

Die besten Praktiken zum Testen der Ethernet- und Netzwerk-Synchronisation in Funkzellen

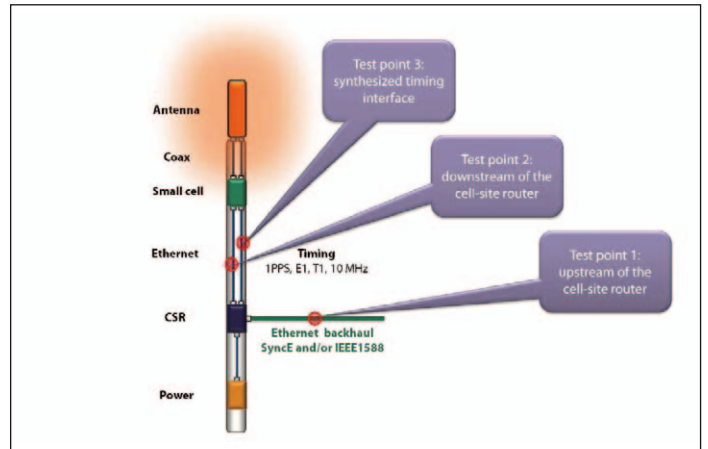
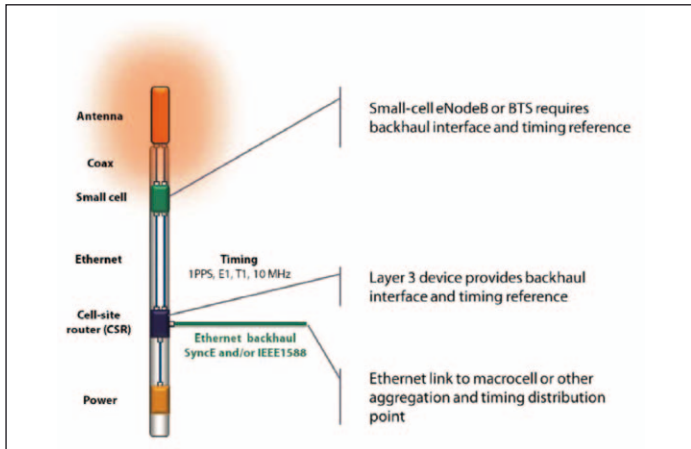


Bild 1: Typische Konfiguration einer Funkzelle

Bild 2: Testpunkte einer Funkzelle

Die Zahl der 4G-Mobilfunkkunden steigt, genauso wie die mobile Datennutzung. Schätzungen gehen davon aus, dass gegen Ende 2015 an die 3,7 Exabyte/Monat erreicht wurden, was einem Anstieg von 74% im Vergleich zu Ende 2014 entspricht.

Diese Dynamik sorgt bei Mobilfunkbetreibern für mehr Investitionen in die Bereitstellung von mehr Funkzellen (Small Cells). Zahlen des Small Cell Forum gehen davon aus, dass im Jahr 2019 bis zu sieben Small Cells in jeder Makrozelle bereitstehen. Der folgende Beitrag beschreibt die besten Praktiken für das Testen dieser Funkzellen.

Small Cells verbessern die Abdeckung in Gebieten mit einer großen Anzahl hoher Gebäude, die sich in unmittelbarer Nähe zueinander befinden. Damit werden Auslöscheffekte vermieden, die durch Straßenschluchten verursacht werden. Auch die Abdeckung in unterversorgten

ländlichen Umgebungen wird mit Small Cells verbessert. Sie erhöhen zudem die Kapazität in Bereichen mit hoher Einsatzdichte und heterogenen Netzwerken. Dabei erfolgt ein Einsatz zusammen mit der bestehenden Makrozellen-Infrastruktur. Die Umsetzung von Small Cells bringt allerdings auch Herausforderungen mit sich. Durch ihr vermehrtes Aufkommen steigt der Druck, zu gewährleisten, dass das Netzwerk und die Ausrüstung sachgemäß installiert und in Betrieb genommen werden.

Unvollständige Tests bei der Umsetzung von Funkzellen können das Mobilfunknetzwerk stark beeinträchtigen. Die

schiere Anzahl von Small-Cell-Installationen begrenzt die Möglichkeiten von Feldtest-Teams, die dafür verantwortlich sind, jedes Problem zu beheben.

Hinzu kommt, dass Timing-Synchronisationsprobleme zwischen Small Cells und Makrozellen zu Gesprächsausfällen und einer verminderten Leistungsfähigkeit der Makrozelle führen können, was genau dem Gegenteil der beabsichtigten Einführung von Small Cells entspricht. Test-Teams müssen daher Zugriff auf Test- und Messgeräte haben, die umfassende Funktionen bieten, um eine Installation und Inbetriebnahme von Small Cells zu unterstützen. Dazu zäh-

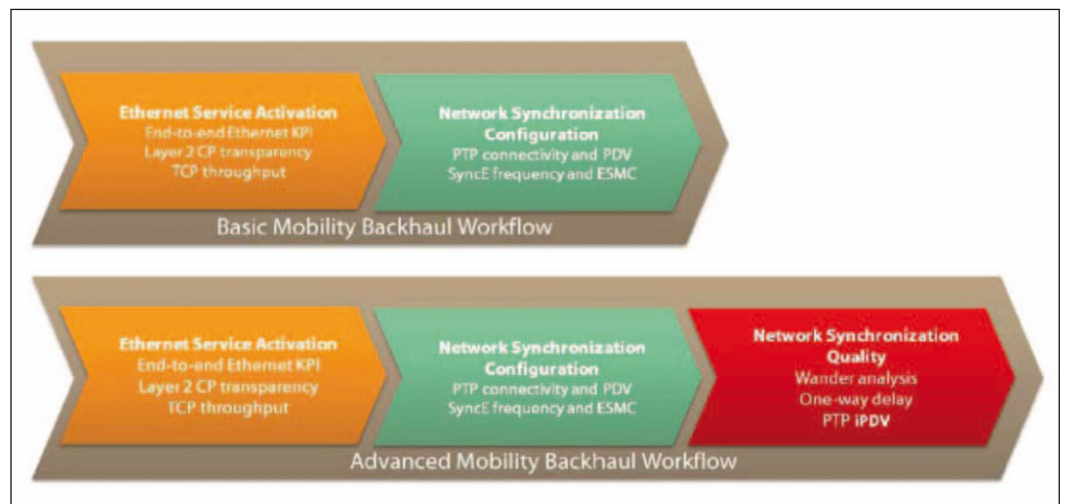


Bild 3: Grundlegende und erweiterte Mobility-Workflows

Oliver Lanz
Livingston
Markus Fischer, Viavi
(ehemals JDSU)
www.livingston.rental.de

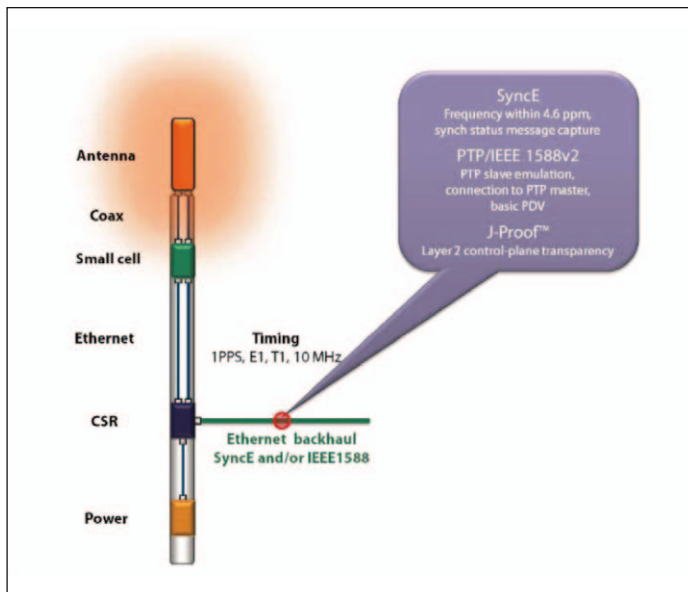


Bild 4: Grundlegender Workflow am Testpunkt 1

len auch Tests für das Ethernet Backhaul, das Fronthaul CPRI und OBSAI sowie für herkömmliche Schnittstellen.

Backhaul-Tests für Funkzellen

Das Ziel von Small-Cell-Backhaul-Tests soll verhindern, dass neu aktivierte Small Cells den eigentlichen Betrieb der Makrozellen stören. Ebenfalls muss sichergestellt sein, dass ein hoher Grad an QoE (Quality of Experience; Benutzererfahrung) für den Anwender garantiert ist, damit keine Anrufe ausfallen wenn von einer Small-Cell- auf eine Makrozellen-Abdeckung und dergleichen gewechselt wird. Diese Tests können auch die Betriebskosten im Zusammenhang mit der Problemsuche bei Small-Cell-Installationen verringern.

In einer typischen Funkzelle ist ein Small Cell eNodeB mit einer Antenne verbunden, die das Funksignal aussendet. Die Zelle verfügt über eine Ethernet-Verbindung zum Senden/Empfangen des Sprach-/Datenverkehrs sowie der Control-Plane-Information zur Koordination mit benachbarten Zellen. Neben dem Ethernet-Anschluss findet sich auch ein Timing-Eingang, von dem Timing-Informationen abgerufen werden. Die Zelle ver-

bindet ihren Ethernet-Port und die Timing-Schnittstelle mit dem CSR (Cell Site Router).

Bild 1 verdeutlicht die Umsetzung einer Funkzelle. Es gibt drei wesentliche Testpunkte, die Techniker vor Ort abdecken müssen, um eine qualitativ hochwertige Zellen-Performance zu gewährleisten.

Bild 2 erläutert den Ethernet-Interface-Upstream des CSR, den Ethernet-Interface-Downstream des CSR und die synthetisierte Timing-Schnittstelle zwischen dem CSR und der Funkzelle.

Bild 3 zeigt, dass diese Tests in grundlegende und erweiterte Ethernet-Backhaul-Workflows zusammengefasst werden können. Es wird empfohlen, diesen grundlegenden Workflow bei jeder eNodeB-Installation anzuwenden. Der erweiterte Workflow sollte stichprobenartig bei eNodeB-Installationen oder bei der Fehlersuche in Netzwerken angewendet werden, wenn Timing-bezogene Probleme auftreten. Die Tests des Basis-Workflows ermöglichen Mobilfunkbetreibern die Überprüfung der Backhaul-Netzwerkleistung vom eNodeB zum MSC (Mobile Switching Centre) und auch Tests für das Vorhandensein und die ordnungsgemäße Konfiguration von Netzwerksyn-

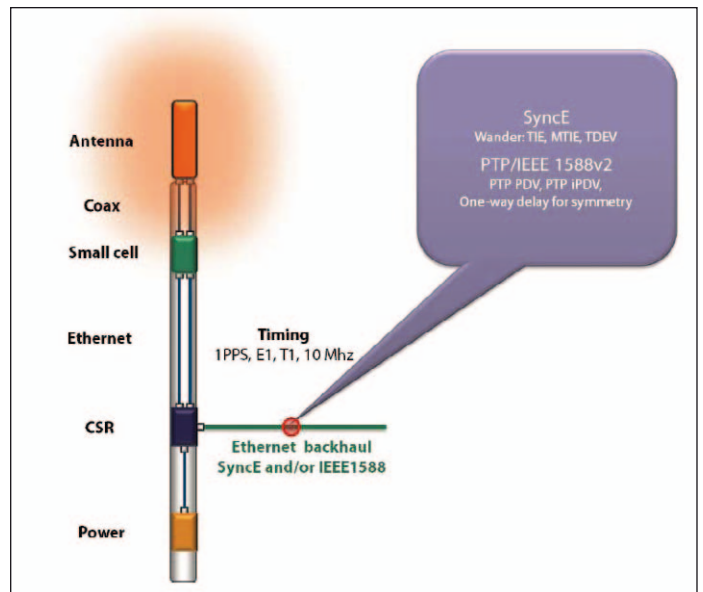


Bild 5: Erweiterter Workflow am Testpunkt 1

chronisationsprotokollen. Der erweiterte Workflow fügt Tests zur Messung der Qualität der Netzwerksynchronisationsprotokolle und der synthetisierten Referenztakten hinzu.

Wesentliche Testpunkte

1. Upstream des CSR

Die Ethernet-Verbindung zum Upstream des CSR transportiert Ethernet-Daten und stellt die Timing-Information für den CSR bereit, um die Timing-Referenz für den eNodeB zu synthetisieren. Tests für J-Proof Layer 2 Control-Plane-Transparenz, SyncE-Konfiguration und IEEE 1588v2 PTP-Konfiguration sind erforderlich. Der erweiterte Workflow am Testpunkt 1 umfasst Messungen eines synchronen Ethernet-Signals, um zu bestätigen, dass die Timing-Referenz an den CSR innerhalb der Grenzen einer bestimmten Maske bleibt. Hinzu kommen die Überprüfung der Verbindung zu einem 1588v2 Grandmaster, die genaue Messung von PDV und iPDV auf den PTP-Paketen und die Messung der Einweg-Verzögerung zum/vom PTP-Grandmaster. Damit wird sichergestellt, dass die Upstream/Downstream-Verzögerungen symmetrisch und/oder stabil über der Zeit bleiben.

2. Downstream des CSR

Der Ethernet-Interface-Downstream des CSR verbindet den CSR mit dem eNodeB, damit die Übertragung von Nutzdaten- und Signalisierungsinformationen erfolgen kann. Die an dieser Schnittstelle durchgeführten Tests garantieren eine robuste Verbindung und akzeptable Leistungsfähigkeit zwischen dem eNodeB und MSC. Zu den Tests an diesem Punkt zählen RFC 2544 oder Y.1564 (für die Überprüfung der durchgehenden Konfiguration auf Ethernet- oder IP-Ebene); RFC 6349 TrueSpeed (zum Testen des durchgehenden Datendurchsatzes mittels TCP-Verkehr, um sicherzustellen, dass das Netzwerk den erwarteten Datendurchsatz bereitstellt, ohne zusätzliche Belastung in das begrenzte Funkspektrum einzubringen). Diese Tests werden weiter unten näher beschrieben.

3. Synthetisierte Timing-Schnittstelle

Der eNodeB erhält seine Timing-Referenzdaten von der synthetisierten Timing-Schnittstelle. Die Genauigkeit und Stabilität dieser Timing-Referenz bestimmt die Genauigkeit der über die Luftschnittstelle übertragenen Frequenz. Schlechte Genauigkeit an der Luftschnittstelle kann zu Störungen in benachbarten Zellen, Anruferausfällen oder einem

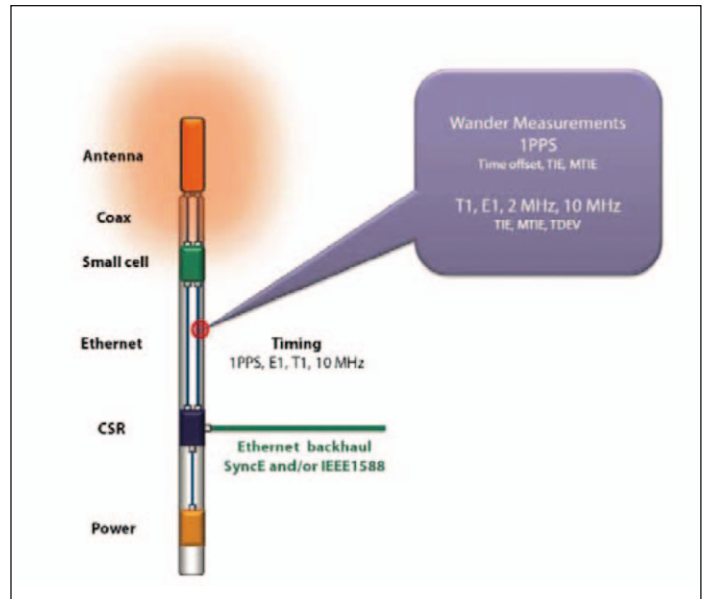
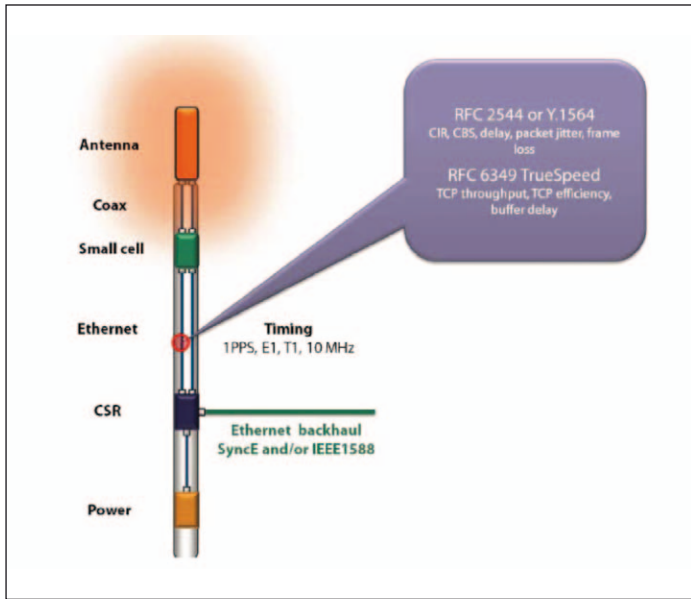


Bild 6: Grundlegender Workflow am Testpunkt 2

Bild 7: Erweiterter Workflow am Testpunkt 3

schlechten Datendurchsatz führen. Zu den wichtigen Tests zählen hier der Zeitversatz und Messungen der 1-PPS-Signale sowie der E1-, T1-, 2-MHz- und 10-MHz-Signale.

Testarten

1. RFC 2544

RFC-2544-Tests werden zur Überprüfung wichtiger Leistungsparameter (KPIs; Key Performance Indicators) auf Ethernet- oder IP-Ebene für einen einzelnen Datenverkehrsdienst durchgeführt. Dieser Teststandard misst den Datendurchsatz, die Latenz und den Frame-Verlust. Mit ihm kann die Layer-2- oder Layer-3-Datenanbindung beurteilt werden, wenn nur ein einzelner Datenstrom oder Single-CoS-Datenverkehr (Class-of-Service) vorhanden ist. Da nur ein einzelner Datenstrom unterstützt wird, ist RFC 2544 einfacher zu konfigurieren und läuft schneller als Y.1564.2.

Y.1564

Y.1564 ist eine umfassendere Testmethodik zur Messung von Ethernet- oder IP-KPIs, die statt RFC 2544 angewendet werden kann, wenn das Netzwerk mehrere CoS-Datenverkehrsdienste unterstützt. Dazu zählen mehrere Ethernet-VLANs oder mehrere IP-DSCP/TOS-Werte. Y.1564-Tests ermöglichen die Überprüfung beider Bandbreite-Profil-Datenverkehrsparameter.

3. J-Proof

J-Proof ist ein Layer 2 Control Plane Transparenz-Test. Dieser kann sich als nützlich erweisen, wenn ein Mobilfunkbetreiber einen Ethernet Virtual Private Line Service einführt, um den Datenverkehr über ein Backhaul von einem Zellenstandort zum MSC transportieren möchte. Der Test bietet Pass-/Fail-Untersuchungen für jedes L2CP-Protokoll, das erfolgreich über das Netzwerk übertragen wird. Zudem werden Header- oder Payload-Fehler für L2CP-Frames angezeigt, die fehlerhaft zurückgesendet werden.

4. RFC 6349 TrueSpeed

Die Messung des Datendurchsatzes auf TCP-Ebene ist entscheidend, um eine hochwertige Backhaul-Verbindung zu gewährleisten, da der von Mobilgeräten erzeugte Datenverkehr sich vor allem auf TCP stützt, wenn es um E-Mail-/App-Nutzung und Web-Browsing geht. RFC 6349 TrueSpeed ist ein Test zur Messung des TCP-Datendurchsatzes in Upstream- und Downstream-Richtung. Der TCP-Durchsatz (gemessen auf Layer 4) kann oft wesentlich schlechter sein als der Ethernet- oder IP-Durchsatz (gemessen auf Layer 2 oder 3), da Paketverluste, Datenstau im Netzwerk oder sich ändernde Verzögerungen TCP-Neuübertragungen verursachen können. Zu den Testparametern zählen der TCP-Durchsatz, die TCP-Effizienz und die Pufferverzögerung.

5. IEEE 1588v2

IEEE-1588v2-Konfigurationstests überprüfen die Anbindung des Zellenstandorts an

den PTP-Master-Takt, indem ein PTP Slave Device emuliert wird. Der Test misst zudem KPIs für den PTP-Datenverkehr, wie z.B. PDV, IPDV und die Übertragungswartezeit. Dieser Test kann mit den PTP-Paketen innerhalb der Ethernet-Frames (Layer 2 Modus) oder mit den PTP-Paketen in UDP-Segmenten (Layer 4 Modus) erfolgen. Die Haupttestparameter sind hier die Anbindung an den PTP-Master, die Pfadverzögerung und PDV.

Die Beschaffung der notwendigen Test- und Messgeräte für diese unterschiedlichen Tests ist ebenfalls eine Herausforderung: Lieferzeiten, Vorabinvestitionen und laufende Kosten müssen dabei berücksichtigt werden. Durch eine Zusammenarbeit mit Viavi Solutions (ehemals JDSU) kann Microlease eine Vielzahl neuester Testgeräte sowie technischen und logistischen Support bereitstellen.

■ Livingston
www.livingstonrental.de