

New RAN

O-RAN, vRAN, Cloud RAN, RAN im 5G Campus

Der Mobilfunk ist ein Wachstumsmarkt von zentraler Bedeutung für viele Branchen weltweit. Innerhalb des Mobilfunks stehen der Auf- und Ausbau der 5G-Netze im Mittelpunkt, denn 5G bietet zum einen sehr hohe Bitraten, zum anderen sehr geringe Laufzeiten und so hohe Verlässlichkeit, wie sie in der Automatisierung industrieller Prozesse gefordert wird.

Die Schlüsselkomponente des Mobilfunks ist das Radio Access Network (RAN). Um sehr hohe Bitraten und gleichzeitig eine große Flächenabdeckung zu gewährleisten, sind O-RAN Konzepte geplant. So haben sich in der O-RAN Alliance zahlreiche Hersteller und Provider gemeinsam organisiert, um offene und damit kostengünstige Methoden zum Bau und Betrieb der Infrastrukturen zu entwickeln. Dieser Kurs behandelt wichtige Konzepte des modernen O-RAN.

Kursinhalt

- Centralized RAN
- Distributed RAN, Realisierung von Fronthaul, Midhaul, Backhaul
- Radio Base Station Split, IEEE 802.1CM und Schnittstellen: CPRI, eCPRI
- IEEE 802.1CM: Klassen und Profile
- Open RAN (O-RAN) – herstellerübergreifende Schnittstellen
- O-RAN Alliance und Framework
- virtual RAN, welche Funktionen können virtualisiert werden
- Cloud RAN: Local, Regional, National Cloud im Vergleich
- RAN Intelligent Controller (RIC)
- RAN in 5G Campus Netzen
- Störungen durch Cell- und Slot-Interferenzen und Gegenmaßnahmen
- Coordinated Multi Point (CoMP) in 5G Campus Netzen
- Network Slicing im RAN
- Hollow Core Fiber im RAN, ideal für High-Frequency Trading
- Beamforming
- G.8271.1: Timing Budget für RAN
- Strategien zur Synchronität der Basis-Stationen (gNB)
- Synchronisation über Netzwerk: Konzepte, Vorteile, Nachteile
- Precision Time Protocol (PTP) im Mobilfunk: GM, BC, TC, TSC
- Time-Sensitive Networking (TSN) und RAN
- 5G und TSN für Automatisierung in Industrie, Fertigung und Logistik
- TSN: Zeit verteilen, Queueing und Forwarding
- TSN: neue Wege bei Registration und Reservation

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

5G RAN ist von großer Bedeutung für Netzbetreiber, 5G Campus Betreiber sowie Anwender der Automatisierung von Prozessen. Der Kurs wendet sich an Personen, die 5G evaluieren, designen, aufbauen oder betreiben und gibt ihnen einen tieferen Einblick in die Technologien, die in einem modernen O-RAN eingesetzt werden.

Voraussetzungen

Aufbauend auf guten Vorkenntnissen im Bereich 5G, wie sie z. B. der Kurs 5G Mobilfunk – Architektur & Funk für öffentliche & private Netze vermittelt, werden die genannten Themen vertieft.

Dieser Kurs im Web



Alle tagesaktuellen Informationen und Möglichkeiten zur Bestellung finden Sie unter dem folgenden Link: www.experteach.de/go/NRAN

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.

Stand 05.04.2024

Training		Preise zzgl. MwSt.	
Termine in Deutschland	4 Tage	€ 2.595,-	
Online Training	4 Tage	€ 2.595,-	
Termin/Kursort	Kurssprache Deutsch		
08.07.-11.07.24	Frankfurt	11.11.-14.11.24	Frankfurt
08.07.-11.07.24	Online	11.11.-14.11.24	Online



Inhaltsverzeichnis

New RAN – O-RAN, vRAN, Cloud RAN, RAN im 5G Campus

1 RAN im Wandel	2.7.5 Passives WDM	4.10.1 Einfaches Konzept
1.1 Centralized RAN	2.8 DWDM – Dense WDM für Midhaul und Backhaul	4.10.2 Zeitoptimiert
1.2 Distributed RAN	2.8.1 DWDM Komponenten	4.10.3 Protection: Konzept 2
1.2.1 Distributed Unit (DU)	2.8.2 Aufbau eines DWDM Muxes	4.10.4 Ausfall des Masters – wie erkennen?
1.2.2 Central Unit (CU)	2.8.3 Aufbau einer WDM-Strecke	4.10.5 Was ist wenn ...?
1.2.3 Lower-Layer Split und Higher-Layer Split	2.8.4 Wichtige Vorteile	4.10.6 Protection: PTP + SyncE
1.2.4 Basis Station und Protokolle	2.8.5 DWDM Kanalabstände	
1.2.5 Radio Base Station Split (RBS), IEEE 802.1CM	2.8.6 Fixed Grid Spacing	5 Time-Sensitive Networking im RAN
1.2.6 Function Splits im Überblick	2.8.7 Flexible Grid Spacing	5.1 Time Sensitive Networking – IEEE 802.1 TSN
1.2.7 802.1CM - Klassen und Profile	2.8.8 CWDM und DWDM in der Gegenüberstellung	5.1.1 Überblick wichtiger Standards
1.3 Open RAN (O-RAN)	2.8.9 CWDM und DWDM kombiniert	5.1.2 TSN Basiswissen
1.3.1 O-RAN Alliance Frame Work	2.8.10 Licht und Schatten – Nachteile von WDM	5.1.3 Ein Beispiel
1.4 Virtualized RAN (vRAN)	2.9 Optical Transport Networks (G.709) im Front- und Midhaul	5.2 Basis: Precise Synchronization IEEE 802.1AS
1.4.1 vCU Funktionen	2.9.1 Überwachen der Netzabschnitte	5.3 Zeit und Präzision
1.4.2 Intra-gNodeB Handover	2.9.2 Die Struktur von OTN	5.4 Redundante Synchronität, 802.1ASbt
1.4.3 vDU Containerized Network Function	2.9.3 OTN – Rahmenaufbau	5.4.1 Transmission Order
1.4.4 VNF Infrastruktur mit Container as a Service	2.9.4 FEC nach RS (255, 239)	5.5 Traffic Types des Industrial Internet Consortium (IIC)
1.4.5 Virtualized Core mit MEC	2.9.5 OTN Multiplexbildung	5.5.1 Isochronous (Traffic Type I)
1.4.6 Micro Services und Container Struktur	2.9.6 Alarmer und Fehlerquellen	5.5.2 Cyclic (Traffic Type II)
1.4.7 RAN Intelligent Controller (RIC)	2.9.7 Fehlerkaskade – wer schickt wem was?	5.5.3 Alarms & Events (Traffic Type III)
1.5 Cloud RAN (cRAN)	2.10 Protection Mechanismen	5.5.4 Configuration & Diagnostics (Traffic Type IV)
1.6 RAN in 5G Private Networks	2.10.1 Equipment Protection	5.5.5 Network Control (Traffic Type V)
1.6.1 5G Frequenzen in Deutschland	2.10.2 Punkt-zu-Punkt Verbindungen	5.5.6 Best Effort (Traffic Type VI) und weitere
1.6.2 Campus Netze im Überblick	2.10.3 Optischer Schutz in Ringen	5.6 TSN Netze
1.6.3 Wer nutzt Campus Netze?		5.7 Forwarding und Queueing
1.6.4 Ortung	3 Von MIMO zum Beamforming	5.7.1 Cyclic Queueing and Forwarding (CQF)
1.6.5 CoMP - Coordinated Multi Point im Campus	3.1 Was müssen 5G Antennen können?	5.7.2 Preemption und Interspersing Express Traffic 802.3br
1.7 Network Slicing im RAN	3.1.1 TDD und Transmission Periodicity	5.7.3 Fine-Aware Shaper, IEEE 802.1Qbv
1.7.1 End-to-End Slicing	3.1.2 OFDMA Verfahren	5.7.4 Guard Band
1.7.2 Network Slice Instance – Life Cycle	3.1.3 Modulationsverfahren	5.7.5 Zeitlich gesteuerte Gates, 802.1Qbv
1.8 Hollow Core Fibers im RAN	3.1.4 Adaptive Modulation & Kodierung	5.7.6 Per Stream Filtering and Policing (PSFP)
1.8.1 Beispiel NKT Photonics: HC-1550	3.1.5 MIMO bei 5G	5.7.7 TSN Streams identifizieren
1.8.2 Beispiel Lumenicity: SmartCore	3.1.6 Massive MIMO	5.8 Path Control and Redundancy, 802.1Qca
1.8.3 Hollow Core Fiber im Front- und Midhaul	3.2 Antennen – von 4G zu 5G	5.9 Seamless Redundancy, IEEE 802.1CB
1.9 Topologien für MEC	3.3 Vom massive MIMO zum Beamforming	
2 RAN Realisierungen	3.3.1 So funktioniert Beamforming	6 Security
2.1 Virtualisierung	3.3.2 Aufbau eines 5G Antennen Array	6.1 Security im Open RAN
2.1.1 Container-Virtualisierung	3.3.3 Array und Antennengewinn	6.1.1 Security Risiken nach O-RAN Alliance
2.1.2 Linux Containers (LXC)	3.3.4 Analoges Beamforming	6.1.2 Security Risiken nach Open RAN MoU Group
2.1.3 Container- vs. Server-Virtualisierung	3.3.5 Digitales Beamforming	6.1.3 Schutz des RAN Intelligent Controllers (RIC)
2.1.4 Docker	3.3.6 Hybrides Beamforming	6.2 Security im Cloud RAN
2.1.5 Kubernetes		6.2.1 Open RAN: Sicherheitsanalyse
2.1.6 Kubernetes over bare metal	4 Synchronisation im RAN	6.2.2 Welche Angriffsvektoren gibt es?
2.1.7 Orchestrierung: Puppet und Ansible	4.1 Coordinated Multi Point (CoMP) und Sync.	6.2.3 Schutz des RAN
2.1.8 Ansible	4.2 5G und PTP (IEEE 1588)	6.3 Synchronisation schützen
2.2 Cloud Computing	4.2.1 Uhren und Aufgaben	6.3.1 Security und Synchronität
2.2.1 Service-Modelle des Cloud Computings	4.2.2 Uhren und Netzdesign	6.3.2 Beispiel: GPS
2.2.2 Public Cloud vs. Private Cloud	4.3 Abläufe im Überblick	6.3.3 GNSS Jammer
2.3 Cloud RAN Komponenten	4.4 PTP Telecom Profile, G.8265	6.3.4 Assisted Partial Timing Support (APTS), G.8275.2
2.4 Ethernet in Fronthaul, Midhaul und Backhaul	4.4.1 Korrektur des Offset	6.3.5 Full Timing Support (FTS), G.8275.1
2.4.1 Fronthaul: 10 GE Schnittstellen	4.4.2 Messen des Delay	6.4 Angriffe über PTP
2.4.2 Midhaul und Backhaul: 40 GE und 100 GE	4.4.3 Delay-Request-Response, Teil 1	6.4.1 Sicherheit bei PTP
2.4.3 Backhaul: 200 GE und 400 GE	4.4.4 Delay-Request-Response, Teil 2	
2.4.4 Bsp: 400GBASE-LR8	4.4.5 Peer-Delay	7 Übungen
2.4.5 800 G Ethernet	4.4.6 Transparent Clock End-to-End	7.1 Laufzeit
2.5 Passive Optical Networks (PON)	4.4.7 Boundary Clock (BC)	7.2 Fronthaul: PON Reichweite
2.5.1 PON im Fronthaul	4.5 PTP im Detail	7.3 Größe eines Antennen Array
2.5.2 vRAN Midhaul: F1 mittels PON	4.6 Takt-Topologien	7.4 Größe der Resource Blocks (RB)
2.5.3 Optisches Verteilernetz für eMBB	4.6.1 Hierarchische Topologie	7.5 Nutzbandbreite
2.5.4 Protection für PON	4.6.2 Lineare Topologie	7.6 Bitrate und Funkgüte
2.5.5 QSPF28 und SFP28 für PON	4.6.3 Quality Level für PTP, G.781	7.7 Maximale Bitrate!
2.6 Paketnetz oder Wellenlänge?	4.7 PTP Domains	7.7.1 Maximale Bitrate: Telekom, Vodafone
2.7 WDM – Eine universale L1 Plattform für 5G	4.8 PTP Monitoring – Ein Beispiel	7.7.2 Maximale Bitrate: Telefónica
2.7.1 Fronthaul als WDM-Ring	4.9 Security und Synchronität	7.7.3 Maximale Bitrate: 1&1 Versatel
2.7.2 CWDM – Coarse WDM für Fronthaul und Midhaul	4.9.1 Gefahren für die Slaves	7.7.4 Maximale Bitrate: SBB, Schweiz
2.7.3 CWDM Kanalabstand	4.9.2 Gefahren für den Master	7.7.5 5G gigantisch: Frequency Range 2
2.7.4 CWDM – Vorteile und Nachteile	4.9.3 Gefahren für Boundary und Transparent Clocks	
	4.10 Synchronisation und Protection	

