

# Karten werden neu gemischt

## 5G Backhauling: FTTH stellt sich den Herausforderungen

Tom Van Caenegem,  
Filip de Greve

**Der kommende 5G-Mobilfunkstandard stellt Funknetze auf eine harte Probe. Mehr vernetzte Geräte und mehr Bandbreite als jemals zuvor ermöglichen komplett neue Szenarien. Um die Daten vom Mobilfunknetz zum Rechenzentrum zu bringen, bietet sich eine bekannte Technik an: FTTx.**

5G ist aktuell das meistdiskutierte Thema der Branche. Während häufig höhere Kapazität, niedrigere Latenz und damit verbunden neue Anwendungsszenarien im Mittelpunkt der Diskussion stehen, stellt sich für die Betreiber ebenso die Forderung nach einer effizienten Bewältigung des Funkdatenaufkommens. In diesem Zusammenhang wird oft auch die Frage aufgeworfen, ob man im Zeitalter der fünften Mobilfunkgeneration (5G) überhaupt noch Festnetze braucht. Wenn 5G alle ihre Versprechen erfüllt, werden Festnetzinfrastrukturen überflüssig, da der Verbraucher seinen Online-Bedarf über kabellose Angebote decken wird, heißt es oft. Doch das Gegenteil ist der Fall. Man könnte sagen, die Welt wird zunehmend kabellos, aber gleichzeitig setzen die Funknetze auf die Leistungsfähigkeit des Festnetzes.

Eine Analyse von Nokia Bell Labs hat ergeben, dass die Investitions- und Betriebskosten für das Mobile Back-

deckend dort vorhanden, wo es zu Überlastungen des Funknetzes kommen kann und wo Erweiterungen notwendig werden.

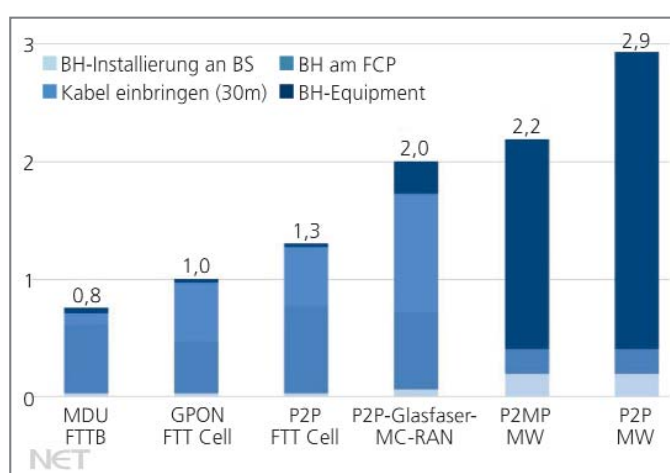
- Sie können Kosten sparen, indem sie den mobilen Datenverkehr ins Festnetz ableiten.
- Festnetze sind nicht nur flexibler, was die Auswahl der Technik und zukünftige Kapazitätserweiterungen angeht, sie haben darüber hinaus gegenüber anderen MBH-Optionen einen deutlichen Kostenvorteil.

5G wird die Karten also neu mischen und dem Festnetz zu neuer Bedeutung verhelfen. Aber welche Rolle werden die Festnetze dabei genau spielen?

### Mobile Backhaul-Optionen: Techniken und Architekturen

Viele Festnetzbetreiber planen größere Aufrüstungen für ihr Zugangsnetz oder tätigen diese bereits (Bild 1). Um die zunehmende Nachfrage nach

*Bild 1: Relative Capex-Kosten für verschiedene Backhaul-Lösungen: P2PMW ist 2,9 x so teuer wie GPON-FTTCell (BH – Backhauling, BS – Basisstation, FCP – Fixed Connectivity Point, MDU – Multi Dwelling Unit, FTTB – Fiber to the Building, FTTCell – Fiber to the Cell, GPON – Gigabit PON, P2P – Point to Point, MC-RAN – Makrozone, P2MP MW – Point to Multipoint MW, P2P MW – Point to Point MW)*



hauling (MBH) deutlich geringer ausfallen, wenn die Betreiber vorhandene Festnetzinfrastrukturen einbeziehen. Für Mobilfunkbetreiber bieten sich dabei neue Möglichkeiten:

- Festnetze sind für Mobile Backhaul bestens aufgestellt. Sie sind flächen-

Spitzenkapazität decken zu können, wird die Glasfaser jetzt näher zum Teilnehmer und schließlich bis in dessen Wohnung geführt. Fiber to the x (FTTx), das „x“ steht hier für einen Bezugspunkt zwischen der Ortsvermittlungsstelle (Central Office –

Tom Van Caenegem ist Bell Labs Consultant bei Nokia in Antwerpen,  
Filip de Greve ist Product Marketing Manager bei Nokia in Antwerpen

CO) und dem Grundstück des Kunden, nutzt diverse Zugangstechniken. Ein Beispiel sind Breitbandlösungen, die Glasfaser bis zu einem Übergabepunkt (Distribution Point Units – DPUs) führen und von dort bis ins Gebäude (FTTB – Fiber to the Build-

Überkapazitäten in passiven Glasfaserinfrastrukturen (Glasfasern und Splitter in Verteiler- und Zubringerbereichen) können genutzt werden, um jede in dem versorgten Bereich errichtete Funkzelle an Glasfaser anzubindern (FTTCell – Fiber to the Cell).

Abhängigkeit von den Kosten – unterschiedliche Techniken an (Bild 2). Während die Investitionskosten für dedizierte Backhaul-Lösungen relativ einfach zu ermitteln sind (sind gleich der Summe der Kosten für Ausrüstung und Installation), nutzen FTTx-

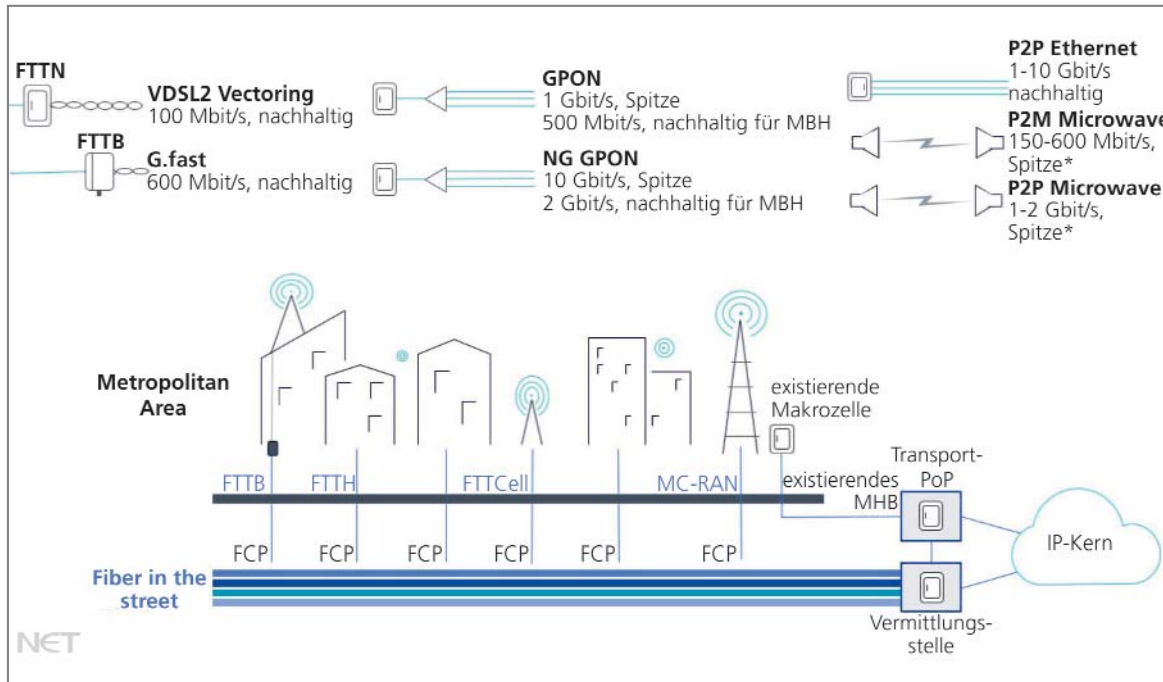


Bild 2: Für die Anbindung von Funkzellen bieten sich unterschiedliche Techniken an – abhängig von den Kosten (FTTN – Fiber to the Node, FTTB – Fiber to the Building, FTTH – Fiber to the Home, GPON – Gigabit Passive Optical Network, NG PON – Next Generation PON, P2P – Point to Point, P2MP – Point to Multipoint, MC-RAN – Makrozelle, PoP – Point of Presence, FCP – Fixed Connectivity Point, MBH – Mobile Backhaul) \* in einem Umkreis von 500 bis 1.000 m und abhängig vom Wetter

ding). Im Gebäude sorgt moderne G.fast-Technik über vorhandene Kupferkabel für Datenraten bis zu 1 Gbit/s zum bzw. vom jeweiligen Teilnehmer.

Für die Verbindung von der Ortsvermittlungsstelle zum Übergabepunkt nutzt FTTx überwiegend PON-Techniken (Passive Optical Network) wie GPON (Gigabit PON) oder XGS-PON (10-Gigabit-Capable Symmetric Passive Optical Network). Gleiches gilt auch für die FTTH-Technik (Fiber to the Home). Ein passives optisches Netz teilt Datenraten über einen Splitter auf 32 bzw. 64 Endpunkte auf. Das können einzelne Grundstücke oder Übergabepunkte sein. Diese sind über einzelne Glasfasern angebunden und teilen sich PON-Kapazitäten.

In Bereichen, wo in unmittelbarer Endkundennähe ein FTTx-Netz vorhanden ist, ist ein Backhauling des Mobilfunkverkehrs über Glasfaser die erste Wahl. Die flächendeckende Verfügbarkeit von Drop-Kabeln bzw. Kabelschächten und die offensichtlichen

Bei eher traditionellen Lösungen wird das Backhauling der Funkzelle über Richtfunk (Microwave – MW) zu einer nahegelegenen Makrozelle (MC-RAN) oder zu einem sonstigen Aggregationsstandort abgewickelt, der über Glasfasern für den Transport von Mobile-Backhaul-Signalen verfügt. Dabei kann es sich entweder um eine Punkt-zu-Mehrpunkt-MW-Lösung (P2MP MW) oder um eine Punkt-zu-Punkt-MW-Lösung (P2P MW) handeln. Diese Lösungen sind im Normalfall äußerst kostspielig, und die Kapazitäten sind abhängig von der Witterung (typisch sind z.B. 150 Mbit/s für P2MP MW). Der Vorteil des Mikrowellen-Backhauling ist der vergleichsweise geringe Zeitaufwand für die Implementierung der Lösung.

### Welche Backhaul-Technik wird sich durchsetzen?

Eine Patentlösung, die alles abdeckt und dabei alle Probleme löst, gibt es leider nicht. Allerdings bieten sich für die Anbindung von Funkzellen – in

basierte Lösungen die Infrastruktur, die ursprünglich für die Bereitstellung von Diensten für Privatkunden vorgesehen war.

Die Spezialisten von Nokia Bell Labs gingen bei der Analyse der Backhaul-Kosten für eine Metrofunkzelle, die Anlagen im Außenbereich des Netzes (Outside Plant – OSP) nutzt, folgendermaßen vor: Sie betrachteten eine Funkzelle als ein weiteres, abgeschlossenes Grundstück, für das sich die Bereitstellungskosten berechnen lassen. In einem typischen städtischen Umfeld (2.000 Grundstücke/km<sup>2</sup>) gingen sie von einer Funkzelle pro 128 verbundenen Teilnehmern bzw. einer zusätzlichen Zelle pro zwei PONs aus – bei einer angestrebten Inanspruchnahme des Dienstes von 50 % und einem Zellenradius von 200 m. Mit diesen Annahmen und angesichts der Tatsache, dass der Hauptanteil der Gesamtbetriebskosten des Mobile Backhauling auf die Investitionskosten entfällt, kamen die Spezialisten nach der Betrachtung der verschiedenen Backhaul-Lösungen zu einem

interessanten Ergebnis. Es zeigte sich nämlich, dass bei Backhaul-Lösungen auf Basis eines nahegelegenen FTTx-Netzes, das an der Ortsvermittlungsstelle endet, die Investitionskosten am niedrigsten waren. Die FTTB-Lösung mit MDU (Multi Dwelling Unit) und Backhauling über Kupferleitungen im Gebäude ist der kostengünstigste Ansatz. Eine Lösung mit Glasfaser-Punkt-zu-Punkt-Verbindung zur Ortsvermittlungsstelle ist um 30 % teurer als die Anbindung an ein GPON. Die übrigen Backhaul-Optionen sind doppelt bis dreimal so teuer. Zu beachten ist dabei, dass die in diesem Szenario beschriebene Variante FTTCell mit Point to Point im Vergleich zu einer GPON-Lösung im-

mer noch 25 % mehr Überkapazitäten bei den Zubringerfasern erfordert.

Die Nutzung überzähliger bzw. unbeschalteter Verteilungsfasern für die Anbindung kleinerer Funkzellen an größere Funkzellen per Gigabit-Ethernet-Punkt-zu-Punkt-Verbindung ist also kostengünstiger als der Richtfunk-Backhaul. Solange die letzte Anschlussstrecke unter 75 m bleibt, fallen die Kosten für den Mikrowellen-Backhaul höher aus – aufgrund der relativ hohen Kosten für die Richtfunkausrüstung. Die Spezialisten gingen bei ihren Berechnungen von der Nutzung eines Mikrowellen-Backhaul in einem lizenzfrei nutzbaren Frequenzspektrum aus

## FTTx/FTTH ebnet den Weg

Die heute am weitesten verbreitete optische Zugangstechnik für FTTx oder FTTH ist GPON. Jetzt, da sich die Mobilfunknetze in Richtung 5G entwickeln, können Betreiber mit einem schnellen und kostengünstigen Upgrade auf die PON-Technik der nächsten Generation den drastisch steigenden Datenverkehr im Backhaul abfangen, den die fünfte Mobilfunkgeneration mit sich bringen wird.

NG-PON-Lösungen (Next Generation PON) stellen die benötigte Kapazität (10 Gbit/s und mehr) und Dienstgüte weitaus zuverlässiger und wirtschaftlicher bereit als die derzeitigen Alternativen für das Mobile Backhauling. Dank ihrer Flexibilität erlauben NG-PON eine Skalierung des Netzes und bieten über das Backhauling hinaus 5G-fähige Datentransport-Optionen für das Fronthauling. PON-Lösungen der nächsten Generation, beispielsweise XGSPON und TWDM (Time and Wavelength Division Multiplexing), überzeugen durch ihre Skalierbarkeit. Betreiber können damit Wellenlängen ganz nach Bedarf schrittweise hinzufügen, wenn der Bandbreitenbedarf zunimmt.

XGSPON sorgt für den Gigabit-Spitzendurchsatz und eine höhere symmetrische Bandbreite, die für das 5G Backhauling in Zukunft benötigt werden. Betreiber haben damit die Möglichkeit, in kürzester Zeit neue Gigabit-Dienste bereitzustellen, die auf den bereits vorhandenen GPON-Diensten für die Teilnehmer aufsetzen.

Damit wird immer deutlicher: 5G wird die Karten neu mischen und dem Festnetz zu neuer Bedeutung verhelfen. Aus ökonomischer Sicht (geringste Investitionskosten) sowie unter den Gesichtspunkten Verfügbarkeit (bestehende Glasfaserzugangsnetze) und Netzkapazität (40 Gbit/s) ist klar, dass heutige PON-FTTx/FTTH-Netze schon morgen als Backhaul-Netze für die fünfte Mobilfunkgeneration dienen werden. Das ist es, worum es letztlich bei der Fixed Mobile Convergence geht. (bk)

### Vergleich verschiedener Backhaul-Techniken

- **FTTB mit MDU (Multi Dwelling Unit):**

Ähnlich wie verdrehte Leitungspaare innerhalb von Multi Dwelling Units bei der Heim- und Gebäudeverkabelung kann eine an der Außenwand oder auf dem Dach eines Gebäudes installierte Antenne mit einem im Keller befindlichen Übergabepunkt verbunden werden. Innerhalb des Gebäudes wird G.fast auf der Kupferinfrastruktur für den Datentransport genutzt.

- **FTTCell mit GPON:**

Vollständig konvergente Backhaul-/Zugangs-Lösungen auf Basis eines GPON. Privatkunden (FTTH) und Funkzelle (FTTCell) nutzen gemeinsam die PON-Kapazitäten, und QoS-Mechanismen (Quality of Service) überwachen die Servicequalität hinsichtlich Verzögerungen und Bandbreiten für das Mobile Backhauling.

- **FTTCell mit P2P:**

Glasfaserbasierte Ethernet-P2P-Glasfaserverbindung für Funkzellen (1 Gbit/s), allerdings unter Verwendung der passiven Ressourcen von Außenanlagen (OSP – Outside Plant) mit gemeinsamem OLT-Equipment (Optical Line Termination) in der Vermittlungsstelle (CO – Central Office).

nation) in der Vermittlungsstelle (CO – Central Office).

- **Glasfaser-P2P zum MC-RAN:**

Das Backhauling einer Funkzelle, die einen Hotspot versorgt, erfolgt über eine optische Gigabit-Ethernet-Verbindung zu einer nahegelegenen Makroantenne in derselben Region. In diesem Fall ist die Installation von zwei Glasfaseranschlüssen erforderlich: einer für die Verbindung von der Funkzelle zum nächstgelegenen Glasfaseranschlusspunkt (FCP – Fixed Connectivity Point) und der andere für den Anschluss der Makrozelle an den nächstgelegenen FCP. Die durchgängige Backhaul-Konnektivität wird über überzählige Verteilungsfasern im Außenbereich hergestellt. Im Gegensatz zu der FTTCell-Variante mit P2P gibt es in der Vermittlungsstelle keine Konvergenz.

- **P2MP MW:**

NLoS-Richtfunkverbindung (Non Line of Sight) im Frequenzbereich unter 6 GHz.

- **FTTCell mit P2P:**

LoS-Richtfunkverbindung (Line of Sight) im Frequenzbereich bis 60 GHz.