



**Hewlett Packard
Enterprise**

Bundesministerium für Digitales und Verkehr
Invalidenstraße 44
10115 Berlin

**Antwort von Hewlett Packard Enterprise
(HPE) auf die Konsultation durch das
Bundesministerium für Digitales und Verkehr:
„5G für die Wirtschaft: Wie verhelfen wir
Schlüsseltechnologien wie 5G/6G in vertikalen
Industrien zum Durchbruch?“**

20. Januar 2025

Über Hewlett Packard Enterprise

Hewlett Packard Enterprise (HPE) bedankt sich für die Möglichkeit, auf die am 20. November 2024 veröffentlichte Konsultation: „5G für die Wirtschaft: Wie verhelfen wir Schlüsseltechnologien wie 5G/6G in vertikalen Industrien zum Durchbruch?“ des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr (BMDV) zu antworten.

HPE ist ein weltweit führendes Technologieunternehmen, das sich auf die Entwicklung intelligenter Systeme konzentriert, mit denen Anwender Daten nahtlos von Edge bis Cloud erfassen, analysieren und nutzen können. Unsere Edge-to-Cloud-Vision basiert auf der Hybrid-Cloud-Plattform GreenLake, die es Anwendern ermöglicht, Daten zwischen ihren öffentlichen und privaten Clouds, ihrer lokalen Infrastruktur und ihren Edge-Lösungen sicher auszutauschen und zu verwalten. HPE Aruba Networking ist ein Unternehmensbereich von HPE und ein führender Anbieter von Unternehmensnetzwerken und Mobilitätslösungen.

HPE ist in allen europäischen Ländern vertreten und betreibt acht Innovationszentren in der Region. Etwa ein Drittel der weltweit mehr als 60.000 Mitarbeiter von HPE sind in Europa beschäftigt.

Antwort von HPE auf die Konsultation des BMDV

Die Welt, in der wir leben und arbeiten, hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten stark verändert. Unsere Gesellschaft steht vor der Herausforderung der Digitalisierung, die im Wesentlichen den weiteren Breitbandausbau in der Fläche erfordert, aber auch und gerade für Anwendungsfälle im Bereich der Unternehmen und öffentlichen Auftraggeber eine Vernetzung auf Ebene der privaten und öffentlichen Liegenschaften, d.h. der Grundstücke und Gebäude, erfordert.

Die in der Konsultation getroffene Festlegung, das Thema Frequenzvergabe nicht zu adressieren, lässt aus unserer Sicht einen wesentlichen Aspekt der lokalen privaten Netzwerke außer Acht. So würde eine Freigabe des oberen 6-GHz-Bandes für Mobilfunk statt für Wi-Fi 6E, Wi-Fi 7 und folgende WLAN-Standards Anwendungsfälle im Innenbereich von Gebäuden nicht oder bestenfalls unzureichend abdecken. WLAN bietet sich in diesen Fällen also weiterhin an, ebenso wie privates 5G in Form von Small-Cell-Installationen. Für Small-Cells kann in Deutschland bereits heute das Frequenzband von 3,7-3,8 GHz genutzt werden; zusätzlich wird das 3,8-4,2 GHz-Band in Kürze europaweit freigegeben werden. Die Nutzung des oberen 6 GHz-Bandes durch den Mobilfunk zielt hingegen darauf ab, mit einer oder wenigen Basisstationen von außen in das Gebäude zu strahlen. Darauf werden wir im weiteren Verlauf unserer Antwort noch ausführlicher eingehen.

Die öffentliche Wahrnehmung der Leistungsfähigkeit und des Funktionsumfangs von 5G ist aus unserer Sicht verkürzt. Dabei wird unzureichend über die Unterschiede zwischen öffentlichen und privaten Netzen differenziert. In privaten Netzwerken kommen, abhängig von den Anforderungen unserer Kunden, sowohl 5G als auch WLAN-Technologien zum Einsatz. Daher sind wir der Auffassung, dass der Einsatz von WLAN-Technologien ausdrücklich in die Betrachtung privater Netzwerke einzubeziehen ist.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass in Gebäuden Mobilfunk gegenüber WLAN nur einen sehr geringen Anteil am übertragenen Datenvolumen hat. In Deutschland sowie den meisten anderen

Ländern werden circa 90% des Datenaufkommens über Festnetz und WLAN abgewickelt, weniger als 10% entfallen auf Mobilfunknetze. Selbst unter Berücksichtigung der starken Zuwachsraten beim Mobilfunkdatenaufkommen wird sich dieses Verhältnis zwischen WLAN und 5G kaum verändern. Das führt dazu, dass ausgehend von dieser geringen Durchdringung ein übermäßiges prozentuales Wachstum für den Mobilfunk prognostiziert wird. Es ist davon auszugehen, dass die Nutzung drahtloser Kommunikationssysteme weiter zunehmen wird; welche Technologien zum Einsatz kommen, bestimmen letztlich die Anwendungsfälle und die Anforderungsprofile der Nutzer.

Ein herausragendes Beispiel hierfür ist der Digitalpakt Schule des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) und seine Fortführung mit dem Digitalpakt 2.0 sowie die explizite Förderung der Breitbandanbindung von Schulen und die damit verbundene finanzielle Beteiligung der Länder. Dies hat dazu geführt, dass nahezu alle Schulen einen Breitbandanschluss erhalten haben bzw. erhalten werden und eine Versorgung mit Funknetzen (hier WLAN) innerhalb der Schulgebäude erfolgt ist bzw. erfolgen wird. Diese Wirkung von Förderpaketen bzw. abgestimmten Maßnahmen ist auf jede andere Liegenschaft replizierbar, unabhängig davon, mit welcher Technologie der Ausbau "hinter" dem Gigabitanschluss erfolgt. HPE hat in Deutschland sehr viele Schulen, insbesondere im bevölkerungsreichsten Bundesland NRW, mit WLAN ausgestattet. Ausschlaggebend für die Wahl von WLAN waren dabei nicht die Unternehmensinteressen von HPE – schließlich verfügt unser Unternehmen neben WLAN über ein umfassendes Portfolio im Bereich der 5G-Technologien –, sondern die bestmögliche Lösung für diesen spezifischen Anwendungsfall einzusetzen.

Um die angedachten Anwendungsfälle differenzieren zu können, müssen wir zuerst die Einsatzszenarien technologieneutral darstellen. Um eine Liegenschaft mit Funkabdeckung zu versorgen, gibt es technisch gesehen zwei grundlegend unterschiedliche Ansätze. Bei dem Ersten kann mittels einer mit hoher Leistung sendenden Mobilfunkstation eine große Außenfläche und, unter Berücksichtigung der Dämpfung durch Gebäudestrukturen, auch das Innere von Gebäuden abgedeckt werden. Dazu ist aus Sicherheitsgründen ein hinreichend großer Abstand zur Sendeantenne vorzusehen. Unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten sollte die Innenraumabdeckung insbesondere bei höheren Frequenzen, beispielsweise 6 GHz, nicht durch Mobilfunkstationen großer Leistung im Außenbereich erfolgen. Grund hierfür sind die hohen Dämpfungsverluste bei diesen Frequenzen, die sich in Zukunft aufgrund steigender energetischer Anforderungen an Gebäude noch zusätzlich erhöhen werden. Darüber hinaus belegen Feldversuche¹ der Mobilfunknetzbetreiber, dass pro Mobilfunkzelle lediglich ein Nutzer versorgt werden könnte, wenn im Innenbereich annähernd vergleichbare Datenraten wie durch Glasfaser und WLAN erreicht werden sollen.

Die Problematik der Gebäudedurchdringung wird bereits dadurch deutlich, dass die meisten Netzbetreiber mit Wi-Fi-Calling einen nahtlosen Übergang von einem außerhalb des Gebäudes über das öffentliche Mobilfunknetz begonnenen Telefonat zu einem innerhalb des Gebäudes über ein dem Endgerät bekanntes WLAN unterstützen. Es sei angemerkt, dass Wi-Fi-Calling

¹ ECC PT1(23)104_Deutsche Telekom - WI PT1_50 - Outdoor to indoor 6GHz coverage – trial results: https://api.cept.org/documents/ecc-pt1/77054/ecc-pt1-23-104_deutsche-telekom-wi-pt1_50-outdoor-to-indoor-6ghz-coverage-%E2%80%93-trial-results; ECC PT1(24)005_Telefonica - 6 GHz Stuttgart coverage test results: https://api.cept.org/documents/ecc-pt1/81128/ecc-pt1-24-005r1_telefonica-6-ghz-stuttgart-coverage-test-results.

ausschließlich implementiert wird, um die Abdeckungsprobleme in Gebäuden auszugleichen. Einen Mechanismus zur automatischen Übergabe von Mobilfunk zu WLAN, wie er etwa durch die Passpoint-Technologie ermöglicht wird, setzen die Mobilfunkprovider entgegen den Anforderungen und Interessen der Anwender nicht ein. Hier besteht aus unserer Sicht politischer Handlungsbedarf, z.B. in Form einer Gesetzesinitiative, die eine solche Übergabe vorschreibt.

Der zweite Ansatz ist, mit deutlich geringerer Leistung sendende kleinere Funkzellen in die Fläche zu bringen, was in Gebäuden die vorherrschende Installationsart ist. Der Einsatz von Sendern (Access Points oder Basisstationen) mittlerer Leistung ist vor allem bei größeren Deckenhöhen möglich, was einen Mischfall der beschriebenen Abdeckung von Freiflächen und Gebäuden darstellt.

Daraus ergeben sich folgende Technologieoptionen für die verschiedenen Szenarien, zunächst unabhängig von ihren spezifischen Eigenschaften.

Typische Mobilfunkstationen senden mit 50 Watt und mehr für Reichweiten von bis zu 30 km. Diese Technologie eignet sich zur Abdeckung großer Freiflächen.

Im Umfeld der privaten 5G Mobilfunknetze mit sogenannten Small Cells senden die Basisstationen im Frequenzband 3,7-3,8 GHz mit bis zu 200 mW, vergleichbar der für WLAN erlaubten Sendeleistung.

WLAN ist im 2,4 GHz-Band auf 100 mW äquivalente isotrope Strahlungsleistung EIRP (d.h. bezogen auf einen Kugelstrahler) im Innenbereich und im 5 GHz-Band auf 200 mW EIRP limitiert. Die daraus resultierende höhere Strahlungsdichte bei Antennen mit Richtcharakter ist dadurch eingeschlossen und erfordert keine besonderen Sicherheitsmaßnahmen. Da durch diesen sogenannten Antennengewinn die Empfindlichkeit in Empfangsrichtung ebenfalls erhöht wird funktioniert das immer mit Endgeräten, auch wenn diese keine Richtcharakteristik besitzen. Damit erschließen sich Anwendungsfälle auch für höhere Reichweiten.

Daraus ergeben sich zunächst folgende Grundszenarien:

Außenflächen können mit hoher Leistung (je nach Größe ab wenigen Watt) zentral zunächst überwiegend nur mit Mobilfunk ausgeleuchtet werden. Das hat den Vorteil, mit nur einem oder sehr wenigen Antennenstandorten eine hinreichend große Außenfläche ausleuchten zu können. Das wiederum hat eine geringe erreichbare Bandbreite pro Quadratmeter zur Folge, was im Umkehrschluss bedeutet, dass die für ein einzelnes Endgerät zur Verfügung stehende Bandbreite nur dann hoch ist, wenn die Nutzerdichte entsprechend gering ist.

Das ist insbesondere bei industriellen Freiflächen im Fertigungs- oder Logistikbereich bzw. auf Campusgeländen der Fall. Was hier eher betrachtet werden muss ist, ob die Versorgung mit einer privaten Infrastruktur und lokaler Datenverarbeitung erfolgt oder über die öffentlichen Mobilfunknetze, oft mittels „Slicing“, um private Netze zu realisieren bei gleichzeitig dezentralem Datenverkehr in die Providerinfrastruktur, was den Verlust der Datenhoheit bedeutet. In den meisten Fällen ist eine lokale private Infrastruktur vorzuziehen. Ein kritischer Punkt hierbei ist jedoch der potenzielle Einsatz von Netzwerkkomponenten nicht vertrauenswürdiger Hersteller, der in öffentlichen Netzen bereits unterbunden wurde, in privaten Netzwerken jedoch noch nicht. Hier ist die Politik gefordert, zeitnah entsprechende Regelungen zu erlassen, um die Sicherheit kritischer Daten auch in privaten Netzwerken zu gewährleisten.

Bei hoher Nutzer- bzw. Gerätedichte in Außenbereichen ist eine Ausleuchtung mit kleinen Zellen erforderlich, die potenziell mittels WLAN erfolgen kann. Mobilfunk kann dann als „Backbone“ genutzt werden, um WLAN-Accesspoints über 5G anzubinden. Alternativ bietet sich der Einsatz privater 5G-Netze mit Small Cells an im Frequenzband von 3,7-3,8 GHz bzw. in Zukunft auch im Band 3,8-4,2 GHz.

In Gebäuden und Fertigungshallen ist die Gerätedichte meist so hoch, dass eine Versorgung mittels kleiner Funkzellen erfolgen muss, einerseits wegen der bei hoher Sendeleistung erforderlichen, aber oft nicht zu realisierenden Mindestabstände und andererseits aufgrund der hohen benötigten Bandbreiten pro Nutzer bzw. Gerät. Die Ausleuchtung des Gebäudeinneren durch im Außenbereich bereits vorhandene oder noch zu errichtende Mobilfunkantennen wird in der Praxis immer ein seltener Sonderfall bleiben, da dies nur bei sehr geringer Nutzerdichte mit geringem Bandbreitenbedarf und ausreichender Durchdringung sinnvoll sein mag. Rein ausleuchtungstechnisch lassen sich Strukturen wie Lagerhallen mit privaten 5G-Netzen im Wattbereich erreichen. Genauso lassen sich gerichtete Antennen für eine WLAN-Ausleuchtung einsetzen, wenn es sich um gangartige Strukturen in Hallen (Hochregallager) oder unmittelbare Gebäudeumgebungen handelt.

Es stellt sich die Frage, wann 5G und wann WLAN eingesetzt werden soll, wenn sich sowohl mit der einen als auch mit der anderen Technologie die Funkausleuchtung realisieren lässt. Dabei hilft zunächst die folgende Ausschlussüberlegung: Lassen sich aufgrund der Höhe bzw. verwinkelter Strukturen größere Flächen nicht vollständig und lückenlos mit WLAN ausleuchten, dann spricht der Anwendungsfall für 5G.

Lässt sich diese Frage nicht eindeutig beantworten, so kommen weitere Kriterien ins Spiel. Das sind in erster Linie Latenz, Roamingverhalten, benötigte Bandbreite und Ausfallsicherheit.

Die in WLAN- und privaten 5G-Netzen (bei 3,8 GHz) erzielbaren Latenzzeiten sind vergleichbar. Die Übertragungsgüte ist jedoch in privaten 5G-Netzen potenziell besser, da im Gegensatz zu WLAN das 5G-Frequenzband lizenziert ist und nicht durch andere Anwendungen gestört werden kann. Das kann bei Maschinensteuerungen oder „Augmented Reality (AR)“-Anwendungen, etwa zu Wartungs- oder Bedienungszwecken, gefordert sein. Mit der Einführung von Wi-Fi 6/Wi-Fi 7 und der Nutzung des 6 GHz-Bandes konnte die Übertragungsgüte von WLAN jedoch stark verbessert werden, so dass AR-Anwendungen zunehmend mittels WLAN realisiert werden.

Während bei WLAN das Roamingverhalten dem Endgerät überlassen ist, wird es bei 5G zentral gesteuert, was im Wesentlichen zu einem besseren Roamingverhalten in Mobilfunknetzen führt. Erfordert der Anwendungsfall ein gutes Roamingverhalten, etwa bei automatischen Transportvehikeln in Fertigung und Logistik, wäre das Kriterium zu prüfen.

Hinsichtlich der erreichbaren Bandbreite ist zu berücksichtigen, dass diese bei privaten 5G-Netzen asymmetrisch ist, typischerweise 500 Mbit/s im Uplink und 100 Mbit/s im Downlink, und damit geringer als die in WLAN-Netzen erreichbare symmetrische Bandbreite im Gigabitbereich. Das Verhältnis von Downlink zu Uplink in 5G kann zwar verbessert werden, bedingt aber den Wegfall von Kanälen an den Grenzen des Spektrums, was zu Lasten der verfügbaren Bandbreite geht.

Geschäftskritische Netze profitieren von den Auslegungsmöglichkeiten privater 5G-Netze. Sie sind höher verfügbar und redundanter bzw. ausfallsicherer auslegbar als WLAN-Netze. Ist dies eine

Anforderung, wie z.B. im Gesundheitswesen oder in Energieerzeugungsanlagen (Windparks), wäre das zu betrachten.

Abschließend muss festgehalten werden, dass lokale private 5G-Netzwerke für die Digitalisierung von Unternehmensstandorten vielfältige Vorteile gegenüber öffentlichen 5G-Netzen haben, die mit ihren zahlreichen Einschränkungen hinsichtlich Verfügbarkeit, Datenhoheit, Latenzzeiten, Symmetrie usw. Anwenderanforderungen nur sehr bedingt erfüllen können. In vielen Fällen lassen sich diese Anforderungen auch durch WLAN erfüllen, das sowohl beim Aufbau als auch im Betrieb der Netzwerkinfrastruktur deutliche Kostenvorteile gegenüber 5G bietet, sowohl jetzt als auch in Zukunft. Darüber hinaus verfügen neue WLAN-Technologien wie Wi-Fi 7 über ein deutlich verbessertes Kanalzugriffs- und Interferenzmanagement, was den Aufbau zeitkritischer WLAN-Netzwerke ermöglicht.

Privates 5G wird anders betrieben als IT-Netze und erfordert hier neues Personal und neue Betriebsmodelle. Generell erfordert der Einsatz von 5G SIM-Karten, physikalische oder auch eSIM. Diese werden anders verwaltet als das etwa mit der Nutzerverwaltung oder Zertifikaten in IT-Netzen der Fall ist. Ebenso erfolgt die Provisionierung eines 5G Core anders als die eines LAN/WLAN Netzes. HPE Aruba Networking stellt sich dieser Herausforderung, 5G zukünftig an die Administrierbarkeit von IT-Umgebungen anzugleichen, um private 5G-Netze so aufbauen und betreiben zu können, wie es die vorhandenen Fachkräfte für LAN/WLAN- und SDWAN-Technologien bereits gewohnt sind.

Es gibt also nicht den typischen 5G-Anwendungsfall, aber mit dieser hier skizzierten Herangehensweise lassen sich fallweise Umsetzungen und weitere Entwicklungen vorantreiben.

Aufgrund der fortschreitenden Digitalisierung ist das größte Wachstumspotenzial für 5G-Technologien bei privaten Netzwerken zu erwarten. Des Weiteren sind wir davon überzeugt, dass die Bedürfnisse vertikaler Märkte am besten durch „hybride“ lokale private Netzwerke erfüllt werden können, die WLAN- und 5G-Technologien integrieren und eine nahtlose Konnektivität zwischen stationären und mobilen Anwendungen, sowohl im Innen- als auch im Außenbereich bieten. Das 3,8-4,2-GHz-Band, das von der Europäischen Kommission als bevorzugtes Frequenzband für lokale Netze mit geringer und mittlerer Sendeleistung identifiziert wurde, stellt 400 MHz an in hohem Maße wiederverwendbarem Spektrum für Private 5G-Netzwerke bereit, die das 5945-7125-MHz-Band ideal ergänzen würden, wenn dieses vollständig für die lizenzfreie Nutzung durch WLAN freigegeben würde.

Vor diesem Hintergrund würden wir uns sehr über die Möglichkeit zu einem Gespräch und einem vertieften Austausch mit Ihnen zu diesem Thema freuen.