

Ein Überblick zu
Long Term Evolution
18.01.2012

Inhaltsverzeichnis

1. Die Entwicklung von LTE
2. Zugriffsverfahren
3. Mehrantennenkonzepte
4. Eigenschaften der Luftschnittstelle
5. LTE in Deutschland

Inhaltsverzeichnis

1. Die Entwicklung von LTE
2. Zugriffsverfahren
3. Mehrantennenkonzepte
4. Eigenschaften der Luftschnittstelle
5. LTE in Deutschland

Die Entwicklung von LTE

- 2005: IEEE 802 LMSC stellt IEEE 802.16e (*WiMAX*) als mobilen, kabellosen Breitbandzugang vor
 - *OFDM* und *Mehrantennensysteme* erstmals eingesetzt
- Zeitgleiche Entwicklung von E-UTRAN (*Long Term Evolution*) durch 3GPP
- Beide Standards genügen Anforderungen von IMT-2000

Inhaltsverzeichnis

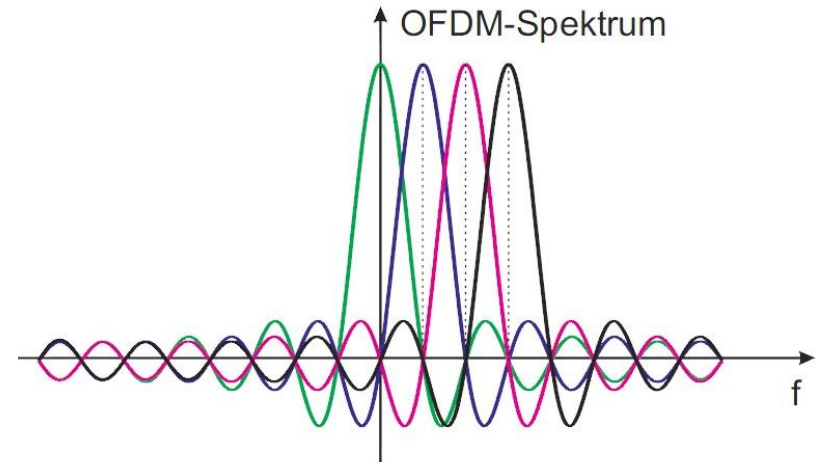
1. Die Entwicklung von LTE
- 2. Zugriffsverfahren**
3. Mehrantennenkonzepte
4. Eigenschaften der Luftschnittstelle
5. LTE in Deutschland

Zugriffsverfahren

- Einsatz von *Mehrträger*-Zugriffsverfahren
- OFDMA – Orthogonal Frequency Division Multiple Access
 - Downlink
- SC-FDMA – Single Carrier Frequency Division Multiple Access
 - Uplink
- OFDMA und SC-FDMA basieren auf OFDM

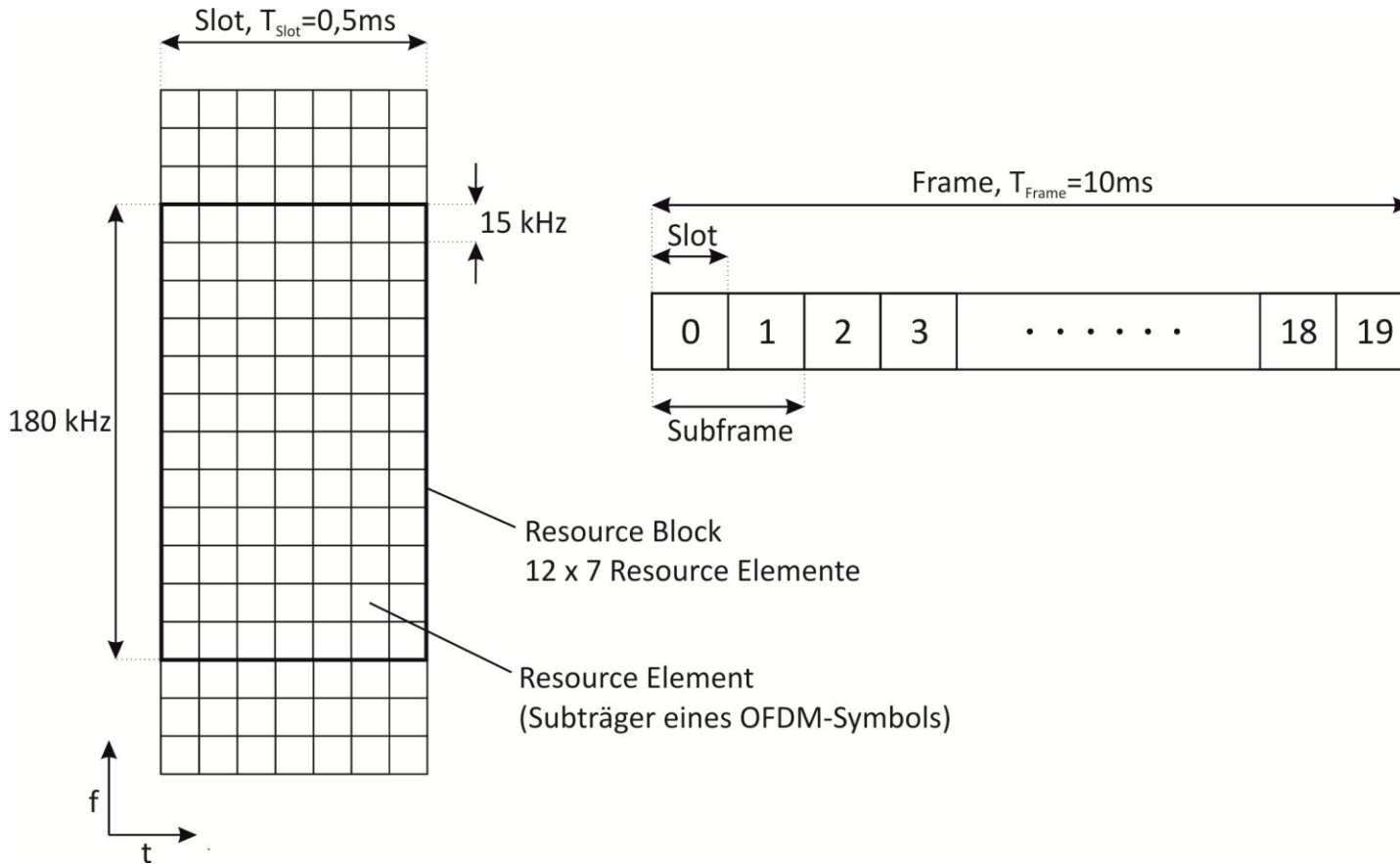
Vorteile von OFDM

- Flexible
Bandbreitenzuordnung
- Reduktion von
Intersymbolinterferenzen
(ISI)
- Minimaler Subträgerabstand,
ohne dass Nebensprecheffekte
(ICI) auftreten
 - Optimale Bandbreitenausnutzung
und einfache Entzerrung möglich

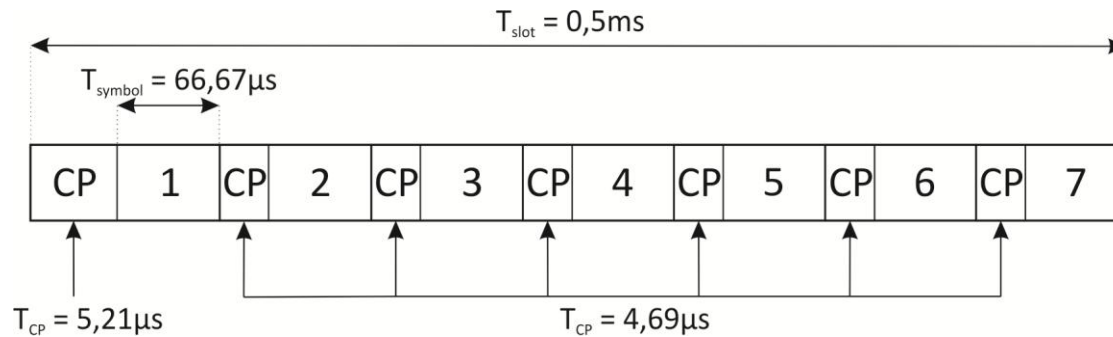


Quelle: J. Kunze, „Empfängerarchitekturen für Mehrantennensysteme mit niedriger Verlustleistung im Mobilfunkstandard LTE“, Dissertation

Bandbreitenzuordnung (1)



Bandbreitenzuordnung (2)

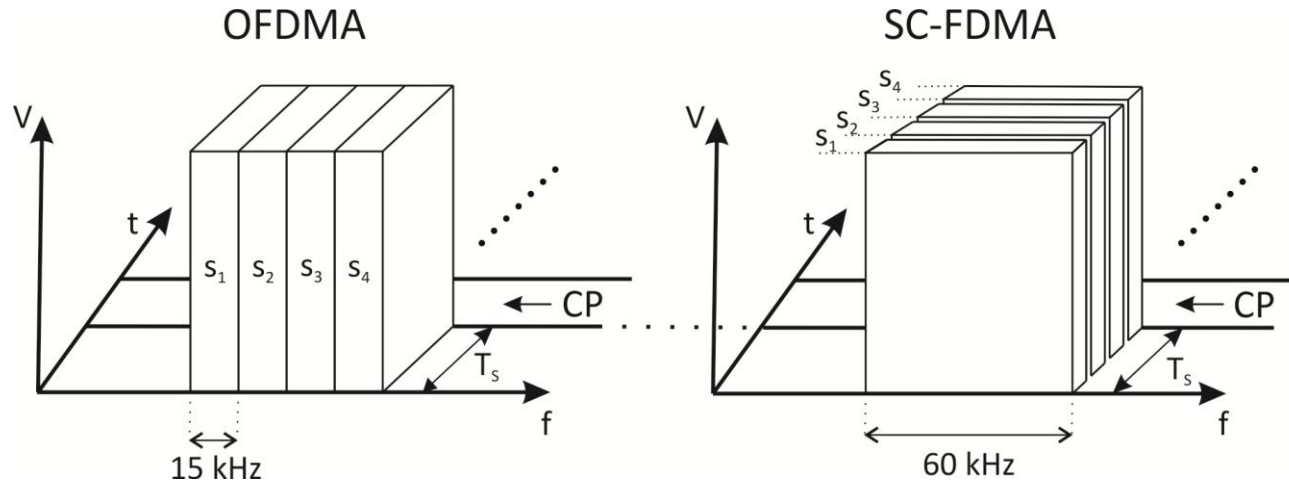


- Zwei Slots bilden einen *Subframe* von 1ms
 - Kleinste Verarbeitungseinheit bei LTE
 - Basisstation entscheidet jede Millisekunde, welche Endgeräte Daten senden bzw. empfangen

OFDM-Parameter im LTE-Downlink

Bandbreite [MHz]	1,4	3	5	10	15	20
Effektive Bandbreite [MHz]	1,08	2,7	4,5	9,0	13,5	18,0
Subträgerabstand [kHz]	15					
Abtastfrequenz [MHz]	1,92	3,84	7,68	15,36	30,72	30,72
(I)FFT-Größe	128	256	512	1024	2048	2048
Verwendete Subträger	74	181	301	601	901	1201
Anzahl der RB	6	15	25	50	75	100
Länge des CP [μ s]	5,21 und 4,69 (<i>normal prefix</i>), 16,67 (<i>long prefix</i>)					

SC-FDMA im Uplink



- Hohes Peak-to-Average Power Ratio (PAPR) bei OFDM
 - höhere Linearitätsanforderungen an die Verstärker
 - höhere Leistungsaufnahme
- SC-FDMA weist geringeres PAPR auf
- Aber: deutlich höherer Entzerreraufwand

Inhaltsverzeichnis

1. Die Entwicklung von LTE
2. Zugriffsverfahren
3. **Mehrantennenkonzepte**
4. Eigenschaften der Luftschnittstelle
5. LTE in Deutschland

LTE-Mehrantennenkonzepte

- SISO (Single Input Single Output)
 - eine Sende- und eine Empfangsantenne
- SIMO (Single Input Multiple Output)
 - eine Sende- und mehrere Empfangsantennen
- MISO (Multiple Input Multiple Output)
 - mehrere Sende- und eine Empfangsantenne
- MIMO (Multiple Input Multiple Output)
 - n_T Sende- und n_R Empfangsantennen

LTE-Mehrantennenkonzepte

Modus	Konstellation	N_{RX}	N_{TX}	Beschreibung
Einzelantenne	SISO	1	1	
Selection Combining	SIMO	2-4	1	Empfangsdiversität
Maximum Ratio Combining	SIMO	2-4	1	Empfangsdiversität
Space Frequency Block Code	MISO, MIMO	1-4	2;4	Sende-diversität
Cyclic Delay Diversity	MIMO	2-4	2-4	Sende-diversität (open loop)
Close Loop Spatial Multiplexing	MIMO	2-4	2-4	Raum-Multiplex
Multi-user MIMO	MIMO	2-4	2-4	Raum-Multiplex

Inhaltsverzeichnis

1. Die Entwicklung von LTE
2. Zugriffsverfahren
3. Mehrantennenkonzepte
- 4. Eigenschaften der Luftschnittstelle**
5. LTE in Deutschland

Die LTE-Luftschnittstelle

Bandbreite [MHz]	1,4 , 3, 5, 10, 15, 20
Duplexverfahren	FDD und TDD
Zugriffsverfahren	Downlink: OFDMA , Uplink: SC-FDMA
Mobilität [km/h]	350
Modulation	QPSK, 16QAM, 64QAM
MIMO	Downlink: 2x2, 4x2, 4x4 Uplink: 1x2, 1x4
Spitzendatenraten	DL: 100 (1x1), 172.8 (2x2), 326.4 (4x4) UL: 50 (QPSK), 57.6 (16QAM), 86.4 (64QAM)

LTE-Advanced

- Weiterentwicklung von LTE durch 3GPP
- Ziel: Anforderungen von IMT-Advanced erfüllen
 - Mobilfunkstandard 4G
- Noch höhere Datenraten durch:
 - Kanäle mit bis zu 100 MHz Bandbreite
 - Mehrantennensysteme bis zu 8x8

Inhaltsverzeichnis

1. Die Entwicklung von LTE
2. Zugriffsverfahren
3. Mehrantennenkonzepte
4. Eigenschaften der Luftschnittstelle
5. **LTE in Deutschland**

LTE in Deutschland

- *Digitale Dividende*: Digitalisierung des Rundfunks und Abschaltung des analogen Rundfunks
 - Viele freie Frequenzbänder, die u.a. für LTE genutzt werden
- Versteigerung von Frequenzblöcken im Bereich 791-842 MHz und 2500-2690 MHz im April 2010
- LTE-800 und LTE-2600

LTE- 2600 Frequenzbänder in Deutschland

Anbieter	Frequenzduplex (FDD)			Zeitduplex (TDD)	
	Uplink	Downlink	Preis	Uplink + Downlink	Preis
Vodafone	2500-2520 MHz	2620-2640 MHz	73,464 Mio. €	2580-2605 MHz	44,96 Mio. €
Deutsche Telekom	2520-2540 MHz	2640-2660 MHz	76,228 Mio. €	2605-2610 MHz	8,598 Mio. €
E-Plus	2540-2550 MHz	2660-2670 MHz	36,67 Mio. €	2570-2580 MHz	16,502 Mio. €
O2	2550-2570 MHz	2670-2690 MHz	71,415 Mio. €	2610-2620 MHz	16,458 Mio. €

LTE-800 Frequenzbänder in Deutschland

Anbieter	Uplink	Downlink	Preis
O2	832-842 MHz	791-801 MHz	1,212 Mrd. €
Vodafone	842-852 MHz	801-811 MHz	1,210 Mrd. €
Deutsche Telekom	852-862 MHz	811-821 MHz	1,153 Mrd. €

- Primäres Ziel: Ländliche Regionen mit Breitband-Internet versorgen
- 800 MHz-Bereich weist kleinere Funkfelddämpfung auf
 - Kostengünstigerer Aufbau von Mobilfunkzellen, da diese im Vergleich zu LTE-2600 deutlich größer sein können