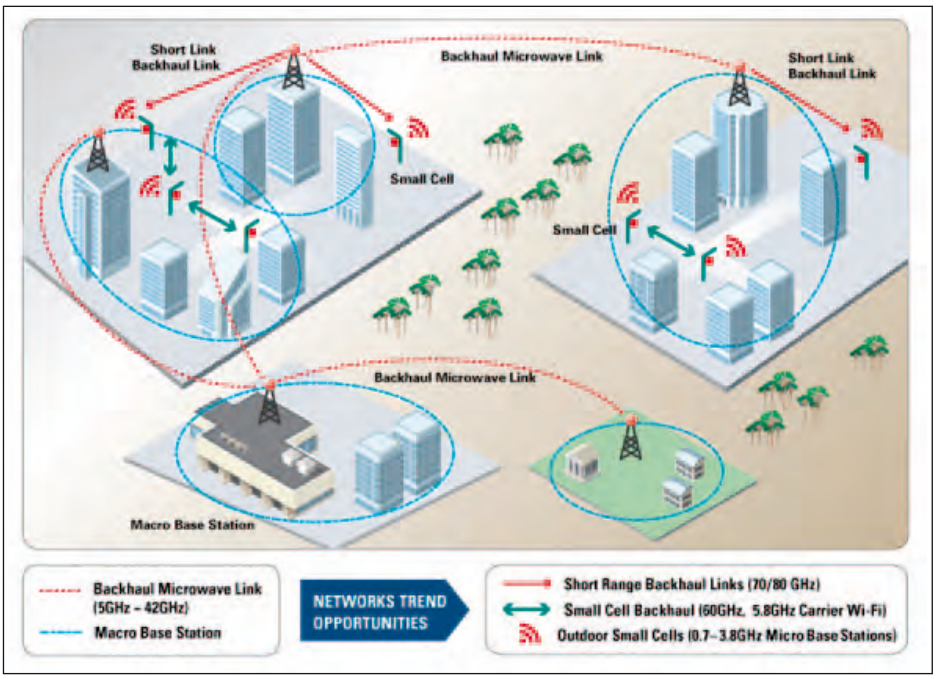
# Zur Entwicklung und Wirtschaftlichkeit des E-Bandes für drahtlose Backhaul-Netzwerke

**Das Frequenzspektrum des E-Bandes ermöglicht zahlreiche Effizienzsteigerungen hinsichtlich der Geschwindigkeit, der Kapazität und der Kosten für drahtlose Netzwerke in Ballungsgebieten.**



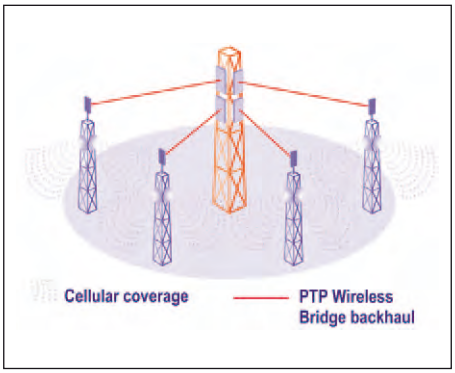

Die rapide Ausbreitung von Drahtlosgeräten sowie die wachsende Nachfrage nach bandbreitenintensiven Datenleistungen belasten zunehmend Punkt-zu-Punkt-Richtfunk- und Backhaul-Netzwerke sowie Mobilfunk-Basisstationen, insbesondere in dicht besiedelten Ballungsgebieten. Um diese Belastungen zu mindern, wenden sich Mobilfunkbetreiber immer mehr dem E-Band (71...76 und 81...86 GHz) als einem Mittel der Erweiterung von drahtlosen Netzwerkkapazitäten für ansonsten per Glasfaser übertragbare Datenraten zu.

## Attraktive Optionen

Derzeit erweisen sich die Frequenzbänder im Spektrum von 6 bis 38 GHz als attraktive Optionen für einen aggregierten Cellular Backhaul, aber das Spektrum in einer Reihe dieser Bänder ist zunehmend überlastet und verstopft. Mit der angebotenen, dem Kanal zugewiesenen maximalen Bandbreite von 56 MHz (aufgrund des beschränkten Spektrums) bei diesen niedrigen Frequenzen werden mehr Geräte erforderlich, um die Kapazität weiter zu steigern, was natürlich die Geräte- und Installationskosten erhöht und die Überlastungsprobleme weiter intensiviert.

Andererseits ist das E-Band bei Weitem nicht so überlastet wie andere Frequenzregionen, und mit den reichlichen 10 GHz des verfügbaren Spektrums konnten die Regulierungsbehörden relativ breitbandige Kanäle vergeben. Das bringt beträchtliche Kapazitätsvorteile pro Gerät mit sich und ermöglicht eine Steigerung der Datenraten von 1 Gbps heute auf bis zu 10 Gbps in der nahen Zukunft. Mit diesen Kapazitäten verringert die Drahtlosinfrastruktur im E-Band die Leistungslücke gegenüber traditionellen Faserkabeln zu einem Bruchteil der Investitionskosten, die für die Entwicklung eines Faserkabelnetzes benötigt werden.

Weiterhin sind die Lizenzkosten für das E-Band im Vergleich zum Niederfrequenz-Spektrum üblicherweise sehr gering, hauptsächlich, weil sich die Nachfrage nach dem E-Band im Moment noch relativ in Grenzen hält. Enge Sendestrahlen gewährleisten, dass das Risiko einer Interferenz innerhalb des E-Band-Spektrums minimal bleibt, was die Regulierungsbehörden in die Lage versetzt, ein „leichtes“ Funklizenzsystem zu realisieren, sodass Lizenzen im Rahmen dieses Modells schnell und mit geringen Kosten erworben werden können.




## Distanzen günstig überwinden

Ebenfalls auf optimale Weise für Backhaul-Zwecke/Kleinzellen-Netzwerke kann die E-Band-Drahtlosstruktur Verbindungen über Entfernungen zwischen etwa einer und drei Meilen unterstützen. Das ist eine beträchtlich höhere Übertragungsdistanz als die für vergleichbare Datenraten bei 60 GHz mögliche, wodurch sich das E-Band als ein wichtiges kostengünstiges Mittel zur Füllung der Lücke zwischen Faserbasisnetzen und dichtbevölkerten Gebieten auszeichnet, die nicht durch Kabelnetze erreichbar sind.

Die Entwicklung der E-Band-Infrastruktur ist natürlich eng mit den sie begleitenden wirtschaftlichen Gegebenheiten verbunden. Im Moment halten sich die Umsätze mit E-Band-Sende- und Empfangsgeräten sowie deren Einsatz noch in Grenzen, aber die sich auf das E-Band konzentrierenden Entwicklungsaktivitäten nehmen rapide zu, sodass eine Steigerung des Bestellvolumens um das Drei- bis Fünffache erwartet wird.

Diese Verschiebung zu höheren Volumina erlaubt eine Kostenreduzierung bei den Funkkomponenten und macht wiederum diese Volumina erst möglich. Wo bisher nur eine kleine Anzahl Händler diesen Markt bedient hat, expandiert der Wettbewerb nun schnell, was wiederum den Druck auf die Preisgestaltung für die Komponenten erhöht. Im Ergebnis dessen darf erwartet werden, dass sich die Preise für E-Band-Sende- und Empfangsgeräte denen für Sende- und Empfangsgerätes in den niedrigen Bändern (38...42 GHz) in den nächsten ein bis zwei Jahren annähern.

## Entwicklung beschleunigt sich

Inzwischen hat sich das Tempo der Innovation auf Anbieterseite beschleunigt, insbesondere im Portfolio für Leistungsverstärker. Beträchtliche Zuwächse bei der PA-Ausgangsleistung und der Linearität erbringen die ansonsten per Faserkabel erzielten Übertragungsgeschwindigkeiten, die das E-Band für drahtlose Backhaul-Netzwerke so attraktiv machen. Mit der kürzlichen Einführung der PA mit der höchsten Leistung in der Branche ($P_{sat}$ 25,5 dBm), wodurch das gesamte E-Band-Spektrum (71...76 und 81...86 GHz) mit einem einzigen Erzeugnis abdeckt wird, hat Macom zusätzliche Kosteneinsparungen eingeleitet. Das gestattet Entwicklern von Punkt-zu-Punkt-Sende- und Empfangsgeräten die Einsparungen hinsichtlich des Designs, des Platzes und der Kosten zu maximieren, indem die Notwendigkeit entfällt, zwei diskrete Verstärker für die volle Unterstützung des E-Bandes einbauen zu müssen.

Das führt zu Kosteneinsparungen und zu einer höheren Effizienz im Herstellungsprozess sowie zu einer Verringerung der Anzahl an Bauteilen. Und während heute E-Band-PAs als bloße MMIC-Bausteine angeboten werden, sind künftige Anstrengungen in der Produktion darauf gerichtet, diese Baugruppen als oberflächenmontierte Pakete zur Verfügung zu stellen. Die Standard-Oberflächenmontage-Technologie (SMT) wird es dem Kunden ermöglichen, durch den wirksamen Einsatz der besten kommerziellen Praktiken für die Hochvolumenproduktion die Markteinführungszeit zu beschleunigen und damit eine Vielzahl zusätzlicher Vorteile zu gewährleisten, einschließlich einer verbesserten Montageausbeute und weniger Handarbeit.

Es sind noch andere Makrodynamiken im Spiel, die die Entwicklung, die Wirtschaftlichkeit und den Einsatz der E-Band-Drahtlos-Infrastruktur in den kommenden Jahren weiter beeinflussen können. In den entwickelten Ländern sind die Niedrigfrequenzverbindungen, die die Netzwerke in den Ballungsgebieten stärken und stützen, zunehmend ausgelastet. Mobilnetzbetreiber in diesen Ländern, oft unbelastet von den Beschränkungen überkommener Netzwerkarchitekturen, mögen sich daher der E-Band-Infrastruktur für drahtlose Backhaul-Netzwerke zuwenden, die aggregierte Backhaul- und Kleinzellen-Backhaul-Leistungen in Gebieten erbringen, die für das Verlegen von Faserkabeln ungeeignet sind.

In Regionen der Welt, wo die Drahtlosinfrastruktur schon überall vorhanden ist, könnten E-Band-Verbindungen eines Tages bestehende Niedrigfrequenzverbindungen als Mittel zur Unterstützung höherer Datenraten über größere Entfernungen ersetzen, während gleichzeitig die Anzahl der Netzwerkknoten minimiert werden kann, die erforderlich sind, die Verfügbarkeit der Leistungen in Städten auf Carrier-Niveau zu gewährleisten. Diese Umstellung könnte Millionen bestehender Verbindungen betreffen.

In all diesen Szenarien kann die E-Band-Drahtlos-Infrastruktur eindeutige Vorteile bei der Stärkung und Verbesserung von Datenleistungen in Ballungsgebieten bieten sowie freie Kapazitätsspitzen sowohl heute als auch in der nahen Zukunft schaffen. Mit dem uns zur Verfügung stehenden E-Band-Spektrum sind wir jetzt in der frühen Übernahmephase einer Entwicklung in der drahtlosen Technologie, die sich über die nächsten zehn bis fünfzehn Jahre erstrecken und zu gewaltigen Umbrüchen in der Landschaft der drahtlosen Technologie und in dem diesbezüglichen Markt führen wird.

***Autor:***

***David Richardson***

***Spezialist für drahtlose Netzwerke, Carrier Netzworks bei Macom***

■ *Macom, www.macom.com*