

# LTE, LTE-Advanced & 5G

## Alles zum aktuellen Mobilfunk

LTE ist der erfolgreichste Mobilfunk-Standard aller Zeiten. 2010 kommerziell gestartet ist LTE heute in fast allen Ländern der Welt verfügbar und es gibt viele Milliarden LTE Verträge. LTE wurde und wird kontinuierlich weiterentwickelt als LTE-Advanced und LTE-Advanced Pro in Richtung 5G.

Eine riesige Feature-Palette macht LTE flexibler, leistungsstärker, kundenorientierter und kostengünstiger. Auf der Agenda stehen sehr hohe Datenraten (Gbit/s), intelligente heterogene Netzwerkstrukturen mit Zellen von einigen 10 m bis 100 km Reichweite, neue Frequenzbereiche, das Cellular Internet of Things CloT mit NB-IoT und LTE-M, Device-to-Device D2D Übertragung und Gruppenkommunikation für BOS, intelligente Antennensysteme und vieles mehr.

LTE entwickelt sich immer mehr zu dem einen Funkssystem für alle möglichen Anwender und Anwendungsfälle.

Dieser Kurs beinhaltet eine Einführung in die LTE Grundlagen, Meilensteine und Standardisierung, das LTE Netzwerk und die OFDMA-basierte Funkübertragung sowie die zentralen LTE-Advanced (Pro) Features. Erläutert werden die wichtigsten Evolutionsschritte Richtung 5G, der aktuelle Status, die Fähigkeiten und Grenzen. Abschließend wird 5G skizziert: Anforderungen an 5G, 5G Meilensteine, das 5G Netzwerk sowie die Grundlagen der 5G Funkübertragung.

### Kursinhalt

- LTE Standardisierung in 3GPP
- LTE Meilensteine
- LTE Netzwerk EPS
- Evolved Packet Core EPC
- LTE Funknetz E-UTRAN
- LTE Funkschnittstelle E-UTRA
- OFDMA & SC-FDMA
- Resource Block & Resource Element
- QoS Konzept mit ARP & QCI
- LTE-Advanced & LTE-Advanced Pro
- 3GPP Release 10 – 16
- Heterogene Netze HetNets
- Selbst-Organisierende Netze SON
- Optimierter Zellrand: ICIC, eICIC & CoMP
- Proximity Services ProSe mit D2D Kommunikation
- LTE für Public Safety Networks / BOS
- Carrier Aggregation und Dual-Connectivity
- Supplementary Downlink SDL
- TDD-FDD Joint Operation
- MIMO Evolution & Massive MIMO
- Higher Order Modulation HOM
- Neue Geräte-Kategorien & Gigabit-LTE
- Cellular Internet of Things CloT: NB-IoT & LTE-M
- Embedded SIM (eSIM/eUICC)
- Neue Frequenzbänder
- LTE in unlicenzierter Bänder: LTE-LAA
- 5G (IMT-2020) Anforderungen, Standardisierung & Meilensteine
- 5G Funkübertragung: New Radio NR
- 5G Netzwerk: NG RAN & 5GC
- 5G Spektrum

**E-Book** Sie erhalten das ausführliche deutschsprachige Unterlagenpaket aus der Reihe ExperTeach Networking – Print, E-Book und personalisiertes PDF! Bei Online-Teilnahme erhalten Sie das E-Book sowie das personalisierte PDF.

### Zielgruppe

Der Kurs richtet sich an alle, die LTE mit vielen seiner Facetten und die aktuellen Evolutionsschritte von LTE-Advanced und LTE-Advanced Pro bis hin zu 5G detaillierter kennen lernen und verstehen wollen.

### Voraussetzungen

Grundlagen der Telekommunikation. GSM und/oder UMTS/HSPA Kenntnisse sind hilfreich.

### Dieser Kurs im Web



Alle tagesaktuellen Informationen und Möglichkeiten zur Bestellung finden Sie unter dem folgenden Link: [www.experteach.ch/go/NGMO](http://www.experteach.ch/go/NGMO)

### Vormerkung

Sie können auf unserer Website einen Platz kostenlos und unverbindlich für 7 Tage reservieren. Dies geht auch telefonisch unter 06074 4868-0.

### Garantierte Kurstermine

Für Ihre Planungssicherheit bieten wir stets eine große Auswahl garantierter Kurstermine an.

### Ihr Kurs maßgeschneidert

Diesen Kurs können wir für Ihr Projekt exakt an Ihre Anforderungen anpassen.

Training	Preise zzgl. MwSt.
<b>Termine in Deutschland</b>	<b>5 Tage CHF 3.295,-</b>
<b>Online Training</b>	<b>5 Tage CHF 3.295,-</b>
<b>Termin/Kursort</b>	Kurssprache Deutsch
23.09.-27.09.24  München	23.09.-27.09.24  Online

Stand 16.04.2024



**EXPERTeach**



# Inhaltsverzeichnis

## LTE, LTE-Advanced & 5G – Alles zum aktuellen Mobilfunk

<b>1 Mobilfunk-Basics &amp; LTE Einführung</b>	<b>8 Heterogene Netze HetNets</b>	<b>16.1</b> eSIM für M2M
1.1 Mobilfunk Grundlagen	8.1 Heterogene Netze: Überblick	<b>16.2</b> Vorteile der eSIM
1.2 Zellularer Mobilfunk: von 1G bis 6G	8.2 Makro-, Mikro-, Piko- oder Femto-Zelle?	<b>16.3</b> Standardisierung der eSIM
1.3 LTE Ziele	8.3 Femto-Zellen	<b>16.4</b> Remote SIM Provisioning
1.4 LTE Standardisierung	8.4 HetNet Ausbau: Chancen & Herausforderungen	<b>16.5</b> Global SIM
1.5 LTE Meilensteine		
<b>2 LTE Architektur: Das Evolved Packet System EPS</b>	<b>9 ICIC, eICIC &amp; CoMP: Rettung für den Zellrand</b>	<b>17 Neue Frequenzbereiche</b>
2.1 EPS – Überblick	9.1 Das Problem: Inter-Zell Interferenzen	17.1 Frequenzen & Netzabdeckung
2.2 LTE User Equipment UE	9.2 Inter-Cell Interference Coordination ICIC	17.2 World Radiocommunication Conference 2015
2.3 Evolved UTRAN	9.3 Enhanced ICIC	17.3 Neue LTE Frequenzbänder
2.4 Evolved Packet Core EPC	9.4 Coordinated Multi-Point CoMP	17.4 Frequenz-Auktion 2015
2.5 EPS Interfaces & Zusammenfassung		17.5 Weltweite Nutzung der LTE Bänder
2.6 IP Multimedia Subsystem IMS		
<b>3 LTE Identitäten &amp; Sicherheit</b>	<b>10 D2D- &amp; Gruppen-Kommunikation für BOS</b>	<b>18 LTE in unlizenzieren Bändern</b>
3.1 LTE Identitäten	10.1 Direktkommunikation: Device-to-Device D2D	18.1 Unlizenzierte Bänder
3.2 Sicherheitsfunktionen in LTE	10.2 Proximity Services ProSe	18.2 LTE-WLAN Radio Level Aggregation LWA
3.2.1 IMEI Check	10.3 ProSe Architektur & Interfaces	18.3 LTE unlizenziiert: LTE-U & LTE-LAA
3.2.2 Vertraulichkeit der Teilnehmeridentität	10.4 ProSe Direct Discovery	18.3.1 LTE-U
3.2.3 Der Authentication Vector	10.5 ProSe Direktkommunikation	18.3.2 LTE-LAA: License-Assisted Access
3.2.4 Gegenseitige Authentisierung	10.6 GCSE: Gruppen-Kommunikation	18.4 LWA vs. LTE-LAA
3.2.5 Start Verschlüsselung & Integritätsprüfung	10.7 Mission Critical Push To Talk MC-PTT	
3.2.6 Integritätsprüfung	10.8 Sidelink für Cellular V2X	
3.2.7 Verschlüsselung	10.9 FRMCS: Der GSM-R Nachfolger	<b>19 5G</b>
3.2.8 LTE Sicherheitsalgorithmen		19.1 Die 5. Mobilfunk-Generation 5G
<b>4 LTE Anwendungen &amp; QoS</b>	<b>11 Carrier Aggregation</b>	19.1.1 5G Nutzung
4.1 LTE Anwendungen	11.1 Carrier Aggregation	19.1.2 5G Betreiber
4.2 EPS Bearer	11.2 Supplementary Downlink	19.1.3 Der 5G Zeitplan
4.3 QoS in LTE & QCI	11.3 FDD-TDD Carrier Aggregation	19.1.4 Zentrale 5G Komponenten
4.4 Sprachtelefonie in LTE: CSFB oder VoLTE	11.4 Dual-Connectivity	19.2 5G Netzwerk Architektur
4.5 SMS und LTE	11.5 Multi-RAT Dual Connectivity	19.2.1 5G User Equipment
		19.2.2 5G Radio Access Network
		19.2.3 5G Core Network 5GC
		19.2.4 Network Slicing
		19.2.5 Mobile Edge Computing
		19.3 5G Sicherheit
		19.4 5G Spektrum
		19.5 5G Funkschnittstelle: New Radio
		19.5.1 OFDMA: Skalierbare Subcarrier
		19.5.2 NR Bandbreiten
		19.5.3 5G Peak Raten
		19.5.4 kürzere Latenzzeiten
		19.5.5 NR Duplexübertragung: TDD & FDD
		19.5.6 Massive MIMO
		19.5.7 Carrier Aggregation in NR
		19.6 Migration von LTE nach 5G
		19.7 Zusammenfassung & Ausblick
<b>5 LTE Funkschnittstelle E-UTRA</b>	<b>12 MIMO-Evolution</b>	<b>20 Optional: Mobilfunk &amp; Gesundheit</b>
5.1 E-UTRA Überblick	12.1 Release 10: 8x8 MIMO	20.1 Elektromagnetische Wellen
5.2 E-UTRA Transmission: OFDMA	12.2 Active Antenna Systems AAS	20.2 Thermische & nicht-thermische Effekte
5.3 E-UTRA UL Transmission: SC-FDMA	12.3 Full-Dimensional MIMO = Massive MIMO	20.3 Funk Spektrum & Nutzung
5.4 Bandbreite & Ressourcenvergabe		20.4 Grenzwerte für Mobilfunk
5.5 Adaptive Modulation & Kodierung	<b>13 Higher Order Modulation HOM</b>	20.5 Studien zum Thema Mobilfunk & Gesundheit
5.6 MIMO: Multi-Antennen-Transmission	13.1 LTE Modulationsverfahren	20.6 Fakes & Fakten
5.7 LTE Datenraten	13.2 256QAM & 1024QAM	
5.8 Duplex Übertragung: FDD & TDD		
5.9 LTE Frequenzen	<b>14 Neue UE Kategorien: Schritt für Schritt Richtung 5G</b>	
5.10 Zusammenfassung	14.1 Rel. 10: Das 4G-Ziel ist erfüllt!	
	14.2 Rel. 11, 12 & 13: Der Weg nach 4,5G	
	14.3 Rel. 14 & 15: Gigabit-LTE	
<b>6 Evolution nach 5G: LTE-Advanced (Pro)</b>	<b>15 Cellular Internet of Things: NB-IoT &amp; LTE-M</b>	
6.1 3GPP Evolution: LTE-Advanced (Pro)	15.1 Das Internet of Things IoT	
	15.2 Funktechniken für das IoT	
	15.3 LTE Evolution für das IoT	
	15.4 LTE-M	
	15.5 NB-IoT	
	15.6 LTE-M & NB-IoT: Zusammenfassung & Ausblick	
<b>7 Self Organising Networks SON</b>	<b>16 Embedded SIM &amp; Remote SIM Provisioning</b>	
7.1 SON – Ziele		
7.2 SON Funktionen		
7.3 SON Architektur		
7.4 Automatic Neighbour Relation ANR		

