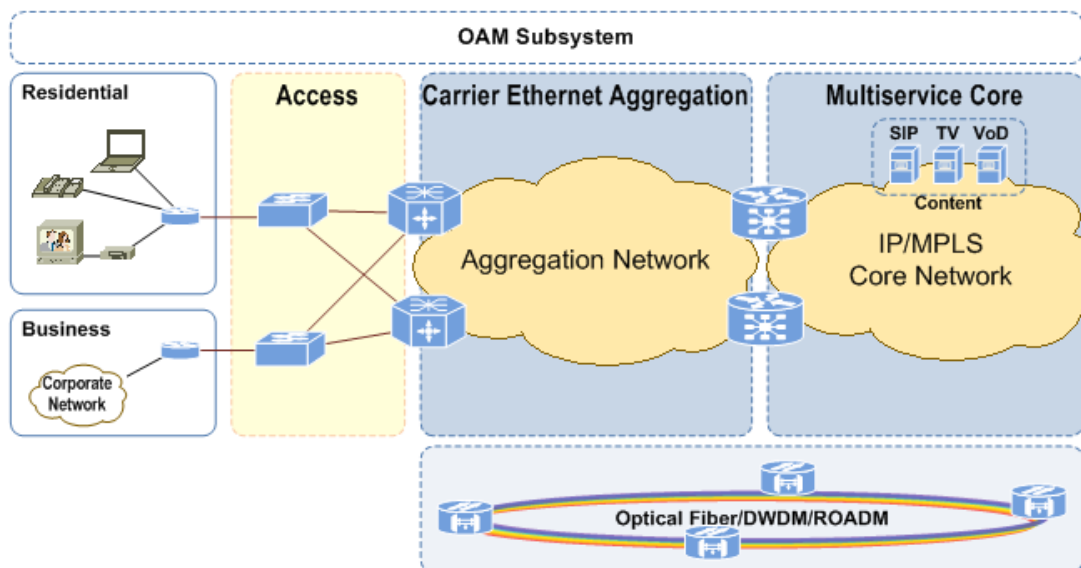


Abbildung 1: Netzarchitektur basierend auf NGN gemäss BAKOM

Die Hauptfunktion des **Kernnetzes** (IP/MPLS basiertes Core Network) besteht darin, die Konzentrationsnetze mit den Content Networks zu verbinden.

Die IP-Technologie bildet heute das Fundament für immer zahlreicher werdende Anwendungen und Dienste mit unterschiedlichen Anforderungen an Bandbreite und QoS. Diese vielfältige Verwendung des IP-Standards erfordert, dass eine parallele Nutzung im Kernnetz möglich ist. Eine Funktionalität, die beispielsweise durch MPLS (Multiprotocol Label Switching) ermöglicht wird. MPLS erlaubt eine Virtualisierung von mehreren IP-Netzinfrastrukturen auf einer einzigen Plattform, was seinerseits eine

komplexere Ressourcenverwaltung nach sich zieht. Der IETF Standard MPLS ist im Kernnetz essenziell für die Verwaltung der Protokoll Layer von Ethernet und IP, da es das Traffic Engineering (TE) und die Bereitstellung unterschiedlicher QoS vereinfacht.

Das Kernnetz trennt die verschiedenen Dienste und teilt ihnen Ressourcen zu, so dass keine Interferenzen auftreten können. Moderne Technologien ermöglichen es, dass ein einziges physisches Netz in mehrere voneinander unabhängige logische Netze unterteilt werden kann (Virtual Private Networks – VPN). Das Kernnetz sollte in erster Linie auf einer optischen Übertragungsinfrastruktur basieren, welche auf der Technologie des dichten Wellenlängen Multiplex (Dense Wavelength Division Multiplex – DWDM) basiert und die Paketvermittlung mit IP/MPLS unterstützt. Ziel ist es im Kernnetzes eine generische IP Transport Layer anzubieten, welche sich gegenüber Diensten und Anwendungen technisch transparent verhält. Auf der Verbindungsebene (Data Link Layer) muss das Kernnetz in der Lage sein mit Ethernet-Datenübertragungsraten von 10 Gbit/s, 40 Gbit/s - und in naher Zukunft 100 Gbit/s - umzugehen.

Die Topologie des **Kernnetzes** und seine Dimensionierung sind komplex und von mehreren Faktoren abhängig (Dienstpalette, Qualität der Dienste, Anzahl der Benutzer und deren geographische Verteilung, Nachfragemuster, etc.).

Dem **Aggregationsnetz** kommt die Rolle zu, die im Anschlussnetz generierten Datenströme zu sammeln und zu bündeln, damit sie in einem Datenstrom konzentriert werden können, bevor sie ins Kernnetz weitergeleitet werden. Es erscheint daher vernünftig im Aggregationsnetz MPLS-TP zu implementieren. Dies ermöglicht eine Reihe zukünftiger Erweiterungen des Netzes (einfache Skalierung) und erlaubt die Vorteile von MPLS möglichst weit in Richtung der Endgeräte zu erhalten. MPLS-TP ist eine vereinfachte Version von MPLS, deren Ziel die Bereitstellung von Verwaltungsinstrumenten (Operation & Maintenance - OAM) ist, analog zu denjenigen in den traditionellen Transportnetzen basierend auf SDH.

Wie für das Kernnetz sind auch für das Aggregationsnetz die Bestimmung seiner Topologie und seine Dimensionierung sehr komplex und von mehreren Faktoren abhängig.

Das **Anschlussnetz** verbindet das Aggregationsnetz mit den Endgeräten der Benutzer. Der fortschreitende Ausbau der Anschlussnetze mit Glasfasern bis hin zu den Benutzern (Fiber To The Home – FTTH) oder bis zu den Gebäuden (Fiber To The Building – FTTB) ermöglicht jedem Teilnehmer eine eigene Glasfaser zum Anschlussknoten des Anschlussnetzes. Dadurch entsteht eine skalierbare Lösung, welche der Anschlussanbieterin eine grössere Kontrolle über den Datendurchsatz ermöglicht und eine Anpassung der Bandbreite an individuelle Bedürfnisse zulässt. Diese Point-to-Point Ethernet Lösung (P2P Ethernet), entspricht der in der Schweiz von den grossen Anbieterinnen favorisierten Lösung und erlaubt Datenübertragungsraten für Ethernetverbindungen von mehr als 1 Gbit/s.

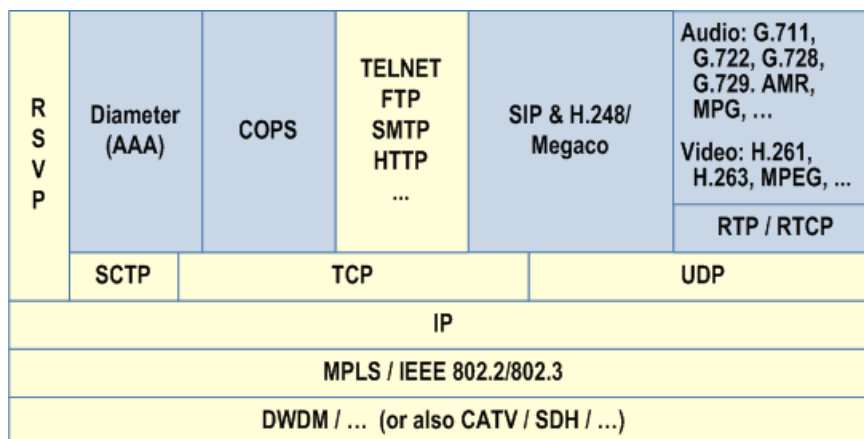
Die Verwendung von Glasfasern ermöglicht es einer Netzbetreiberin auf den sich abzeichnenden Anstieg der Datenübertragungsraten zu reagieren. Glasfasern unterstützen Datenübertragungsraten von 100 Mbit/s bis 10 Gbit/s sowie die Möglichkeit im Wellenlängen Multiplex Verfahren (Wavelength Division Multiplex – WDM) eine Vielzahl von Multiplexkanälen bereitzustellen. Die Übertragungsdistanz einer Glasfaserinfrastruktur wird in erster Linie durch die eingesetzten Netzknoten limitiert. Bei einer Standard-Glasfaser kann ohne weiteres von einer Distanz von 2 bis 150 km ausgegangen werden.

Das IP Multimedia Subsystem (**IMS**) ist eine Architektur, die als logische Vermittlungsebene zwischen dem IP-Transportnetz und den Diensten und Anwendungen liegt, welche von den Netzbetreiberinnen oder von Dritten angeboten werden. IMS erlaubt es Multimediadienste zu erstellen und es übernimmt die Aufgabe die Interoperabilität und Konvergenz der Netze sicherzustellen. Dies ermöglicht den Betreiberinnen, dass sie bei der Verwaltung des Verkehrs und der Dienste eine direkte Kontrolle auf die von den Kunden genutzten Dienste ausüben können.

Eine grundlegende Funktion von IMS ist es das Netzmanagement zu vereinfachen, indem Transport- und Kontrollfunktion getrennt werden. IMS ist eine End-to-End Architektur, welche bei Sicherstellung

des Qualitätsmanagements gleichzeitig mehrere Arten von Endgeräten unterstützen muss. Weil das IMS offene und standardisierte Internetprotokolle verwendet, kann es auch als „agnostischer Zugang“ bezeichnet werden. Das bedeutet, dass die Dienstbereitstellung unabhängig von der Anschlusstechnologie ist.

NGNs verwenden mehrere Protokolle, damit die unterschiedlichen Bestandteile miteinander kommunizieren können.



**Abbildung 2: Eingesetzte Protokolle im NGN**

Die vom BAKOM favorisierte Lösung setzt sich wie folgt zusammen:

- Optische Übertragungsinfrastruktur mit DWDM und Transport mittels Ethernet-Standard, welcher vom IP und MPLS Protokoll unterstützt wird;
- Verschiedene Protokolle (TCP, UDP, RTP, ...) erlauben die Benutzeridentifikation und -authentifikation, den Zugriff auf Netzressourcen, Aufbau von Multimedia-Sessions und Abruf von Medien-Streams mit definierter Servicequalität.

Die Verknüpfung verschiedener NGNs untereinander ist wichtig, um eine globale Verbreitung der Dienste sicherzustellen. Sie wird durch die **Interkonnektion** der NGNs auf drei Stufen garantiert: **Dienste, Kontrolle** und **Transport**. Die NGN-Interkonnektion kann direkt zwischen zwei Netzen oder indirekt über Transitnetze erfolgen. Sie findet an sogenannten Interkonnektionspunkten (Point of Interconnection – PoI) statt.

### 3 Dienste und Anwendungen basierend auf NGN

Ein NGN sollte so konzipiert sein, dass die Nutzer mit jeglicher geeigneter Ausrüstung zu jeder Zeit und überall in beliebigem Umfang die gewünschten Informationen erhalten, unabhängig von Medium oder Format. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, ergeben sich für NGN-Angebote folgende Eigenschaften:

- Hochbreitband Netzanschluss und Datentransport, in beliebigem Umfang zu jeder Zeit und an jedem Ort;
- Netzbasierte Personalisierung, zum Beispiel für Dienste, die auf Nutzerprofile (z.B. Abo-Informationen und persönliche Präferenzen) zugreifen und damit verknüpfte Funktionen erfüllen;
- Intelligente Netze, damit der Verbrauch von Netzressourcen in Abhängigkeit der unterschiedlichen Dienstanforderungen angepasst werden kann;
- Einfache Benutzerschnittstellen zur Interaktion im Netz und mit den angebotenen Diensten;
- Benutzerverwaltung zur Anpassung und Verwaltung personalisierter Dienste und eigener Profile, individuelle Anpassung von Applikationen, Kontrolle von Nutzung und Abrechnung;
- Intelligente Informationsverwaltung, die es erlaubt in einer Fülle von Angeboten die gewünschten Inhalte zu suchen, Ergebnisse zu filtern und sortieren.

Auf einem NGN kann eine Vielzahl von Diensten angeboten werden. Als Minimalanforderung erscheint vernünftig, dass eine Betreiberin TriplePlay (VoIP, IPTV, Internetzugang) und spezifische Dienstleistungen für Unternehmen anbietet.

**VoIP** (Voice over IP) ist ein Dienst der paketvermittelten Sprachübertragung über ein IP-Netz. Es bietet gegenüber einem traditionellen PSTN viele zusätzliche Funktionen. Der Transport der Sprachpakete stellt hohe Anforderungen an das Netz, damit Verzögerungen bei der Übertragung und die Veränderung oder der Verlust von IP-Paketen vermieden werden können.

Eine Anbieterin von VoIP sollte sowohl die grundlegenden Funktionalitäten eines Telefonienetzes anbieten (Blockierung ausgehender Anrufe, Halten und Rufumleitung, Rufnummernanzeige, Anrufbeantworter, Fax, Wahlwiederholung, Notruf, ...) als auch erweiterte Funktionen wie nomadische Nutzung der Rufnummern, Makeln, die Sperrung anonymer Anrufer oder Telemarketing, Adresslisten, Online-Verzeichnisse, Rufweiterleitung, virtuelle Rufnummern, Rückruf, SMS, Online-Verwaltung, etc.. Zudem muss die Lokalisierung von Notrufen auch beim mobilen Einsatz gewährleistet sein.

**IPTV** (IP Television) ermöglicht es Fernsehdienste über ein paketvermitteltes Netz zu erbringen, indem das Internet und die Breitbandnetze anstelle der digitalen Verbreitung über Satellit oder Kabelnetz (CATV) genutzt werden. IPTV-Signale bzw. Streams werden über ein IP-Netz verteilt und mit einem geeigneten Gerät – in der Regel einer Set-Top Box – empfangen.

Die drei wichtigsten IPTV-Dienste sind:

- **Übertragung von Live-TV**, mit oder ohne Interaktivität im Zusammenhang mit dem laufenden Programm;
- **Time-Shift-TV** erlaubt es dem Benutzer Programminhalte zeitversetzt zu nutzen
- **Video on Demand** (VoD) ermöglicht die Auswahl von Filmen aus einer Onlinevideothek.

IPTV ist definiert als Multimedia-Dienst über ein IP-Netz und derart umgesetzt, dass das erforderliche Mass an Service-Qualität, Sicherheit, Interaktivität und Zuverlässigkeit, etc. sicher gestellt werden kann. IPTV ist empfindlich gegenüber Paketverlusten und Verzögerungen. Für einen zuverlässigen Datenstrom muss ein Minimum an Datendurchsatz garantiert werden können, so dass die Anzahl der Frames pro Sekunde eine flüssige Visualisierung der Bilder ermöglicht. NGNs müssen IPTV derart integrieren, dass die Qualität des Dienstes jederzeit gewährleistet werden kann.

VoD ist ein System mit welchem Benutzer auf Nachfrage Video- und Audioangebote auswählen und anschauen bzw. anhören können. Dies im Allgemeinen auf einem Fernseher oder Computer und mit den Funktionen eines Videorecorders (Pause, Vorspulen, Zurückspulen, zum vorherigen / nächsten Bild springen, ...).

Neben VoIP und IPTV ist ein **Internetzugang** erforderlich, um auf die vielfältigen allgemein verfügbaren Dienste zuzugreifen, die heute für die meisten Anwender von wesentlicher Bedeutung sind. "Over-the-Top"-Anbieter wie beispielsweise Google, YouTube, Picasa, Flickr und Facebook ermöglichen den Zugang zu innovativen, attraktiven und oft kostenlosen Diensten, welche aber erhebliche Anforderungen an die Datenübertragungsraten sowohl im Downstream (vom Server zum Benutzer) als auch im Upstream (vom Benutzer zum Server) stellen. Dies gilt zudem für zukünftige und vielversprechende Anwendungen wie Telearbeit, Fernunterricht, Telemedizin oder Home-Monitoring. Deswegen erfordert ein TriplePlay-kompatibler Internetzugang heute minimale Download- und Upload-Geschwindigkeiten von 20 respektive 2 Mbit/s (20/2 Mbit/s). Das moderne Netz sollte zukünftig eine einfache Anpassung dieser Datenübertragungsraten auf 100 und 50 Mbit/s ermöglichen.

Wie bereits erwähnt können über ein NGN eine Vielzahl von Diensten sowohl für Privatkunden als auch für Unternehmen angeboten werden. Nachfolgend findet sich eine unvollständige Liste derjenigen Dienste, welche durch eine IMS-Plattform ermöglicht werden sollten:

- Instant Messaging (IM)
- Virtual Private Networks (VPN)
- IP Centrex (Telefonanlage im öffentlichen Netz)
- Multimedia-Konferenzen
- Unified Messaging
- Application Service Provider (ASP)
- E-Commerce Lösungen
- Call Center Dienste
- Interaktive Spiele
- Home Manger für intelligente Haushalte
- Verteilte virtuelle Realität (Distributed Virtual Reality)