



## Hansjürg Schluep

Head of Radio Investigation & Consulting

ENKOM INVENTIS AG

### Ausbildung

1997 - 2000

Studium Elektroingenieur, Berner Fachhochschule Biel

2007 - 2010

Masterstudium Mobile Application Management, BFH Bern

### Engagements (Seit 2001 bei Enkom angestellt)

2001 - 2005

Funknetzplanung für Swisscom

2005 - heute

Optimierungs- und Spezialprojekte im Mobilfunk  
(GSM, GSM-R, UMTS, WiMAX, Tetra)

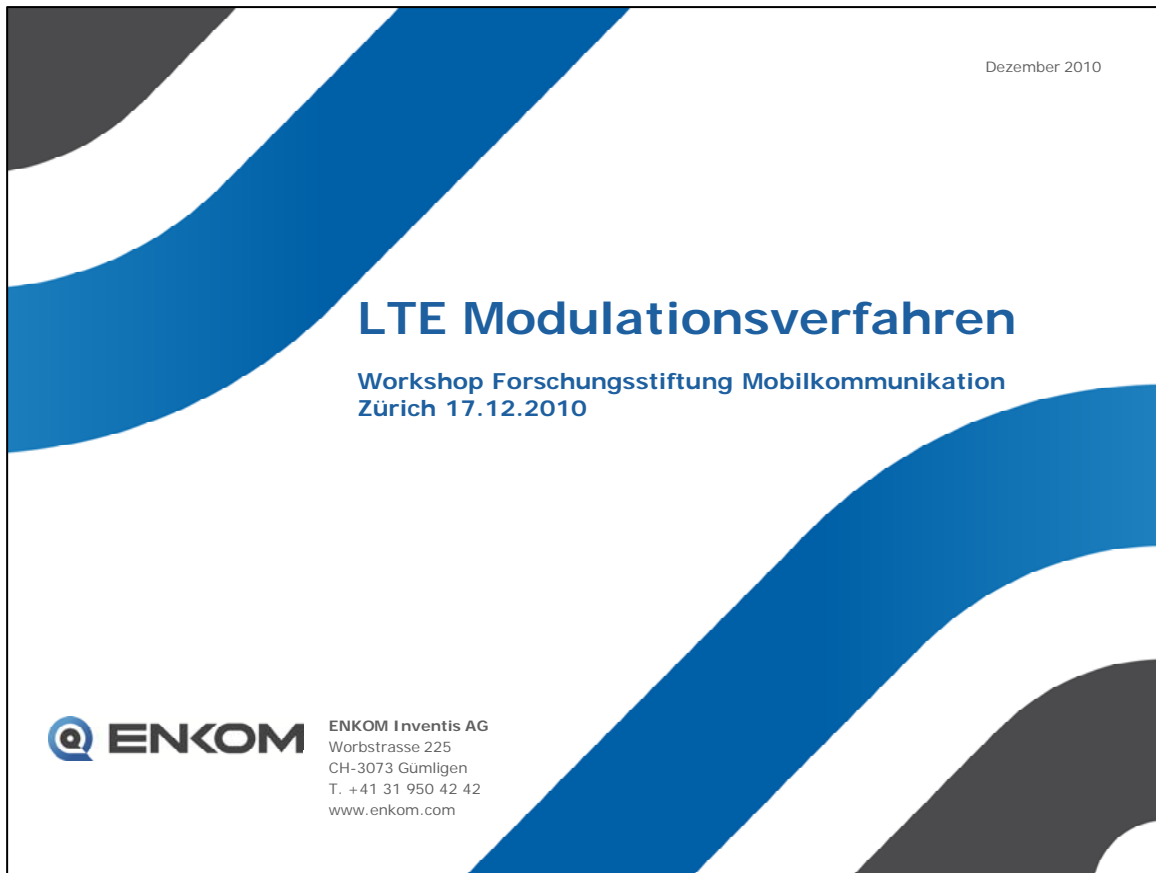
Erstellen von Planungsvorgaben UMTS und neu LTE  
(Fokus Funknetz Planungssoftware) für Swisscom

2007 - heute

Leitung der Gruppe Radio Investigation und Consulting bei Enkom

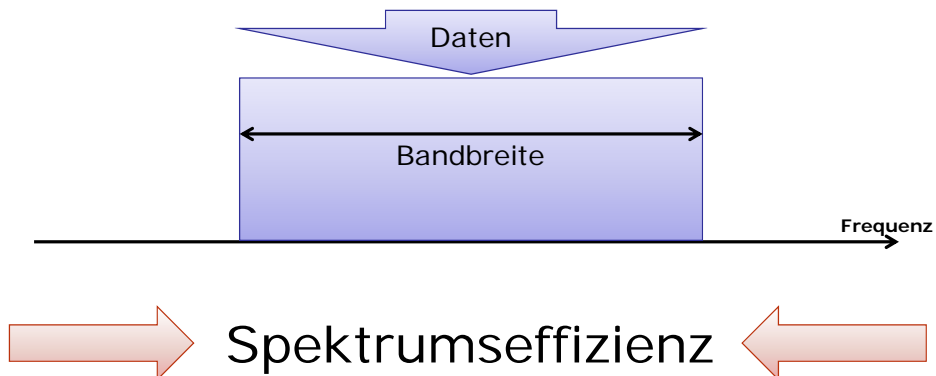


Referat Hansjürg Schluep (ENKOM): LTE Modulationsverfahren



## Modulationsverfahren bei LTE

- Wertvolle Ressource: Frequenzspektrum
  - Begrenzte Frequenzspektren für Mobilfunk
  - Stetig steigender Bedarf an Datenvolumen über die Mobilfunknetze
  - Hohe Kosten für Lizenzen und Mobilfunknetze



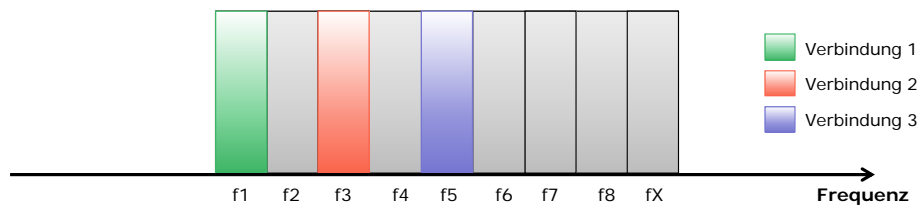
Referat Hansjürg Schluep (ENKOM): LTE Modulationsverfahren

### Modulationsverfahren bei LTE

#### Multiplexverfahren/Modulation

- Mehrere Verbindungen/Datenströme parallel
- Von GSM (FDMA/TDMA) über UMTS (WCDMA) zu LTE (OFDMA)

#### GSM (FDMA/TDMA)



- Kleine Bandbreite (200kHz)
- Kanalabstand notwendig zwischen den einzelnen Trägern
- Umliegende Standorte benötigen andere Frequenzen

4

FDMA = Frequency Division Multiple Access  
 TDMA = Time Division Multiple Access

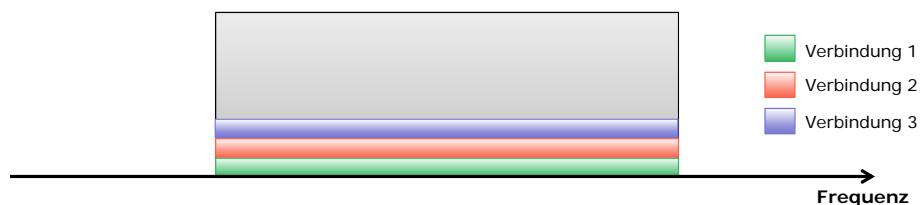


### Modulationsverfahren bei LTE

#### Multiplexverfahren/Modulation

- Mehrere Verbindungen/Datenströme parallel
- Von GSM (FDMA/TDMA) über UMTS (WCDMA) zu LTE (OFDMA)

#### UMTS (WCDMA)



- Hohe Bandbreite (5MHz)
- Gleichkanalsystem – jeder Standort benutzt die gleiche Frequenz
- Höhere Empfindlichkeit (kurze Symboldauer bei hoher Bandbreite  $\rightarrow T=1/\text{Bandbreite}$ )
- Keine Flexibilität (Schmalbandstörer, verfügbare Bandbreite)

4

WCDMA = Wideband Code Division Multiple Access



Referat Hansjürg Schluep (ENKOM): LTE Modulationsverfahren

**Modulationsverfahren bei LTE**

**Multiplexverfahren/Modulation**

- Mehrere Verbindungen/Datenströme parallel
- Von GSM (FDMA/TDMA) über UMTS (WCDMA) zu LTE (OFDMA)

LTE (OFDMA)



- Viele schmalbandige Träger parallel (Bandbreite 15kHz)
- Gleichkanalsystem – jeder Standort benutzt die gleiche Frequenz
- Robuste Träger (längere Symboldauer bei kleiner Bandbreite →  $T=1/\text{Bandbreite}$ )
- Hohe Flexibilität (Schmalbandstörer, verfügbare Bandbreite)

6

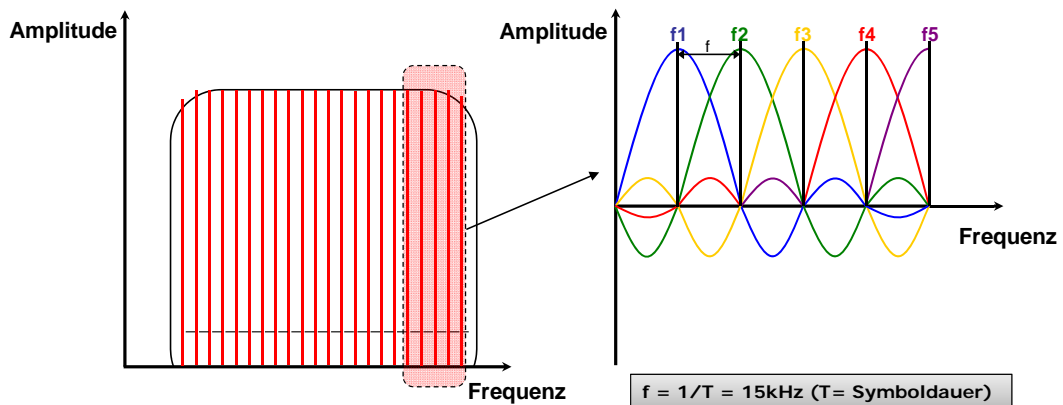
OFDMA = Orthogonal Frequency Division Multiple Access



**Modulationsverfahren bei LTE**

**OFDMA**

- Wird bei vielen moderne Systemen eingesetzt (WLAN, WiMAX, DVB, DAB, LTE, ADSL)



7

OFDMA = Orthogonal Frequency Division Multiple Access



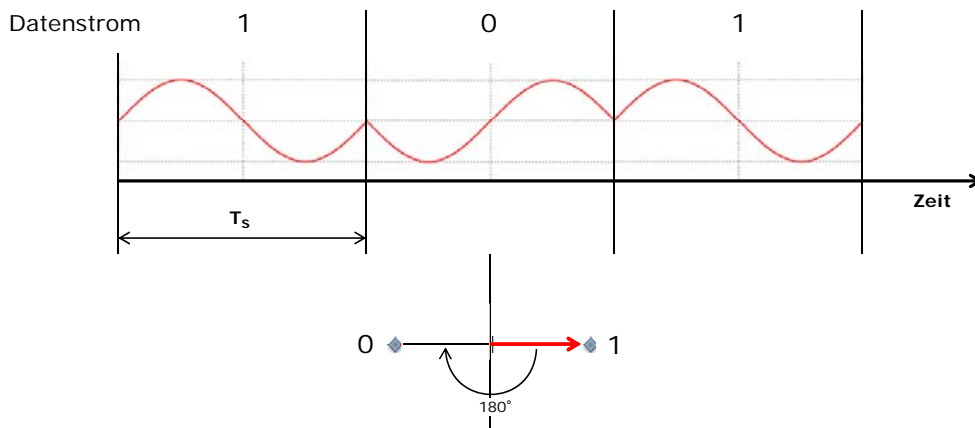
Referat Hansjürg Schluop (ENKOM): LTE Modulationsverfahren

**Modulationsverfahren bei LTE**

• **Modulationsarten**

- Bits müssen von einem Punkt zum anderen Übertragen werden
- Von BPSK zu QPSK zu 16-QAM zu 64-QAM

BPSK



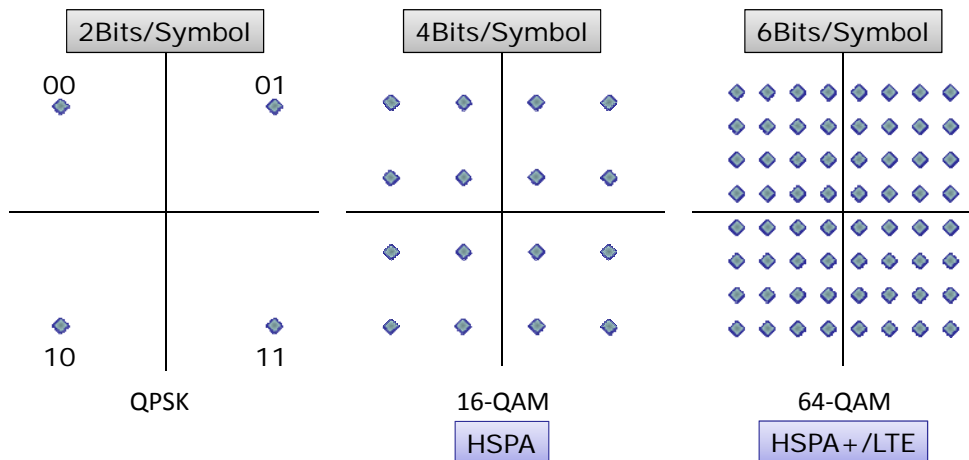
8 BPSK = Binary Phase Shift Keying  
 $T_s$  = Symbol Time



**Modulationsverfahren bei LTE**

• **Modulationsarten**

- Bits müssen von einem Punkt zum anderen Übertragen werden
- Von BPSK zu QPSK zu 16-QAM zu 64-QAM



9 QPSK = Quadrature Phase Shift Keying  
 QAM = Quadrature and Amplitude Modulation  
 HSPA = High Speed Packet Access



Referat Hansjürg Schluop (ENKOM): LTE Modulationsverfahren

Dezember 2010

## Neugierig auf mehr?



**ENKOM Inventis AG**  
 Worbstrasse 225  
 CH-3073 Gümligen  
 T. +41 31 950 42 42  
 www.enkom.com

### Gesamtportfolio: ENKOM – ENergie und KOMmunikation

PORTFOLIO	PLAN ("Planen")	BUILD ("Ausführen")	MAINTAIN ("Unterhalten")	Juristische Personen (Geschäftskunden, Bund, B2B)
	Professionelle Dienstleistungen			
	Analyse, Konzeption, Systemintegration	Standortakquisition und -vermarktung	Application Server Hosting	
	Netzplanung, Engineering	Bauplanung	Netzintegration, -betrieb, -unterhalt	
	Innovation & Entwicklung	Bau- und Projekt Management GU/TU	Outsourcing	
	Software & Hardware Engineering	Bauausführung	Messdienstleistungen	
	Produkte & Technologien	Implementierung, Rollout	Optimierung	
Funkn./Rundfunk/Richtfunk: GSM, GSM-R, UMTS, Wifi, WiMAX, TETRAPOL, TETRA, DVB, DAB, LTE				
Festnetz/Kabelfernsehnetz: Kupfer, Koax, Fiber, xDSL, FTTx, PDH, SDH, IP, MPLS, DOCSIS				
Rechenzentren/Zentralen: Infrastruktur, DC-Power, USV, Kühlung, passive Komponenten				
Energie: Photovoltaik, Kleinwindkraftwerke, Kleinkraftwerke, SmartX				

Referat Hansjürg Schluop (ENKOM): LTE Modulationsverfahren

## Netzwerkplanung

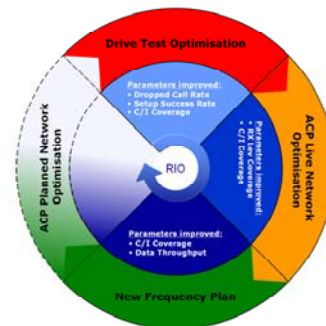
### Funknetzplanung

- UMTS, HSPA, GSM, EDGE, DVB, WIMAX, WLAN
  - Standortplanung
  - Versorgungskonzepte
- Richtfunkplanung



### Radio Experts

- Optimierung der Luftschnittstelle
- Automatische Standort-Optimierung
- Geo-Marketing, Auslastungsmodelle
- Planungsrichtlinien
- Studien & Konzepte für neue Technologien



### Festnetzplanung

- Fibre Management
- Kapazitätsplanung



12

## Standortakquisition, Planung, Bau, Installation

### Standortevaluation/-Akquisition

- Verhandlung und Abschlüsse von Miet - & Dienstbarkeitsverträgen

### Planung

- Erstellen von Ausführungsplanungen inkl. Stahlbau
- Erstellen von Baugesuchsplanungen



### Bau

- Hoch- & Tiefbauarbeiten
- Stahlbau
- Kabelzug



### Installation

- Kabel- & Antennensysteme sowie Systemtechnik
- Elektroinstallationen/Notstromversorgungen/Klimatechnik
- Lichtwellenleiterstrecken inkl. Spleissung & Messung
- Richtfunksysteme
- DSLAM/Telekom-POP's/Telehousing-Infrastruktur, Datacenter
- Inbetriebnahme & Netzwerkintegration



13

Referat Hansjürg Schlupep (ENKOM): LTE Modulationsverfahren

### NIS (Nicht Ionisierende Strahlung)

- NIS Standort Aufnahme
  - Erfassung der relevanten Daten in der Umgebung von Antennenstandorten
- NIS Berechnungen
  - Berechnung der Immissionen an kritischen Punkten (OMEN/OKAS)
  - Beratung der Kunden wenn Grenzwerte erreicht bzw. überschritten werden
- NIS Support
  - Beratung und Unterstützung zum Thema NIS
- NIS Messungen
  - Gem. ISO/IEC 17025 akkreditiert für GSM, UMTS und TETRAPOL
  - Personal, Messsysteme und Prozesse werden laufend von SAS auditiert
- NIS Monitoring
  - Kompletter Service für automatische Langzeit-NIS Messungen



### Messdienstleistungen

- Qualitäts- und Benchmark-Messungen
  - Strasse, Schiene, Inhouse, Skigebiete
  - GSM/UMTS: NEMO, TEMS, Netview
  - DAB/DVB: PerMIT-DxB
  - 9 Messfahrzeuge, 5 portable Systeme
- Planungsmessungen
  - Feldstärke-Messungen
  - Inhouse Messungen
- Spezial Projekte
  - Betrieb TEMS Automatic
  - DVB/DAB Senderabnahmen
- Glasfaser Messungen
  - OTDR, Power Loss, WDM



Referat Hansjürg Schluop (ENKOM): LTE Modulationsverfahren

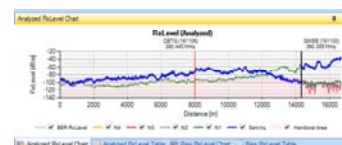
**Ergänzende Dienstleistungen**

- 📍 Standortvermarktung/-Koordination
  - 📍 Koordination Funknetzbetreibern (SBB, Kanton, Gemeinden etc.)
- 📍 Standortabnahme
  - 📍 Technische Inspektion und Abnahme neuer Antennen-Standorte
- 📍 Beratung
  - 📍 Consulting Mandate (Machbarkeiten, Prozessaufbau etc.)
  - 📍 Temporär-Einsatz von Experten
  - 📍 Spezialprojekte und Funknetz-Konzepte
- 📍 Operator Support
  - 📍 Oracle-DB, Zusatz-Applikationen, Aircom Support
  - 📍 GIS: MapInfo, Google-Earth/Maps



**Eigene Produkte und Entwicklung**

- 📍 Kundenspezifische Lösungen
  - 📍 Mess- und Analyse Software
  - 📍 Konzept und Bau von Messfahrzeugen
  - 📍 Navigation im Zug ohne GPS
  - 📍 Benchmarking Werkzeuge
- 📍 Entwicklung Messsysteme
  - 📍 DVB/DAB Messsystem PerMIT-DxB
  - 📍 Tetrapol Messsystem PerMIT-Tetrapol für Polycom
- 📍 SW-Entwicklung
  - 📍 Microsoft .NET
  - 📍 Windows Mobile
  - 📍 GIS-Applikationen
  - 📍 Client-Server Applikationen mit Datenbanken





Referat Hansjürg Schluep (ENKOM): LTE Modulationsverfahren

**Danke für Ihre Aufmerksamkeit – Ihr Kontakt bei ENKOM**



**Unsere Kommunikations-  
und Energielösungen können  
den Match entscheiden.**

 **ENKOM** [www.enkom.com](http://www.enkom.com)

**Schluep Hansjürg**, Head of Radio Investigation & Consulting

T +41 31 950 42 51  
M +41 79 654 31 86

[hansjuerg.schluep@enkom.com](mailto:hansjuerg.schluep@enkom.com)

**ENKOM Inventis AG**  
Worbstrasse 225  
CH-3073 Gümligen  
[www.enkom.com](http://www.enkom.com)