

# HFC, PLC und LTE

Mathieu Hauck

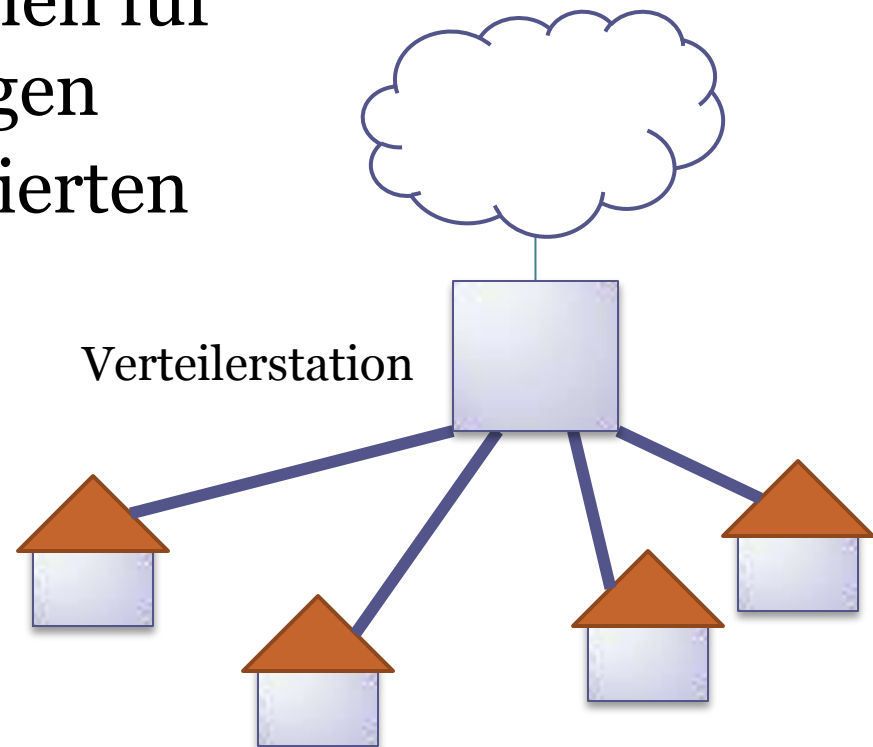
[mh156@hdm-stuttgart.de](mailto:mh156@hdm-stuttgart.de)

# Definitionen

- HFC: Hybrid Fibre Coax
- PLC: Powerline Communication
- LTE: Long Term Evolution

# Gemeinsamkeiten

- Last-Mile-Technologien für Breitbandverbindungen
- Alternativen zu etablierten DSL



# Agenda

1. Einführung ✓
2. HFC
3. PLC
4. LTE
5. Fazit
6. Ausblick

# HFC

- Geschichte
- Funktionsweise
  - Infrastruktur
  - Frequenzbereiche
  - Übertragungsstandard
- Anbieter
- Vor- / Nachteile



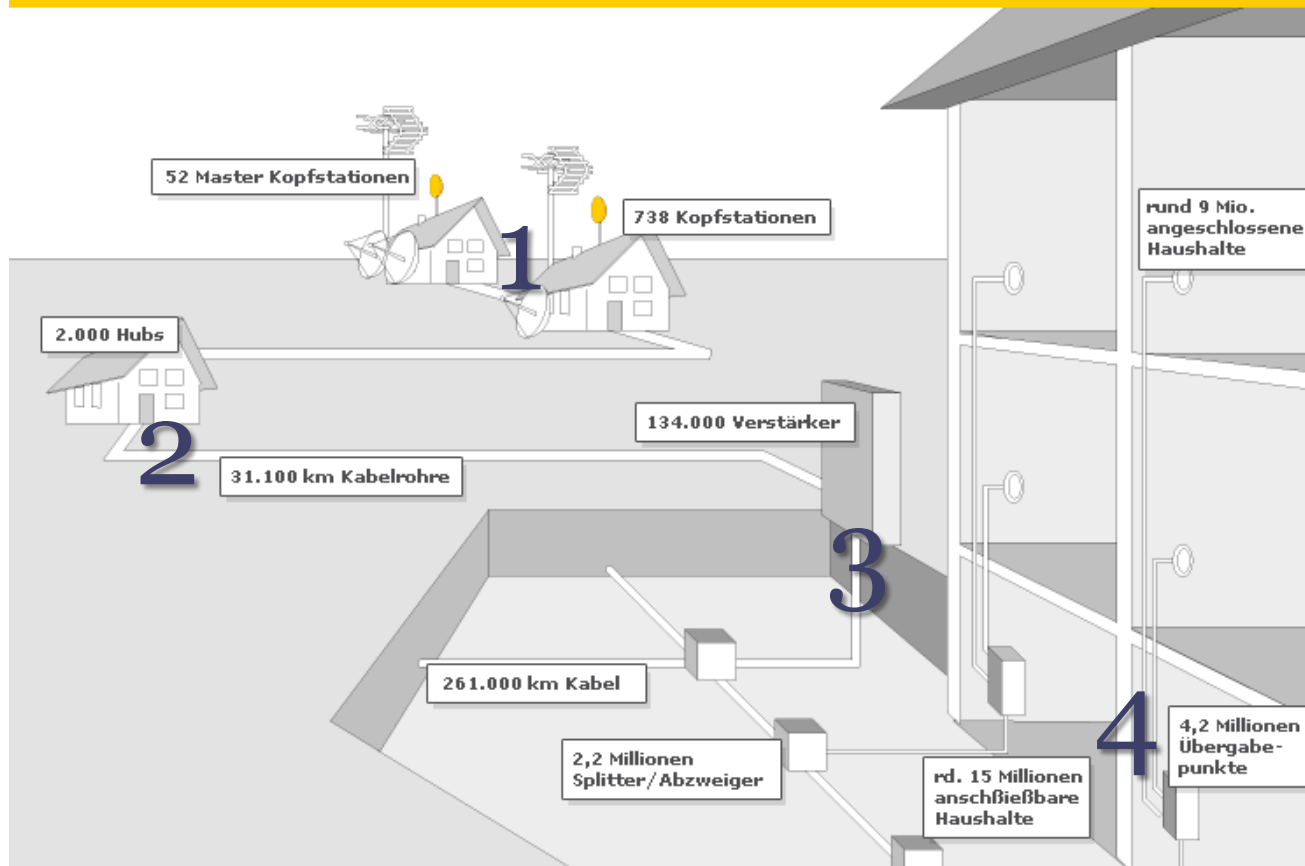
# Geschichte

- Anfang 1960er: Gemeinschafts- und Großantennenanlagen zur Versorgung von Mietshäusern
- Ab 1983: Deutsche Bundespost verlegt Breitbandkabelverteilstrecke
- Seit 2000: Ausbau des Kabelnetz durch (über-) regionale Netzbetreiber
  - Rückkanalfähigkeit
  - Größere Bandbreite

## 2. HFC

# Infrastruktur

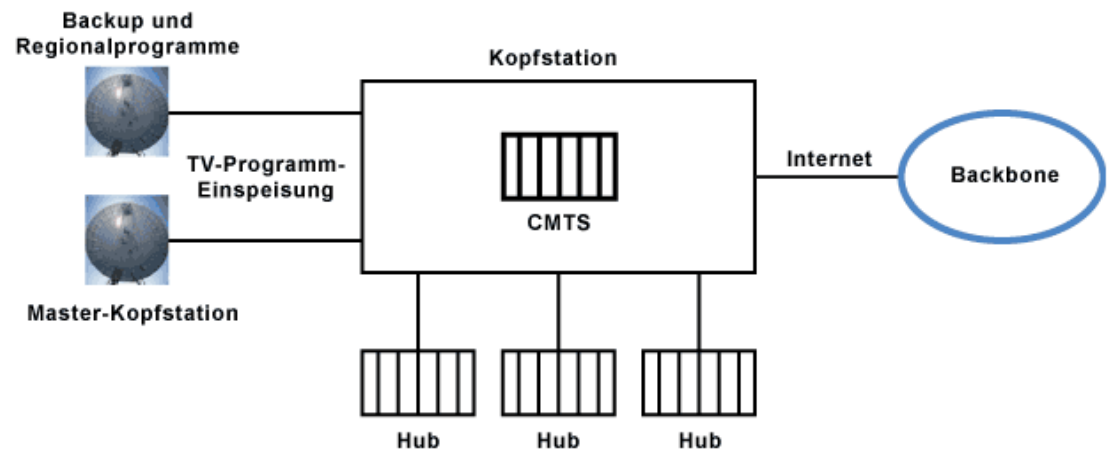
## Die Kabel-Infrastruktur der KDG



## 2. HFC

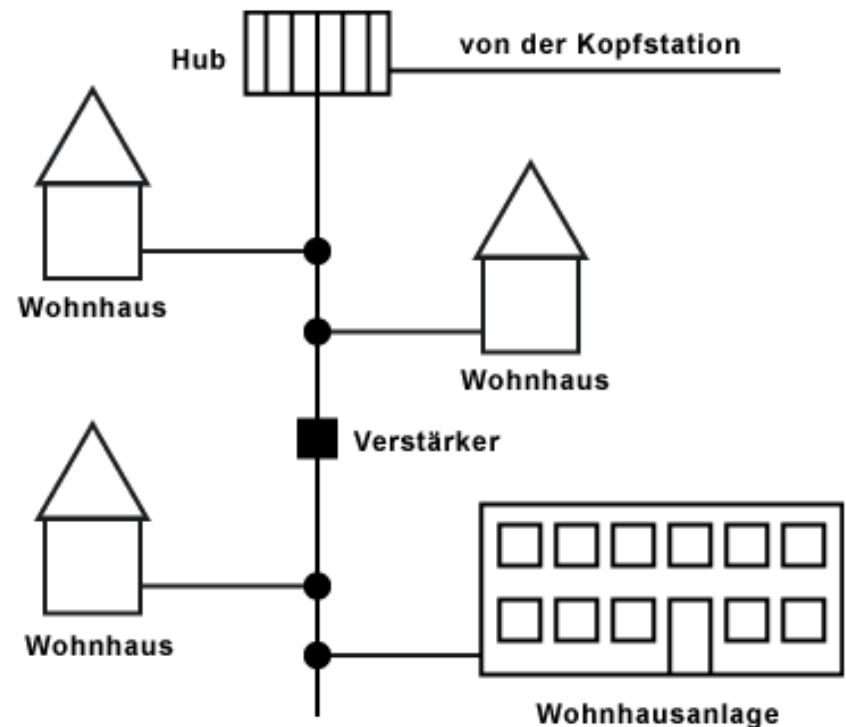
# Infrastruktur

- **Kopfstation**
  - Zentrales Element: CMTS
  - Einspeisung vom TV-Programm
  - Anbindung an Internet-Backbone



# Infrastruktur

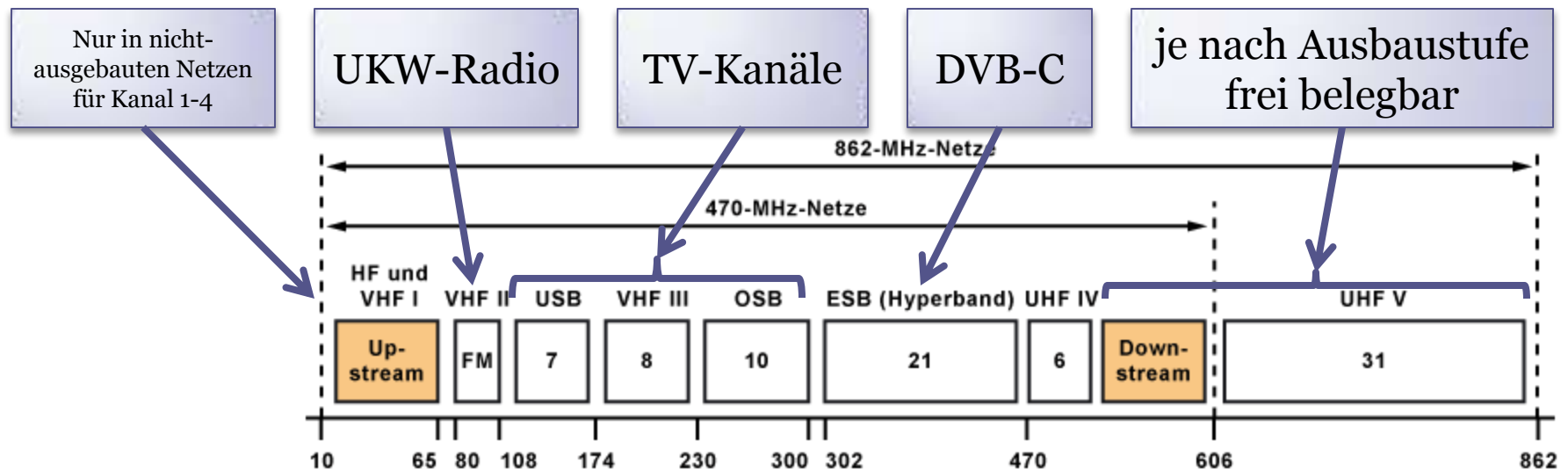
- HUBs
  - Mehrere HUBs an Kopfstation
  - Baumförmiges Netz bis zu den HÜPs
  - Aufbereitung des Signals durch Verstärker
  - HUB versorgt bis zu 5000 Teilnehmer



## 2. HFC

# Frequenzbereiche

- Frequenzbereich von 5 bis 862 MHz nutzbar
- 1/3 lt. RStV für festgelegte Sender reserviert



# Übertragungsstandard

- **DOCSIS: Data Over Cable Service Interface Specification**
  - 1997: Cable Labs entwickelt DOCSIS in USA
  - In Europa EuroDOCSIS → PAL
  - TDMA
- **DOCSIS 2.0**
  - Downstream: 50 Mbit/s
  - Upstream: ~27 Mbit/s
  - A-TDMA / S-CDMA

# Übertragungsstandard

- DOCSIS 3.0
  - Bündelung von vier Kanälen
  - Abwärtskompatibel
  - bis zu 100 Mbit/s möglich

# Zugriff und Modulation

- anfangs TDMA
  - Time Division Multiple Access
- A-TDMA
- S-CDMA
  - Code Division Multiple Access
- QAM (256QAM)

## 2. HFC



# Anbieter

- KabelBW, Kabel Deutschland, UnityMedia (je nach Bundesland)
- Beispiel: Angebot „CleverKabel 25“ (KabelBW)
  - Telefonflat
  - Internetflat
    - bis zu 25Mbit/s Downstream
    - bis zu 1 Mbit/s Upstream
  - 29,90 EUR / Monat
  - setzt Kabelanschluss voraus (16,95 EUR / Monat)
  - 46,86 EUR / Monat Gesamtkosten

# Vorteile

- z.T. dort, wo DSL nicht verfügbar → ländlicher Raum
- enormes Zukunftspotenzial
  - Seit Juli 2009: bis zu 100Mbit/s Downstream in drei Regionen
  - Bis Mitte 2010: alle Kabelhaushalte in BW mit 100Mbit/s
- keine Zwangstrennung
- robustes Netz

# Nachteile

- Viele Dienste über einen Kanal → bei Netzstörungen funktioniert kein Dienst mehr
- Kabel-Verfügbarkeit in Deutschland bei 90%
- Kabelnetzbetreiber als Monopolisten
- keine Nutzung von Call-by-Call-Nummern möglich (Anrufe ins Ausland und auf Mobiltelefone)
- Geschwindigkeitseinbußen in der "Hauptverkehrszeit"

## 3. PLC

# PLC

- Geschichte
- Funktionsweise
  - Infrastruktur
  - Frequenzbereiche
  - Übertragungsstandard
- Anbieter
- Vor- / Nachteile
- Last-Meter-Technologie



# Geschichte

- Anfang 19 Jhd.: Nutzung von Energieversorgungsnetzen für Informationsübertragung in England
- 1920: Nutzung der Freileitung zwischen Kraftwerken zu Betriebszwecken
- 1970: Versuche zur bidirektionalen Datenübertragung über das Niederspannungsnetz in Texas

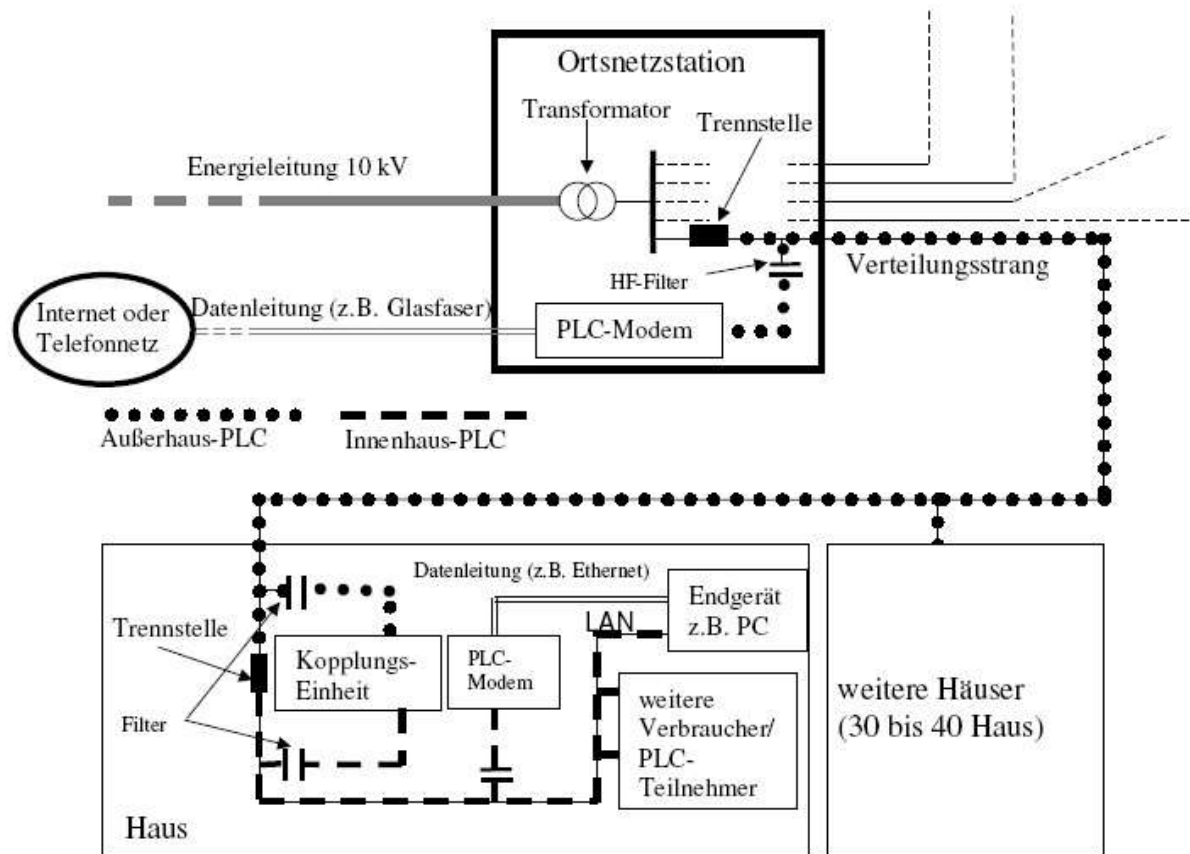
## 3. PLC

# Geschichte

- 1975: Auslesen der Zählerstände privater Haushalte über Niederspannungsnetz
- 1980: „Babyphone“ in Deutschland → Übertragung von Sprachsignalen über Gebäudestromnetz

## 3. PLC

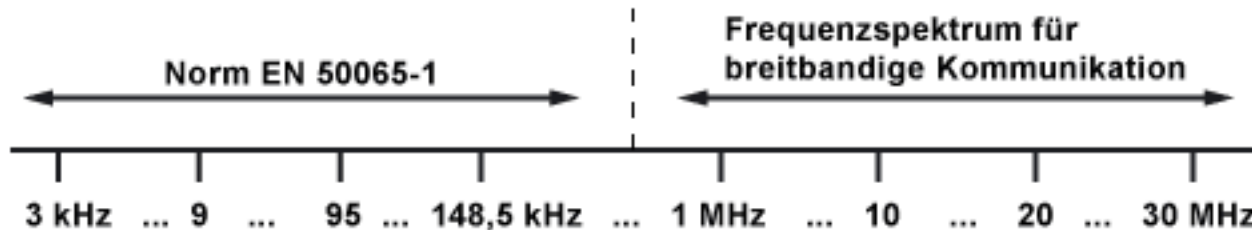
## Infrastruktur



## 3. PLC

# Frequenzbereiche

- CENELEC-Norm EN50065 → EMV
  - im Frequenzbereich von 3kHz bis 148,5kHz nutzbar
  - Sendepiegel 5 mW
- Breitbandige Kommunikation nur in höherem Frequenzspektrum möglich



## 3. PLC

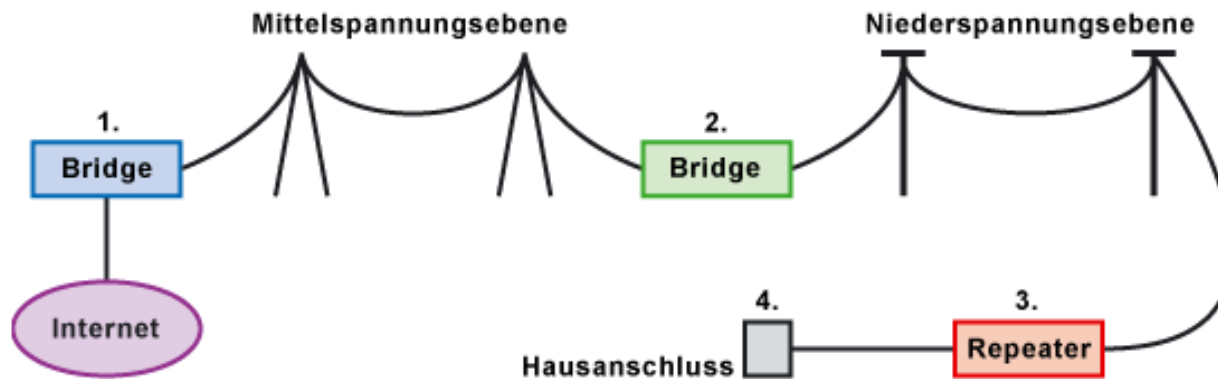
# Frequenzbereiche

- Frequenzen werden bereits genutzt
  - Amateurfunk
  - LW, MW, (UKW)
  - Funk von Sicherheitsbehörden
- 2001: Nationale Bestimmung 30 (NB30) legt Grenzwerte in Sachen Sendeleistung → 2Mbit/s für mehrere Teilnehmer

## 3. PLC

# Standard

- OPERA (2006)
  - vier Geräteklassen
  - Notches
  - OFDMA / ATDMA



# Anbieter

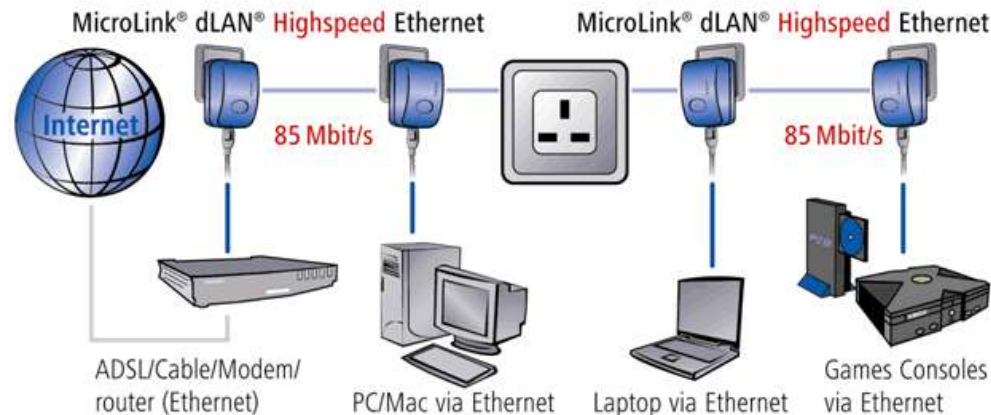
- nur noch lokale Anbieter, z.B. Vype in Mannheim
- 128 - 468 kBit/s pro Benutzer
- Vype Internet-Flat: 39,90 EUR
- Vype Festnetz-Flat: 9,99 EUR



## 3. PLC

# Last-Meter-Technologie

- Homeplug-Adapter von Devolo&Co. Für Inhouse-Kommunikation
- Datenraten bis 70 bis 100 MBit/s
- Vor- / Nachteile



## 3. PLC

# Vorteile

- Infrastruktur bis zum Last-Meter
- Als Inhouse-Lösung, wo WLAN versagt
- Mehrwertdienste auf niedrigen Frequenzen
  - Abfrage des Zählerstandes
  - Automatische Steuerung von Geräten wie z.B. Straßenbeleuchtung

## 3. PLC

# Nachteile

- hohe Dämpfung
- geringe Bandbreite
- Abstrahlung
  - nicht abhörsicher
  - Störung von Funkdiensten
- Störanfälligkeit
- erhebliche Kosten durch Ausbau

## 4. LTE

# LTE

- Geschichte
- Funktionsweise
- Vor- / Nachteile
- Stand in Deutschland



## 4. LTE

# Wichtige Meilensteine

- 12/2006: erste Vorstellung einer LTE-Anwendung
- 9/2007: Datenraten um 200MBit/s bei NTT DoCoMo
- 3/2008: 250MBit/s bei Outdoortest bei NTT DoCoMo
- 9/2009: 170MBit/s im Download aus einem 70km/h schnellen Auto

## 4. LTE

# Gründe für LTE

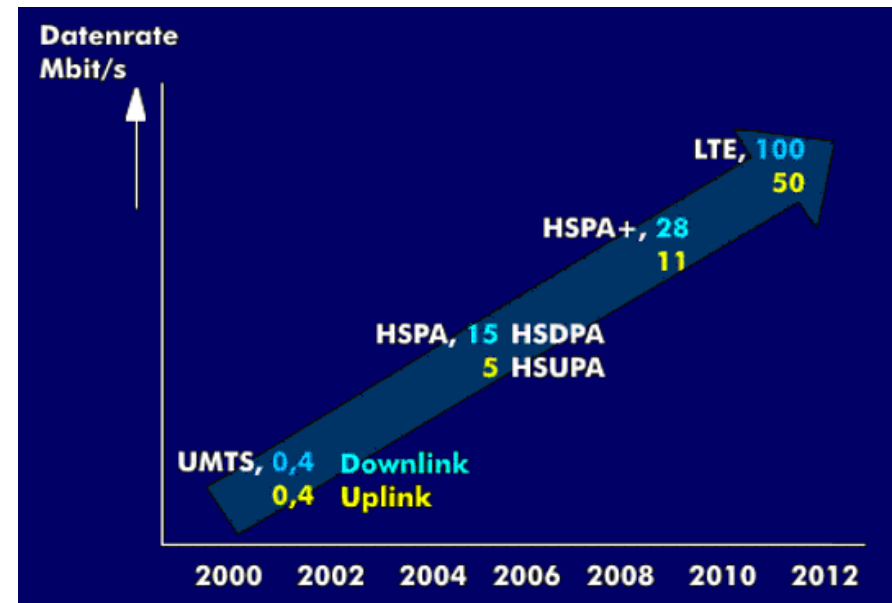
- steigenden Bedarf an mobilen Services decken
- kostengünstiger Migrationspfad
- Mobilfunknutzer empfinden Reaktionszeiten des Netz als langsam



## 4. LTE

# Leistungsziele

- Reaktionszeiten um 10ms
- 100 Mbit/s Downlink
- 50 Mbit/s Uplink
- 70% geringere Kosten



## 4. LTE

# Infrastruktur

- baut auf jetzige Infrastruktur auf
- Frequenzband von jeweils 20 MHz für Down- und Uplink
- spezielle Endgeräte

## 4. LTE

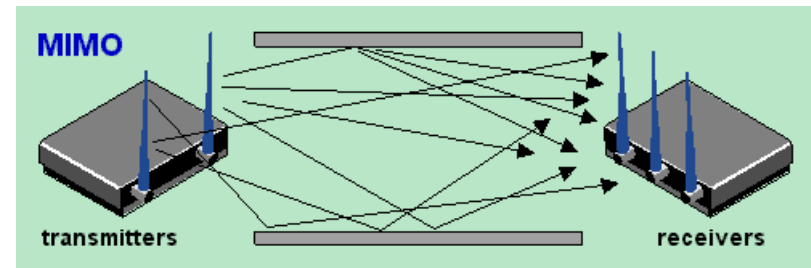
# Mögliche Frequenzbereiche

- UMTS-Erweiterungsband (2,5-2,69 GHz)
- UHT-Band (790-862 MHz)
  - hohe Reichweite
  - im Zuge der digitalen Dividende frei
- Ausbau im 900 MHz-Bereich (GSM)
- Abstimmung mit anderen Ländern erforderlich

## 4. LTE

# Übertragung und Schnittstellen

- Definition einer neuen Schnittstelle
  - skalierbare Kanalbandbreiten (1,4MHz-20MHz)
  - Leistungsfähigere Übertragungsverfahren
    - Downlink: OFDMA
    - Uplink: SC-FDMA
  - MIMO
  - 64QAM



## 4. LTE

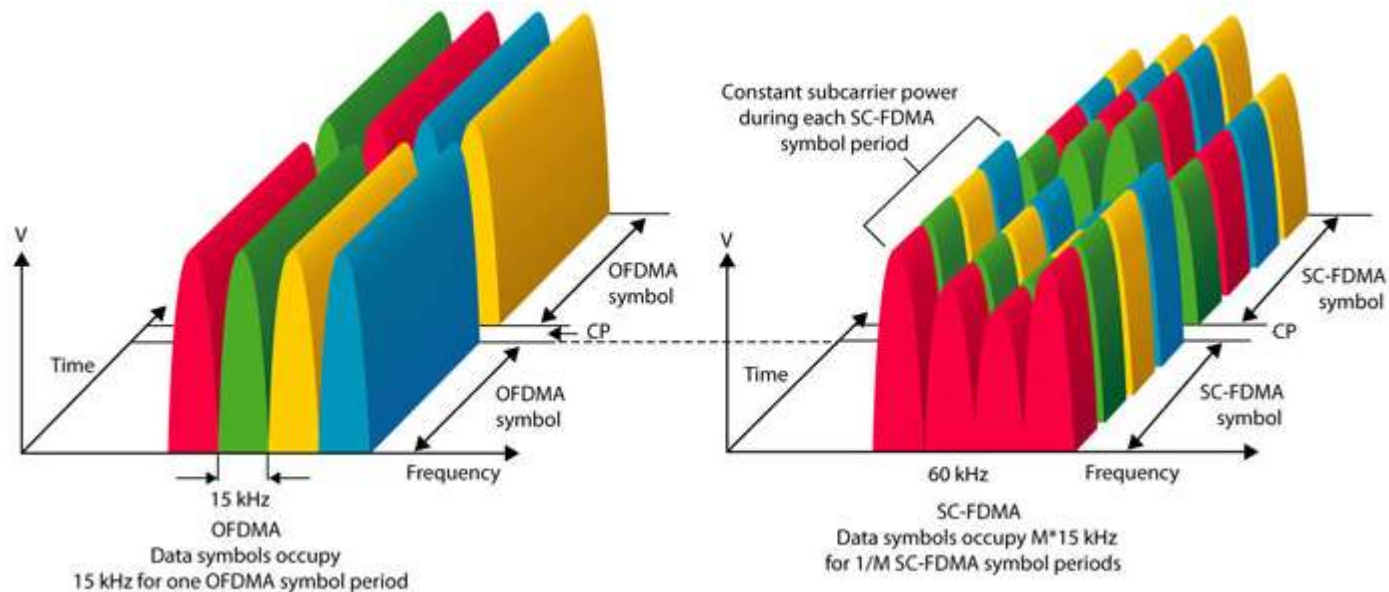
# Übertragung und Schnittstellen

- OFDMA
  - Orthogonal Frequency Division Multiple Access
  - Viele schmalbandige Träger
  - Träger stehen orthogonal zueinander
- SC-FDMA
  - Einzelner Träger
- wie HSPA: Shared-Channel-Prinzip, HARQ und ACM



## 4. LTE

# Übertragung und Schnittstellen



# Entwicklungsstand

- Standardisierungsphase
- Frequenzvergabe vorauss. Ende des Jahres
- unterschiedliche Aussagen
  - vorauss. 2011 erste Anwendungen in Deutschland zu rechnen
  - u.U. schon 2010

# Vor- und Nachteile

- Vorteile
  - Durch Frequenzen aus digitaler Dividende hohe Verbreitung möglich
  - Flexible Anpassung der Bandbreite
  - Nutzung von GSM, EDGE, UMTS als Fallback
- Nachteile
  - höherer Stromverbrauch der Endgeräte
  - weitere Nachteile erst im Betrieb?

# Fazit

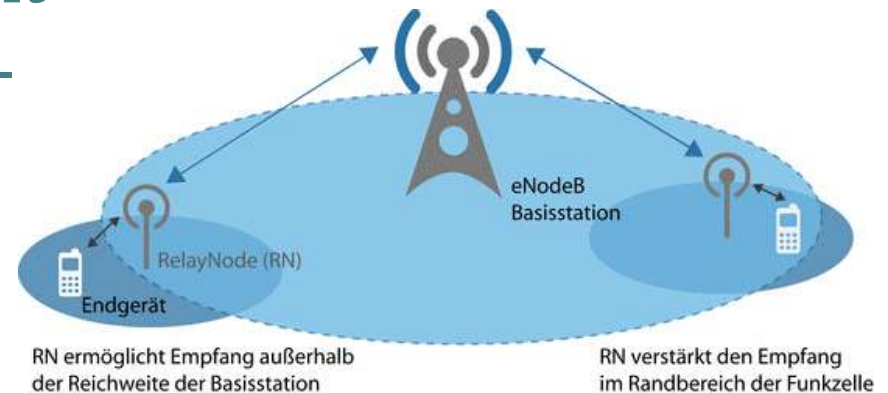
- echte Alternativen zu DSL
- „shared medium“ → bedingt stetigen Ausbau
- flächendeckende Breitband-Erschließung

# Ausblick

- HFC
  - DOCSIS 3.0
  - schneller im Ausbau als DSL
- PLC
  - keine Bestrebungen mehr durch Energiebetreiber
  - Möglicherweise in anderen Ländern durch schwächere Richtlinien

# Ausblick LTE

- LTE Advanced
  - Spezifikation erstes Quartal 2011
  - Relay-Nodes
  - Bandbreiten bis 100MHz  
→ Datenraten bis 1 Gbit
  - komplexere Antennentechnologie



Fragen???

Vielen Dank für eure  
Aufmerksamkeit!