



WiMAX - die Technik für drahtlose Breitband-Internetzugänge

Max Riegel

<riegel@max.franken.de>

KNF Kongress '04, 2004-11-21



- **WiMAX**
 - „Worldwide Interoperability for Microwave Access“
 - Familie von Funktechnologien für breitbandige Netzzugänge
 - Standardisierung als IEEE802.16
 - IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)
 - IEEE802.11 ist Wireless LAN Standardisierung
- **Markteinführung wird unterstützt durch das WiMAX Forum**
 - Ziel und Ausrichtung des Forums wie Wi-Fi Alliance für IEEE802.11
- **Intel treibt die Entwicklung**
 - Weiterentwicklungen des Standards für portable Anwendungen
 - Markteinführung in Korea in 2006
 - WiMAX Funkschnittstelle wird Teil von Intel Centrino®
- **Verhältnis zu UMTS?**
 - Stimulierende Ergänzung für drahtloses DSL

'WiMAX' schafft einen neuen Markt



Die Gliederung des Telekommunikationsmarktes:

	<i>"Integrated Services Digital Network"</i>	<i>"Digital Subscriber Line"</i>
fest	POTS, ISDN (B-ISDN, ATM)	xDSL, Cable
mobil	DECT	Wi-Fi
	GSM, UMTS (WCDMA, HSDPA)	'WiMAX'

- Garantierte Übertragung
- Echtzeitanwendungen (Sprache)
definierte Verkehrsklassen
- Integrierte Dienste
-Telefonie, SMS, Mehrwertdienste
- Detaillierte Abrechnung und
Rechnungsstellung
- *'best-effort'*, (Priorisierung)
- Interaktive Dienste
Streaming, Downloads
- Zugang zum Internet
-Web, email
- *Flat-rate*, Nutzungsklassen

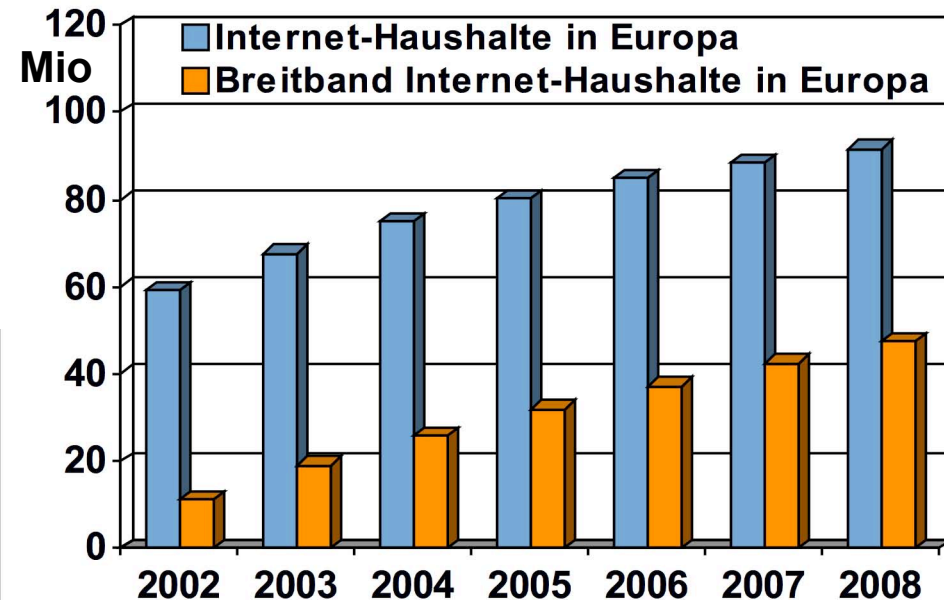
Der WiMAX-Markt ist keine Nische



Die Breitband-Scheide:
Nur die Hälfte aller Internet-Haushalte wird sich einen Breitbandzugang leisten.

■ **Die Gründe:**

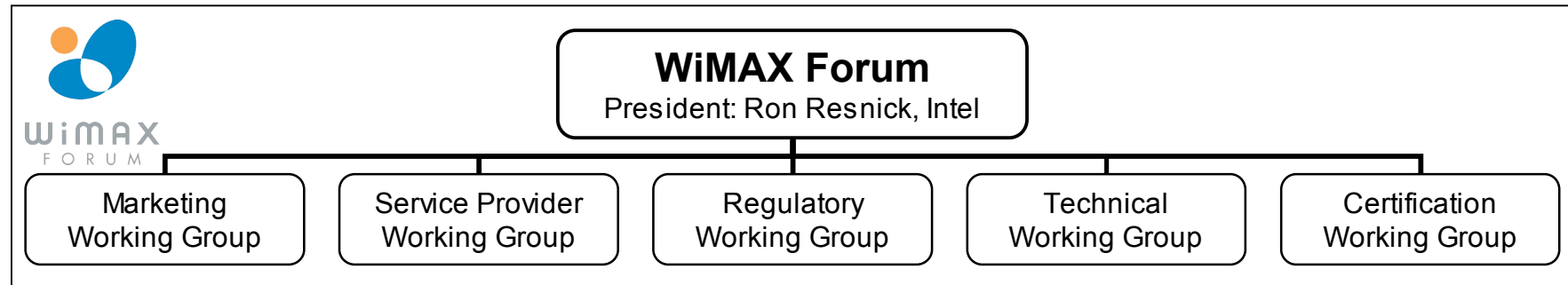
- zu kompliziert
 - speziell für die Generation 55+
- zu teuer
 - speziell für die Gelegenheitsnutzer



Source: Jupiterresearch, Nov 2003

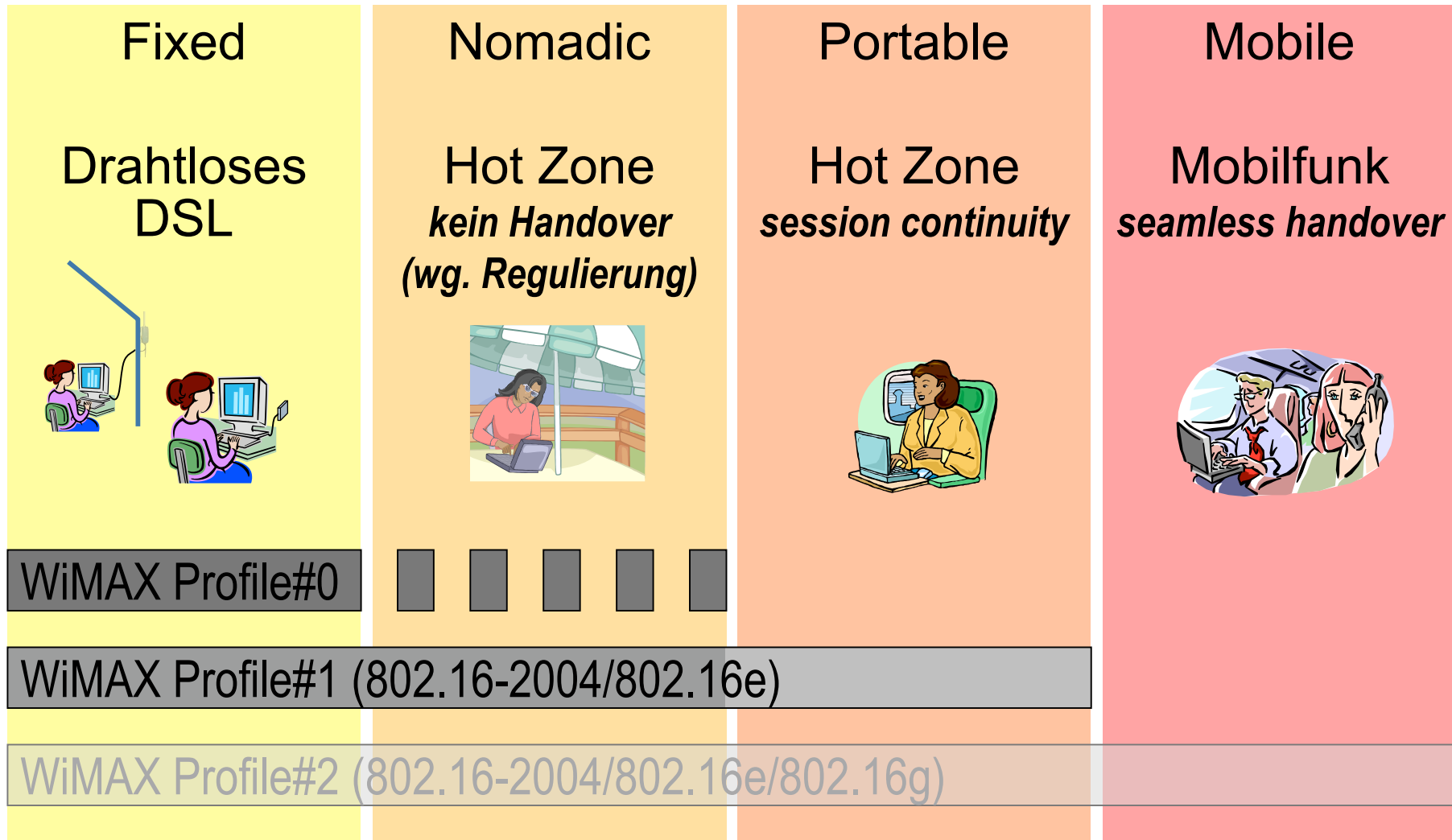
■ **Die Versorgung der anderen 50% aller Haushalte mit Breitband Internet-Zugang ist ein grosser Markt**

- Typischerweise ist eine drahtlose Technik benutzerfreundlicher und gerade bei Gelegenheitsnutzern ökonomischer.
- Viele dieser Gelegenheitsnutzer dürften bereit sein bis zu 20€ monatlich für ihren Breitbandzugang zu bezahlen.

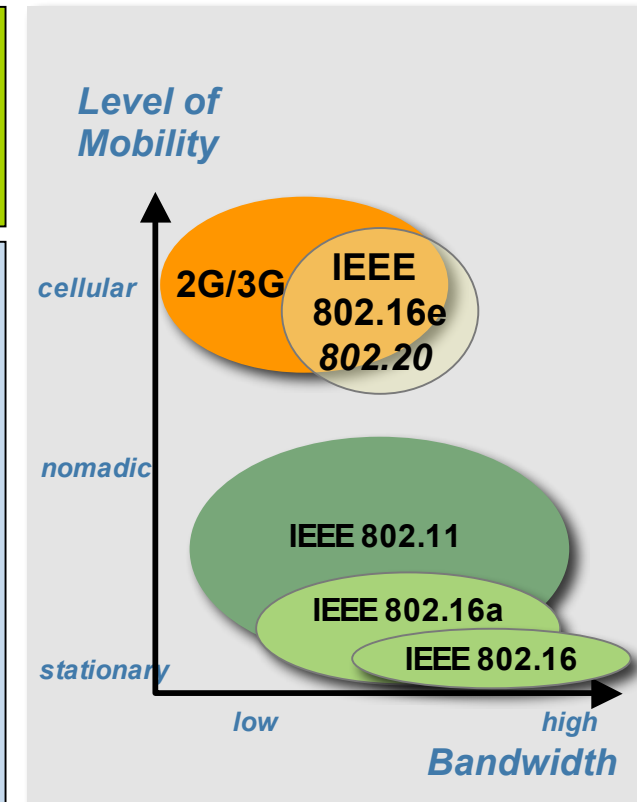
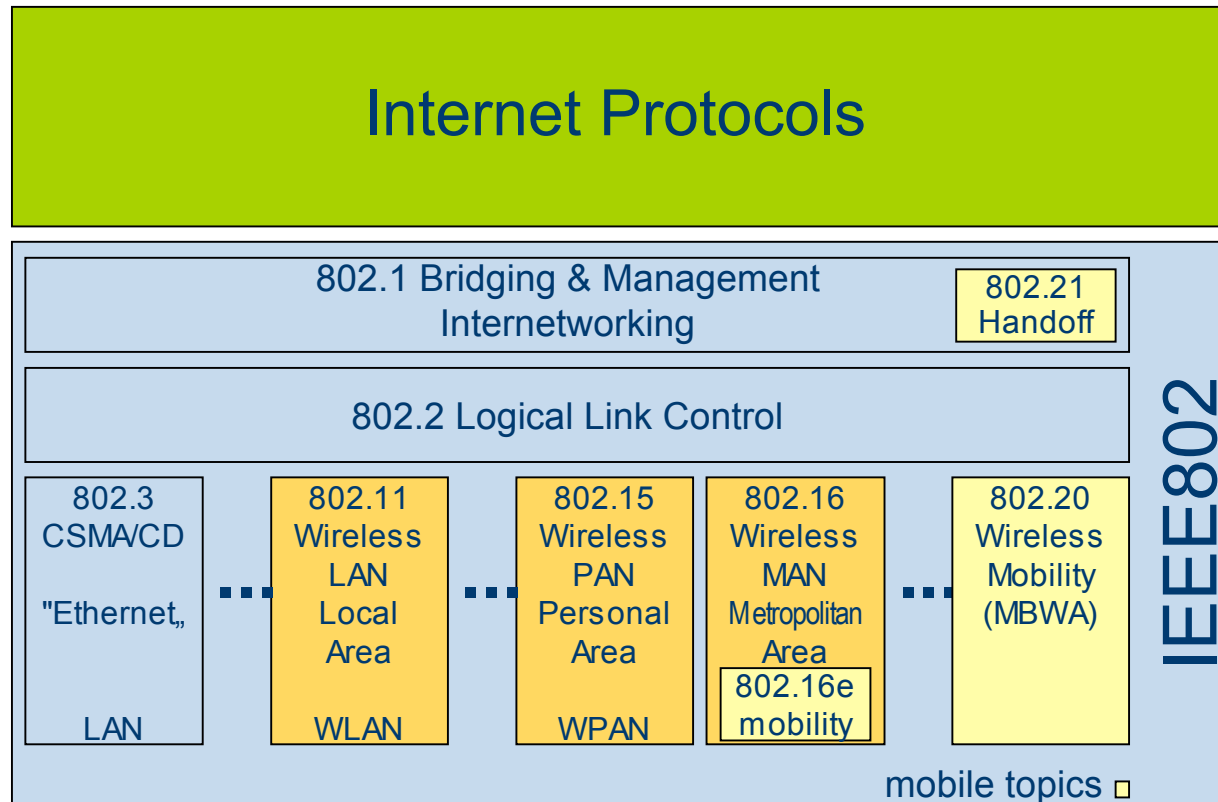


- **Das WiMAX Forum wurde im Jahr 2003 von 10 Herstellern gegründet.**
- **Rasanten Wachstum, heute mehr als 150 Mitglieder**
 - Hersteller, Netzbetreiber und Organisationen aus allen Teilen der Welt, z.B. Unternehmen wie Alcatel, British Telecom, Deutsche Telekom, France Telecom, Fujitsu, Intel, Motorola und Siemens.
- **Ziele des Forums**
 - Marketing für IEEE 802.16
 - Entwicklung von Systemprofilen für den Einsatz von IEEE 802.16
 - Zertifizierung der Kompatibilität und Interoperabilität
 - Klärung der regulatorischen Rahmenbedingungen

WiMAX Einsatzbereiche

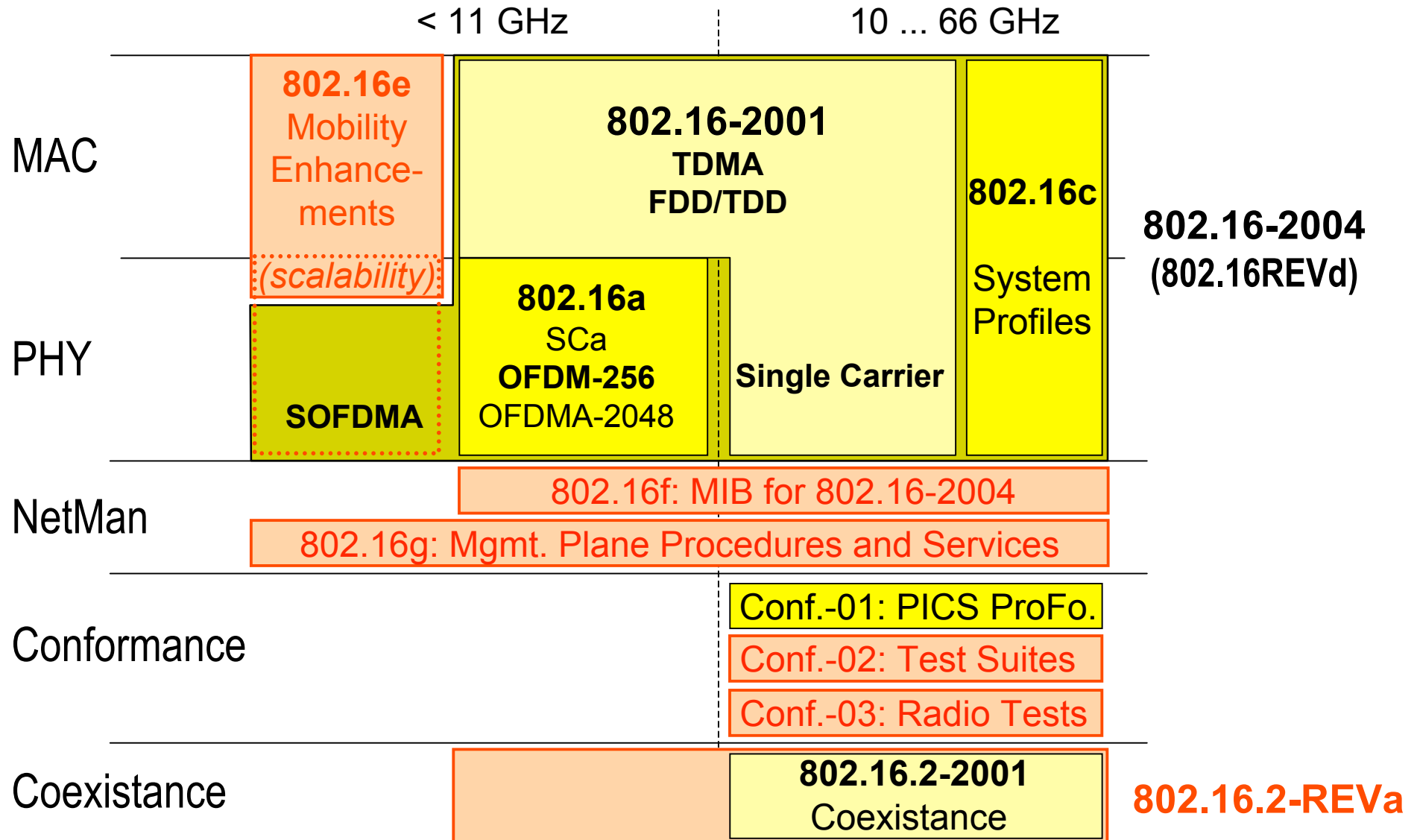


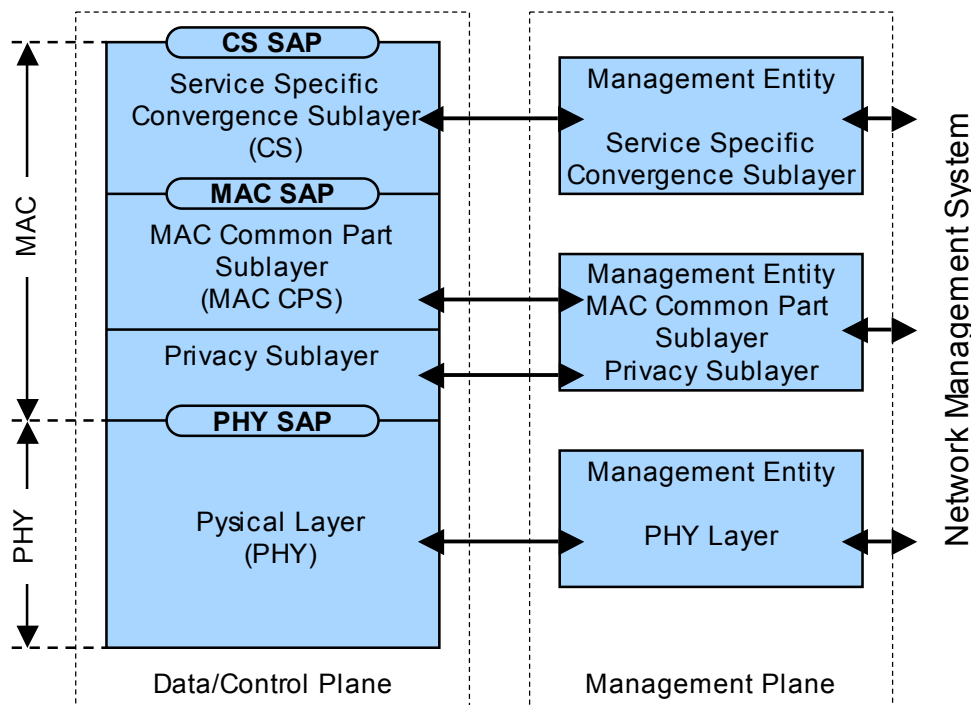
Das Standardisierungsprojekt IEEE P802



- **IEEE802 behandelt nur den Physical Layer und den Data Link Layer**
 - Ethernet (IEEE802.3) war das erste Ergebnis
 - *‘Erfolgreichste Standardisierungsorganisation der Welt’*
- **IEEE802 wendet sich zunehmend der Funktechnik zu.**

IEEE 802.16 Standards und laufende *Standardisierung*



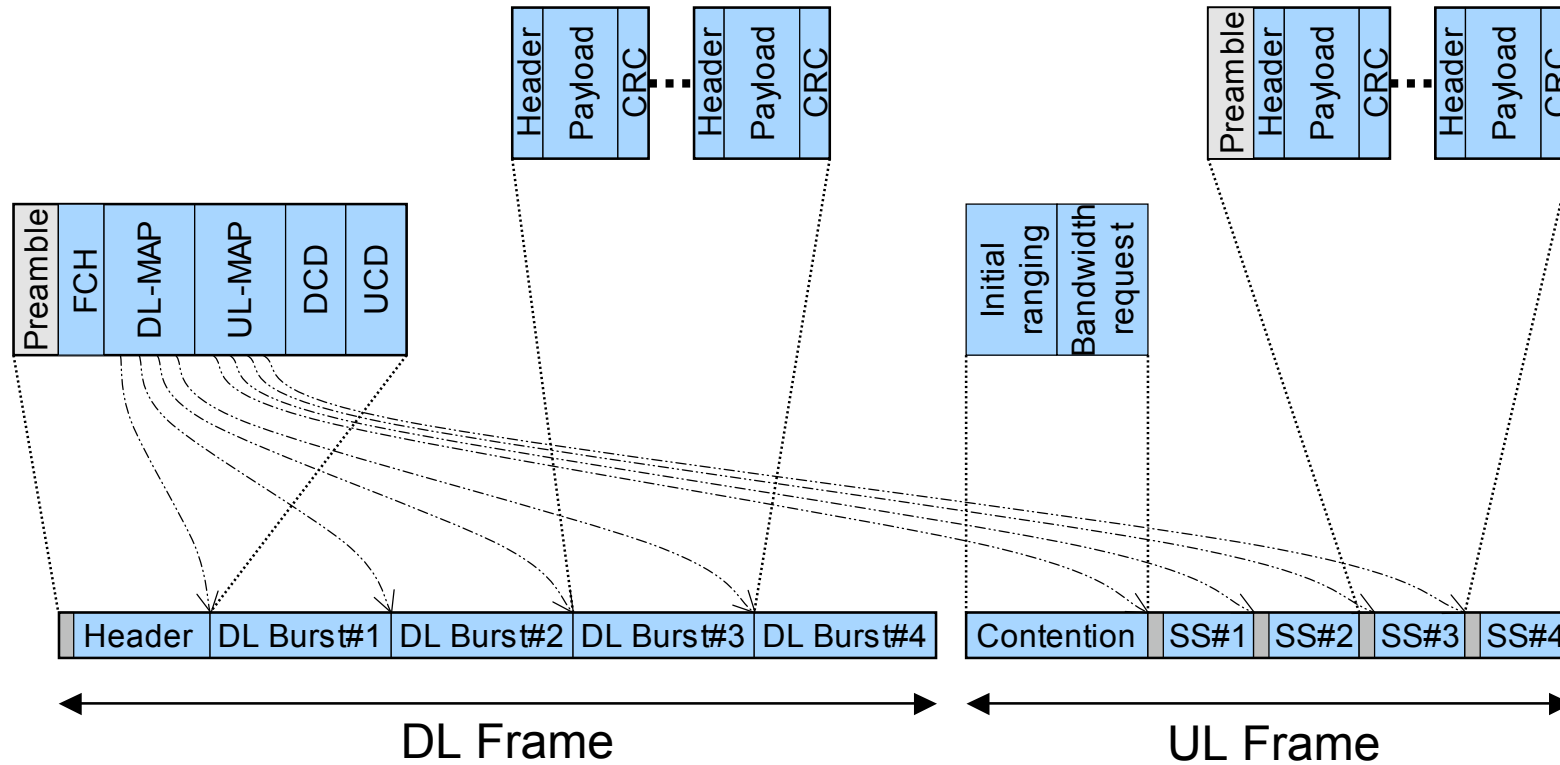


- **Basisstandard beschreibt nur Kontroll- und Datenübertragungsfunktionen, aber keine Managementfunktionen.**
 - Wird mit .16f und .16g ergänzt.
- **Schichtenmodell erlaubt flexible Ergänzung der Funktionalität**
 - Convergence Sublayer unterstützt ATM und Paketübertragung.
 - Es gibt mehrere verschiedene Privacy Sublayer
 - Die Physical Layer sind beliebig ausbaubar.
 - Mit der .16e werden im MAC Handover-Funktionen ergänzt.



- **Verbindungsorientiert**
 - Verbindungen gekennzeichnet durch 16 Bit Connection Identifier (CID)
- **Unterstützt Point-to-Multipoint (und Mesh-Network)**
- **Periodischer Rahmen**
- **3 Managementverbindungen in jede Richtung**
 - Basisverbindung für kurze, zeitkritische MAC-Kontrollnachrichten
 - Primäre Managementverbindung für restliche MAC-Kontrollnachrichten
 - Sekundäre Managementverbindungen für DHCP, TFTP, SNMP
- **Eine oder mehrere Datenverbindungen in jede Richtung**
 - 4 Verkehrsklassen
 - Unsolicited Grant Service (UGS)
 - Realtime Polling Service (rtPS)
 - Non-Realtime Polling Service (nrtPS)
 - Best Effort Service (BE)

MAC Rahmenstruktur



CRC: Cyclic Redundancy Check
 DCD: DL Channel Descriptor,
 DL: Downlink
 FCH: Frame Control Header

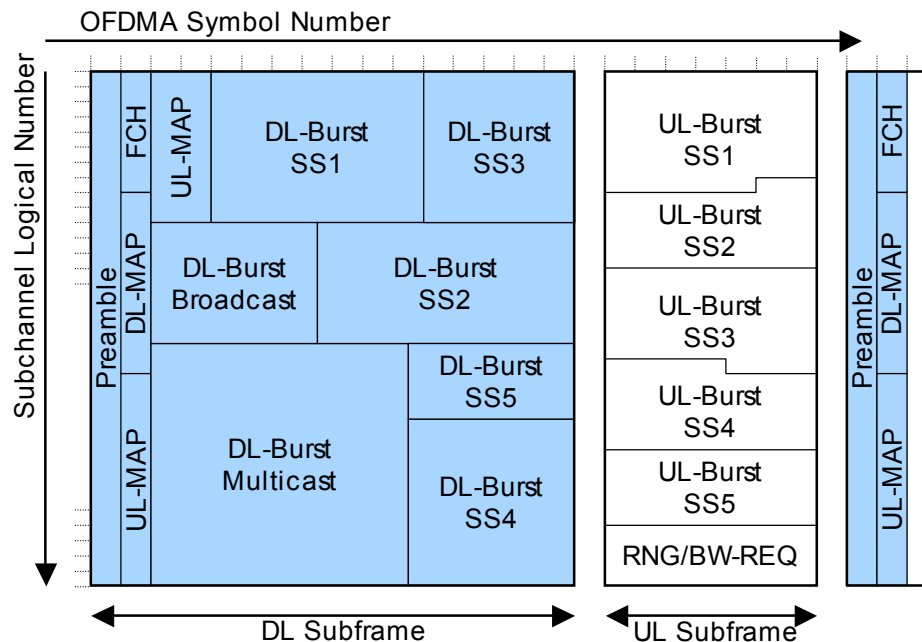
MAP: Mapping
 SS: Subscriber Station
 UCD: UL Channel Descriptor
 UL: Uplink



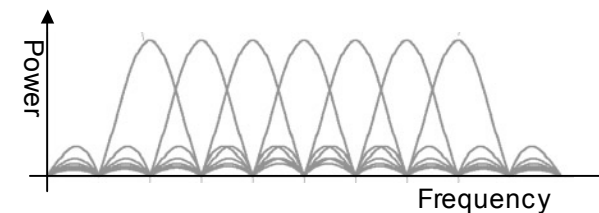
- **Downlink Channel Synchronization:**
 - Suche nach DL-Rahmen und Synchronisation mithilfe der Preamble
- **Initial Ranging:**
 - Justierung ihres Sendeteils (Power, Codierparameter, Phasenlage)
- **Capabilities Negotiation:**
 - Modulationsverfahren, Codierschemata, Codierraten, Duplexverfahren
- **Authentication:**
 - Authentisierung und Verschlüsselungsverfahren einrichten
- **Registration:**
 - IP-Version, ARQ-Parameter, Flusskontrolle, Fehlererkennungsverfahren
- **IP Connectivity:**
 - Managementverbindungen zwischen Basisstation und Teilnehmerstation
- **Transport Connection Creation:**
 - Verbindungen für die Nutzdaten

- **10-66 GHz:**
 - Single-Carrier-Verfahren
- **< 11 GHz:**
 - Single-Carrier-Verfahren
 - Entzerrer für Verbindungen ohne direkten Sichtkontakt
 - OFDM-Verfahren mit 256 Trägern (OFDM-256)
 - OFDMA-Verfahren mit 2048 Trägern (OFDMA-2048),
 - Scalable-OFDMA-Verfahren von Intel und Samsung
 - variable Trägerzahl mit konstanter Trägerbandbreite
- **Flexible Fehlerkorrekturverfahren**
- **Anpassung der Codierung an den Signal-Rauschabstand**
 - QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)
 - 16-QAM (Quadrature Amplitude Modulation, mit 16 Codierstufen) oder
 - 64-QAM (QAM, 64 Codierstufen)

SOFDMA Rahmenstruktur

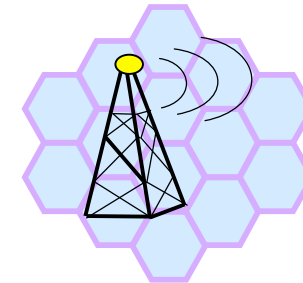
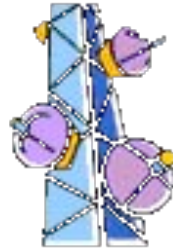


- OFDM überträgt Datenströme parallel auf 'Tönen'



- 'Lange' Symboldauer ist robuster gegen Mehrwegeempfang (Reflektionen)
- SOFDMA verwendet parallele Ton-Struktur zum Multiplex verschiedener Verbindungen
- Statistisch verteilte Unterkanalstrukturen reduzieren Störungen durch gleichkanalige Nachbarzellen

IEEE 802.16 – 2004: ‘One standard fits all’

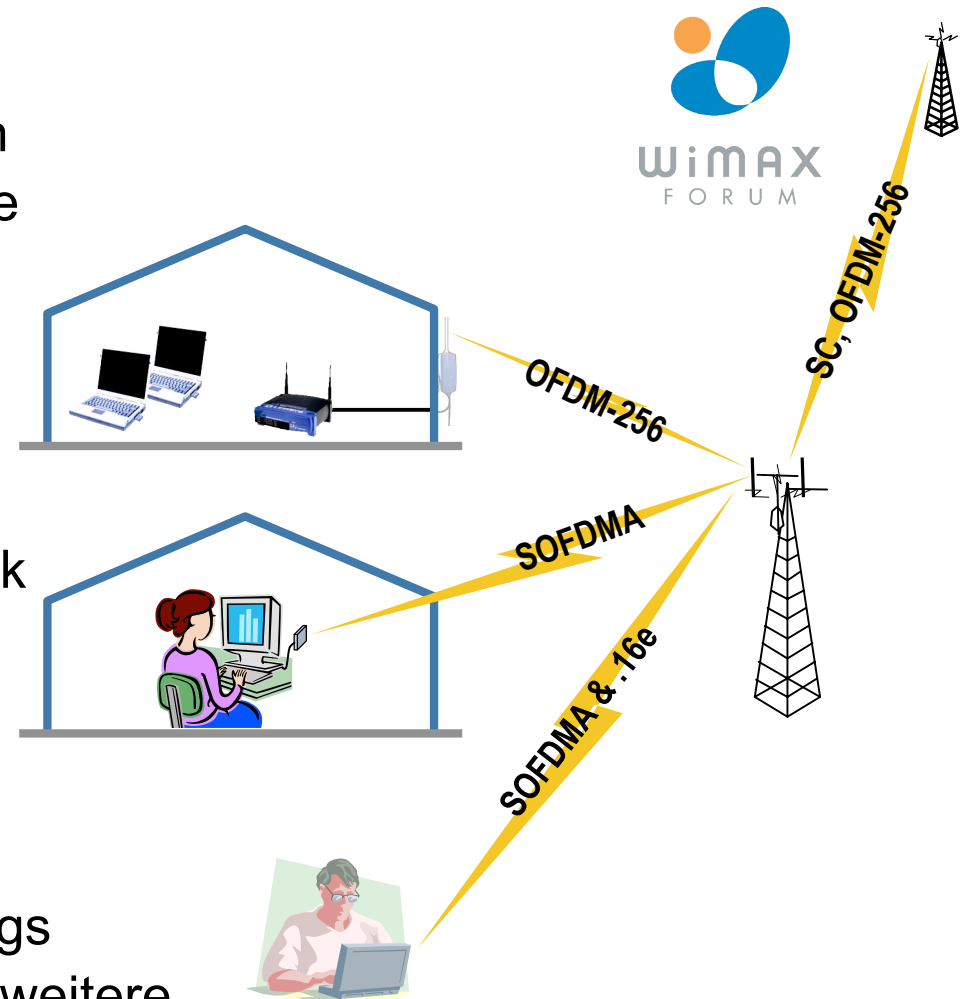


	Feeding	FWA	Cellular
Completed	December 2001	January 2003	June '04/Mobility mid '05
Spectrum	10 - 66 GHz	< 11 GHz	< 6 GHz
Channel Conditions	Line of Sight Only	Non Line of Sight	Non Line of Sight
Bit Rate	32 – 134 Mbps in 28MHz channel bandwidth	Up to 75 Mbps in 20MHz channel bandwidth	Up to 15 Mbps in 5MHz channel bandwidth
Modulation	Single Carrier QPSK, 16QAM, 64QAM	OFDM 256 sub-carriers QPSK, 16QAM, 64QAM	1x Scalable OFDMA QPSK, 16QAM, 64QAM
Mobility	Fixed	Fixed	Portable Mobile (up to 120 km/h)
Channel Bandwidths	20, 25 and 28 MHz	Scalable 1.5 to 20 MHz	Scalable 1,25 to 20 MHz
Typical Cell Radius	2-5 km	7 to 10 km Max range 50 km	1-5 km

WiMAX entwickelt sich



- **Anbindung von Basisstationen**
Feste Punkt-zu-Punkt Verbindungen
 - Spezialmarkt mit begrenzter Größe
- **Fixed Wireless Access**
Drahtloser Teilnehmeranschluss
 - Schwachstelle Teilnehmereinheit
- **Nomadischer Zugang (Hotzone)**
Desktop CPE mit verbessertem Funk
Funkeinheit evtl. direkt in Terminal
 - Einstieg in den Massenmarkt
- **Portabler Zugang**
Handover für mobile Anwendungen
z.B. für den Internetzugang unterwegs
 - Verbesserter Handover erschließt weitere Anwendungsfelder



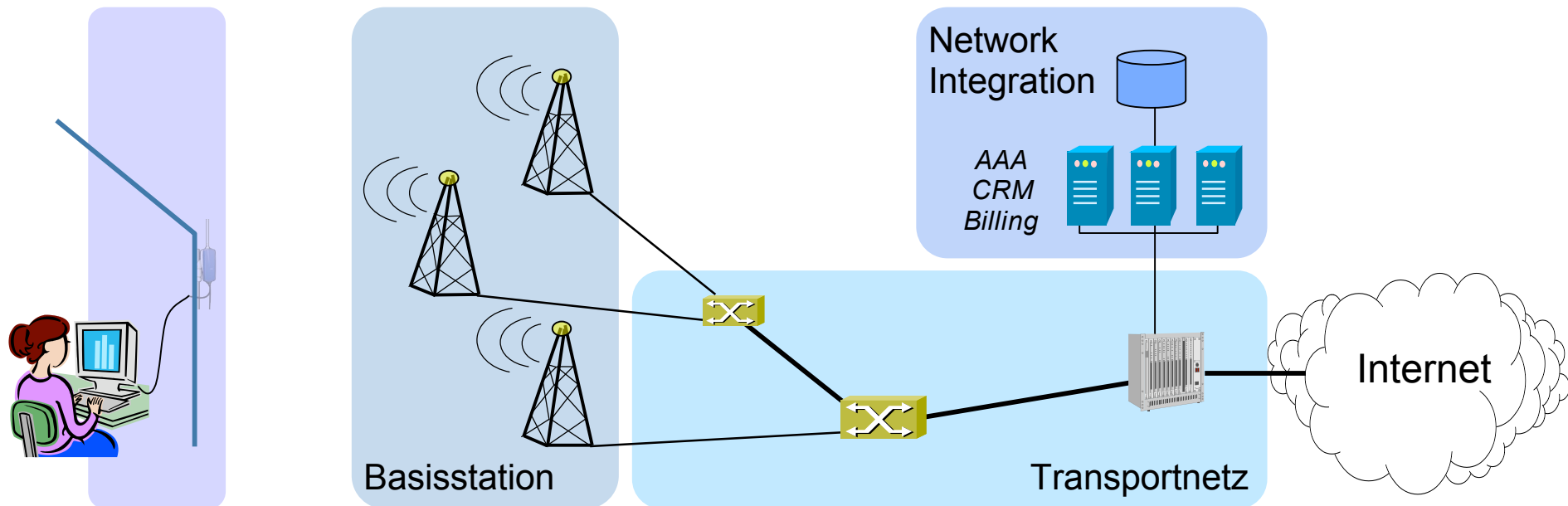


- **Lizenziertes Spektrum für großflächige Einsatz notwendig**
- **WiMAX kann als 'Fixed Wireless Access' System betrieben werden**
 - Basis IEEE802.16-2004 (anfangs OFDM-256, später SOFDMA)
 - FWA-Frequenzbereiche, die sich für WiMAX eignen
 - 3400 – 3800 MHz (einziges verfügbares Band in Europa)
 - 2500 – 2690 MHz (MMDS, nur in Nordamerika)
 - 5725 – 5850 MHz (lizenzfrei in Nordamerika, für 'Richtfunk'-strecken)
- **WiMAX entwickelt sich in Richtung Mobilität**
 - SOFDMA & *Handover* in IEEE802.16-2004/802.16e
 - Ersteinsatz bei Sprint und Nextel in den USA und als WiBro in Korea
 - 2500 – 2690 MHz (Sprint, Nextel in den USA)
 - 2300 – 2400 MHz (Korea)
 - 'Mobiles' Spektrum in Europa derzeit nur für UMTS
- **Was ist 'Mobilität'?**
WiMAX sprengt technisch die Regeln der Frequenzvergabe

WiMAX Netzwerkeinbindung für FWA



- WiMAX verhält sich wie eine drahtlose Ethernet-Bridge



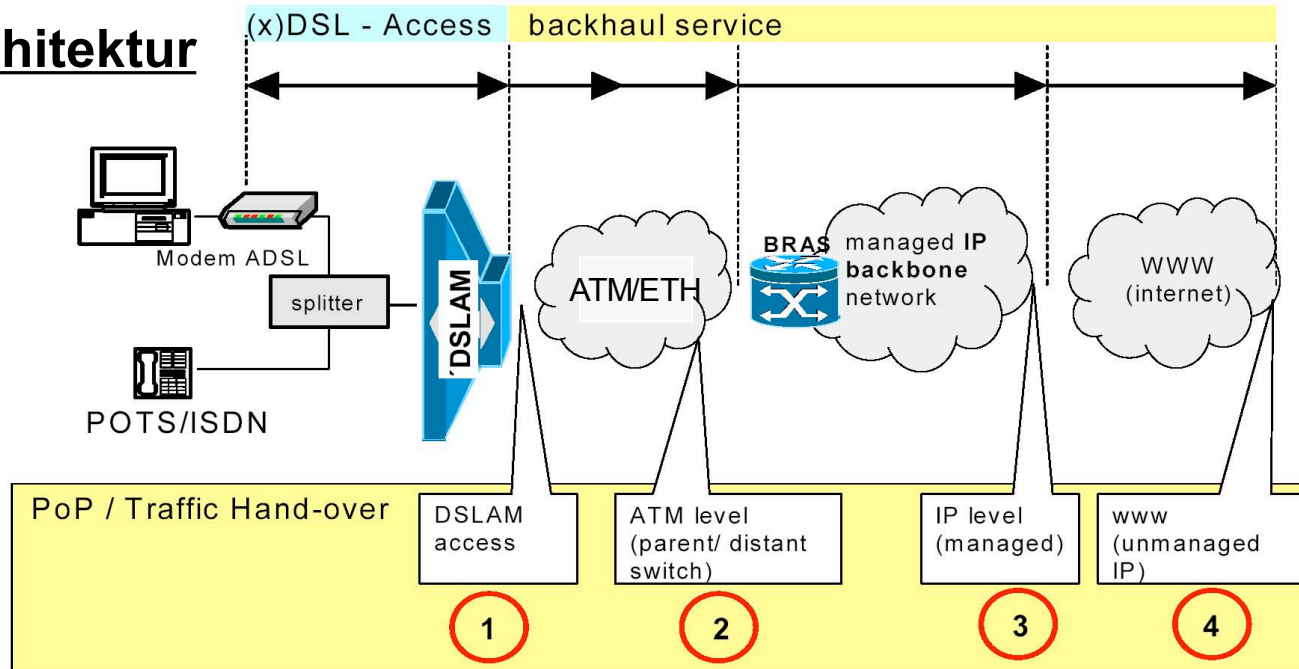
IP	WiMAX						IP	
PPP							PPP	IP
PPPoE							PPPoE	
802.2	802.2	802.2		802.2	802.2	802.2	802.2	
802.3	802.3	802.16		802.16	802.3	802.3	802.3	

- WiMAX ist für das Netz nicht sichtbar!

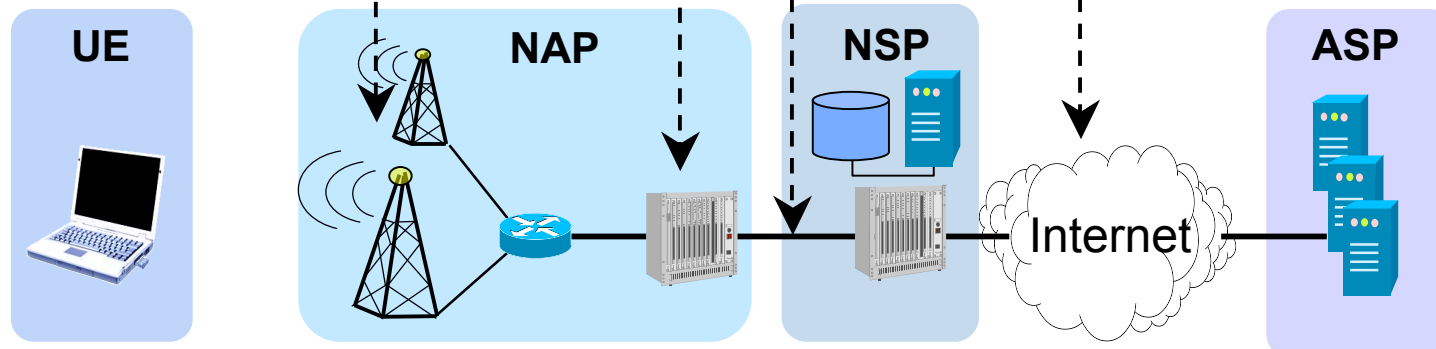
WiMAX entwickelt sich zum mobilen DSL



DSL Architektur



WiMAX Architektur



- **WiMAX ist derzeit ein großer ‘Hype’**
 - Der Massenmarkt beginnt frühestens 2006
 - Verschlärt Europa die Entwicklung (Spektrum!)?
 - Potential für einen riesigen neuen Telekommunikationsmarkt
 - Längerfristig nachhaltige Beeinflussung des Mobilfunks
- **Funktechnisch ist WiMAX nicht ‘besser’ als UMTS**
 - Aber besser geeignet für Breitband-Internet
 - Der wesentliche Unterschied liegt in der Struktur des PLMN (Public Land Mobile Network, Netz zur Anbindung der Basisstationen)
- **Die Karten für den Mobilfunkmarkt der Zukunft werden neu gemischt.**
 - Kein ‘entweder - oder’, sondern ein ‘sowohl - als auch’

Folien unter <http://www.max.franken.de>