

The Wi-Fi 6 logo is displayed in a stylized, white, blocky font with a blue glow effect. The background of the top section is dark blue with horizontal light streaks.

# Wi-Fi 6

## Das Ende der Langsamkeit

Hochmoderne Konnektivität für hochmoderne Unternehmen

Whitepaper zu Wi-Fi 6

The D-Link logo is located in the bottom right corner. It consists of the text 'D-Link' in a white, bold, sans-serif font, with a registered trademark symbol (®) to the upper right of the 'k'. The background behind the logo is a blue grid pattern.

**D-Link**<sup>®</sup>

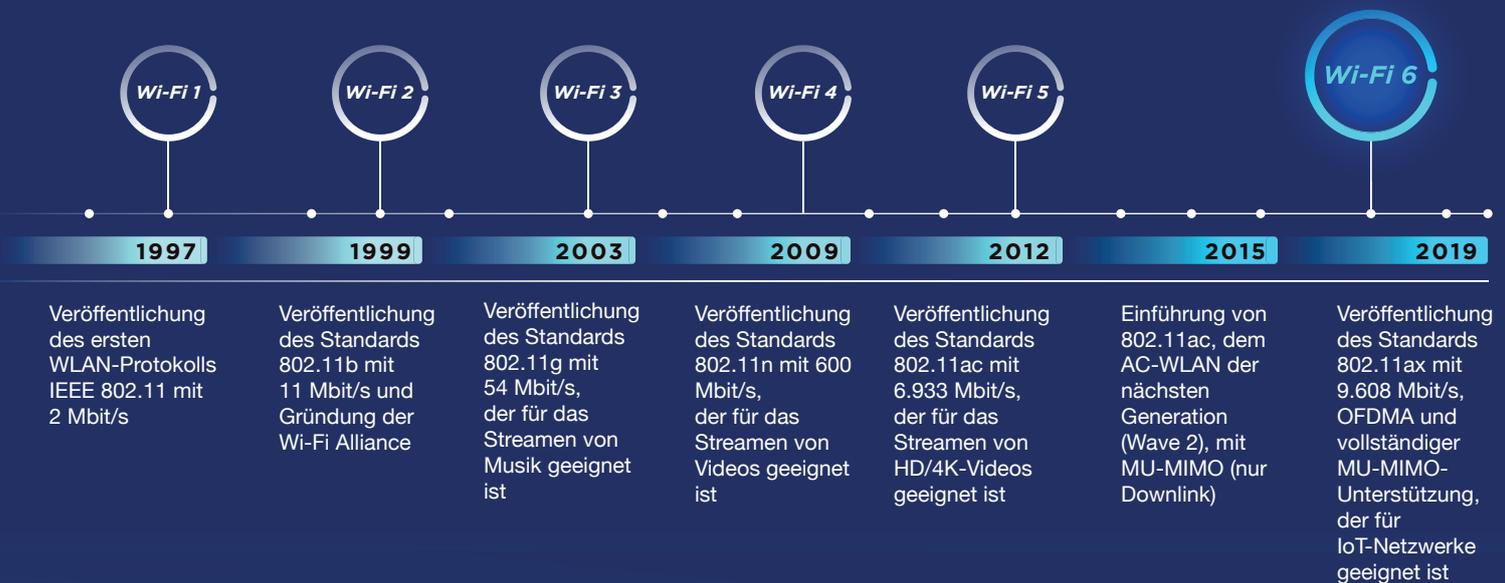
# Inhalt

Einführung	01
OFDMA	03
MU-MIMO	04
1024 QAM	05
TWT	06
BSS Coloring	08
Business-Anwendungen	09
Lösungen von D-Link	11
Fazit	13

# Einführung

Wi-Fi 6, das auch unter der Bezeichnung „802.11ax-Protokoll“ bekannt ist, verspricht blitzschnelle drahtlose Konnektivität für optimale Benutzererlebnisse. Aber abgesehen von den offensichtlichen Vorteilen für Verbraucher wird Wi-Fi 6 auch für IoT-Umgebungen in vielen vertikalen Industriebereichen von großem Nutzen sein. In diesem Whitepaper werfen wir einen Blick auf die fünf zentralen Leistungsmerkmale, die dazu beitragen, dass Wi-Fi 6 in Umgebungen mit vielen Endgeräten hohe Datenraten und niedrige Latenzzeiten erzielt.

Das erste IEEE 802.11-Protokoll wurde 1997 implementiert und hat seitdem mit jeder neuen Version beträchtliche Sprünge beim Datendurchsatz gemacht, wodurch sich die Benutzerfreundlichkeit bedeutend verbessert hat. Die neueste Version, Wi-Fi 6 (802.11ax), bringt eine ganze Reihe neuer Funktionen mit sich, die neue Drahtlosmöglichkeiten in verschiedenen IoT-Anwendungsumgebungen eröffnen. Eine bessere Vorstellung davon, wie sehr sich Wi-Fi in technologischer Hinsicht weiterentwickelt hat, zeigt die folgende Zeitleiste mit den wichtigsten Meilensteinen in der Entwicklung der drahtlosen Kommunikation.



## Wi-Fi 5 – Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)

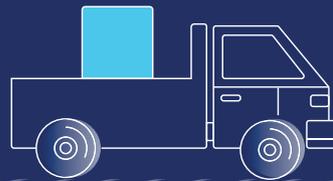
Bei der vorherigen WLAN-Generation (auch bekannt als das „802.11ac-Protokoll“) werden WLAN-Datenpakete auf bestimmte Zeitfenster aufgeteilt und mittels OFDM zur Datenübertragung an verschiedene Netzwerkgeräte übertragen.

Ein OFDM-Datenpaket enthält Daten für verschiedene Geräte, übermittelt aber unabhängig von Datentyp und -größe pro Zeitfenster nur an ein bestimmtes Gerät Daten. Das kann negative Auswirkungen auf andere drahtlose Geräte haben, die im Netzwerk kommunizieren.

Benutzer 0



Benutzer 1



Benutzer 2



# OFDM

Wi-Fi 5

# Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA)

## Was für Wi-Fi 6 spricht

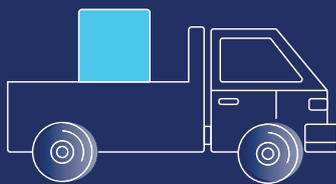
Die bisherige Wi-Fi 5-Technologie mit OFDM war für Szenarien mit hoher Gerätedichte ungeeignet. Wi-Fi 6 verwendet OFDMA, eine Erweiterung der OFDM-Architektur, um die Datenrateneffizienz zu verbessern und die Latenzzeit in dicht bevölkerten Drahtlosnetzwerken wie IoT-Umgebungen für industrielle Smart-Anwendungen zu verringern. OFDMA kann den Datendurchsatz beträchtlich erhöhen und die Latenz drahtloser Verbindungen reduzieren,

da eine hocheffiziente Spektralnutzung beim Drahtlosignal erzielt wird. Mit OFDMA können Daten für verschiedene Benutzer im gleichen Paket platziert werden, sodass der verfügbare Platz effektiv genutzt und die Latenz für die Benutzer im Netzwerk reduziert wird. Darüber hinaus kann Wi-Fi 6 mit OFDMA gleichzeitig mehr Daten an mehr Benutzer übertragen als je zuvor.

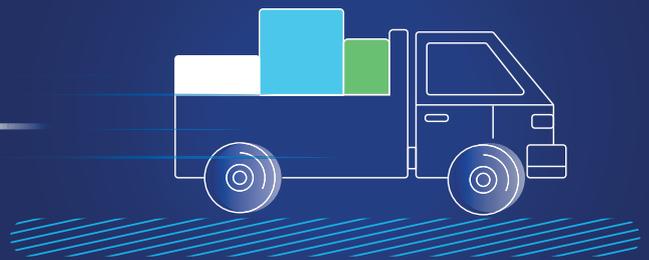
Benutzer 0



Benutzer 1



Benutzer 2



# OFDMA

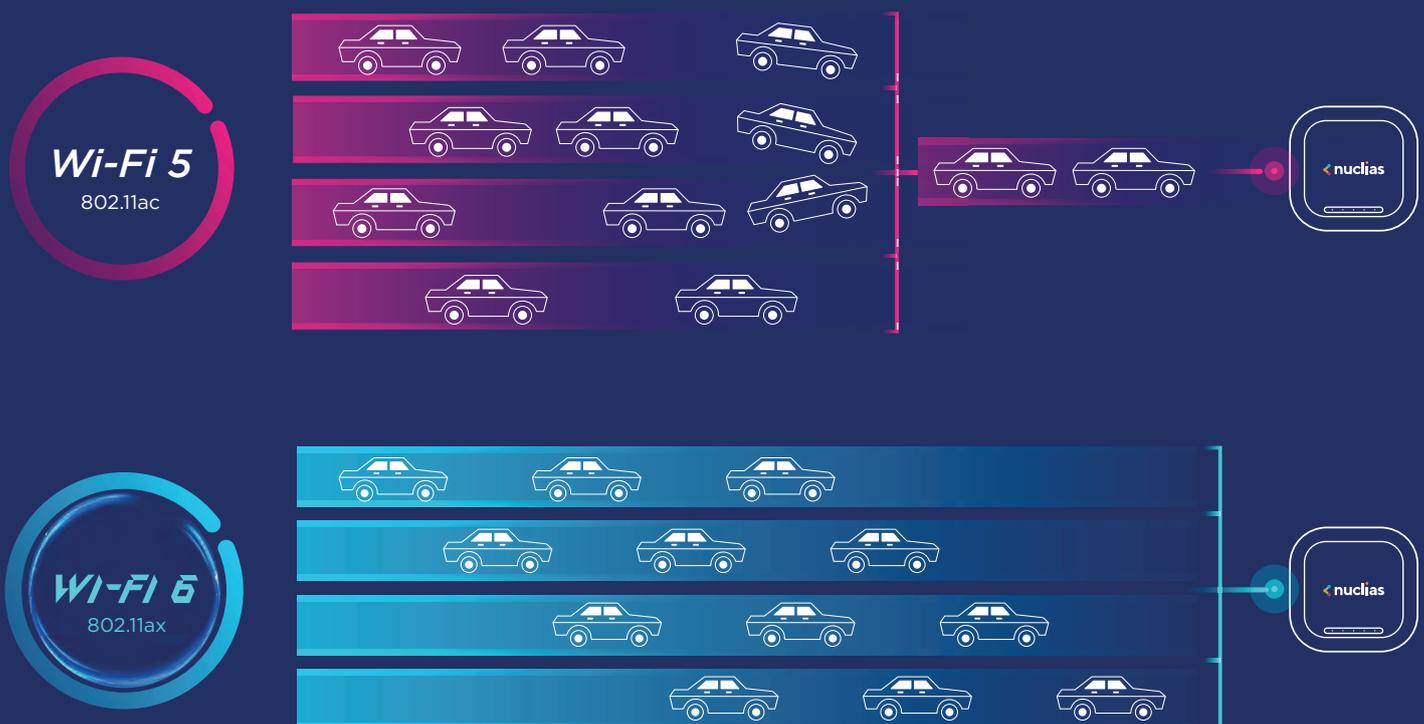
Wi-Fi 6

# Multi-User Multiple Input Multiple Output (MU-MIMO)

Neben OFDMA bietet Wi-Fi 6 eine weitere sehr bedeutende technologische Verbesserung: Das sogenannte „MU-MIMO“-Verfahren sorgt dafür, dass sich die Netzwerklatenz weiter verringert und die Bandbreite des drahtlosen Netzwerks erheblich erhöht. Frühere Versionen von Wi-Fi 5 nutzten SU-MIMO\* (Single User Multiple Input

Output), das die Kommunikation mit mehreren Geräten nur in fortlaufender Reihenfolge oder einzeln nacheinander erlaubt. Wi-Fi 6 mit MU-MIMO nutzt mehrere räumliche Datenströme, sogenannte „Spatial Streams“, für die gleichzeitige Kommunikation mit mehreren Geräten (oder Gruppen von Geräten).

\*Spätere Versionen von Wi-Fi 5 (802.11ac Wave 2) übernahmen MU-MIMO (nur Downlink).



Obwohl beide ein ähnliches Konzept aufweisen, ist MU-MIMO nicht mit OFDMA zu verwechseln. OFDMA ermöglicht Mehrfachzugang durch die Aufteilung eines Datenpakets, während MU-MIMO unter Verwendung verschiedener Drahtlossignale

(räumliche Datenströme im 2,4-GHz- und 5-GHz-Band) über mehrere Antennen gleichzeitig an mehrere Geräte (oder Gruppen von Geräten) sendet.

# 1024 Quadraturamplitudenmodulation (1024 QAM)

Um die Übertragung riesiger Datenmengen in Drahtlosnetzwerken weiter zu erleichtern, verwendet Wi-Fi 6 die 1024 Quadraturamplitudenmodulation (1024 QAM) – eine Verbesserung gegenüber dem früheren Wi-Fi 5-Modulationsschema 256 QAM –, um weitere 2 Datenbits pro übertragenem Symbol (insgesamt 10 Bit) hinzuzufügen. Auf diese

Weise kann Wi-Fi 6 eine hohe Servicequalität (Quality of Service, QoS) für Standorte mit hoher Client-Dichte sicherstellen, wie etwa in Sportarenen, an Bahnhöfen und in Kongresszentren. Das heißt, der Datendurchsatz kann um satte 25 Prozent gesteigert werden.



Sportarenen



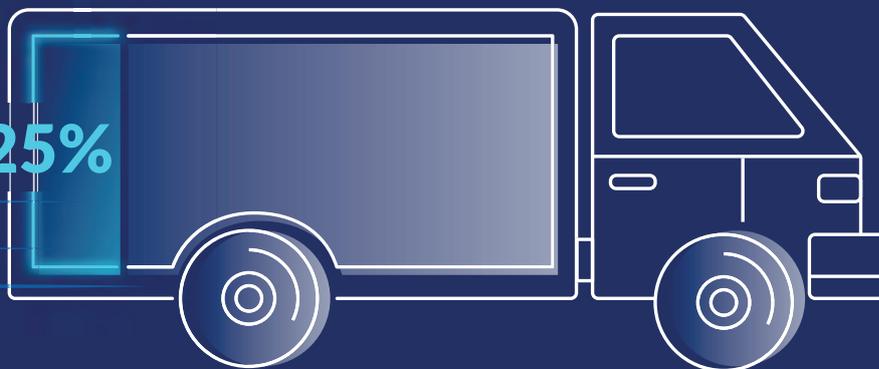
Bahnhöfe



Kongresszentren



+25%



## 1024 QAM

Bis zu 25 % höhere Kapazität

# Target Wake Time (TWT)

Anstelle des konfliktbasierten Netzwerkzugriffs, bei dem jedes Gerät auf die Erlaubnis für die Übertragung von Daten an den Access Point warten muss, nutzt Wi-Fi 6 TWT: Es wird eine zeitplanbasierte Kommunikationsumgebung zwischen Access Point und Geräten eingerichtet, wodurch Netzwerküberlastungen entgegengewirkt und der Stromverbrauch reduziert werden.

In IoT-Umgebungen wie der Fabrikautomation stellt die Akkuschonung einen enormen Vorteil dar, denn dort herrscht oft eine hohe Verbindungsdicht, z.B.

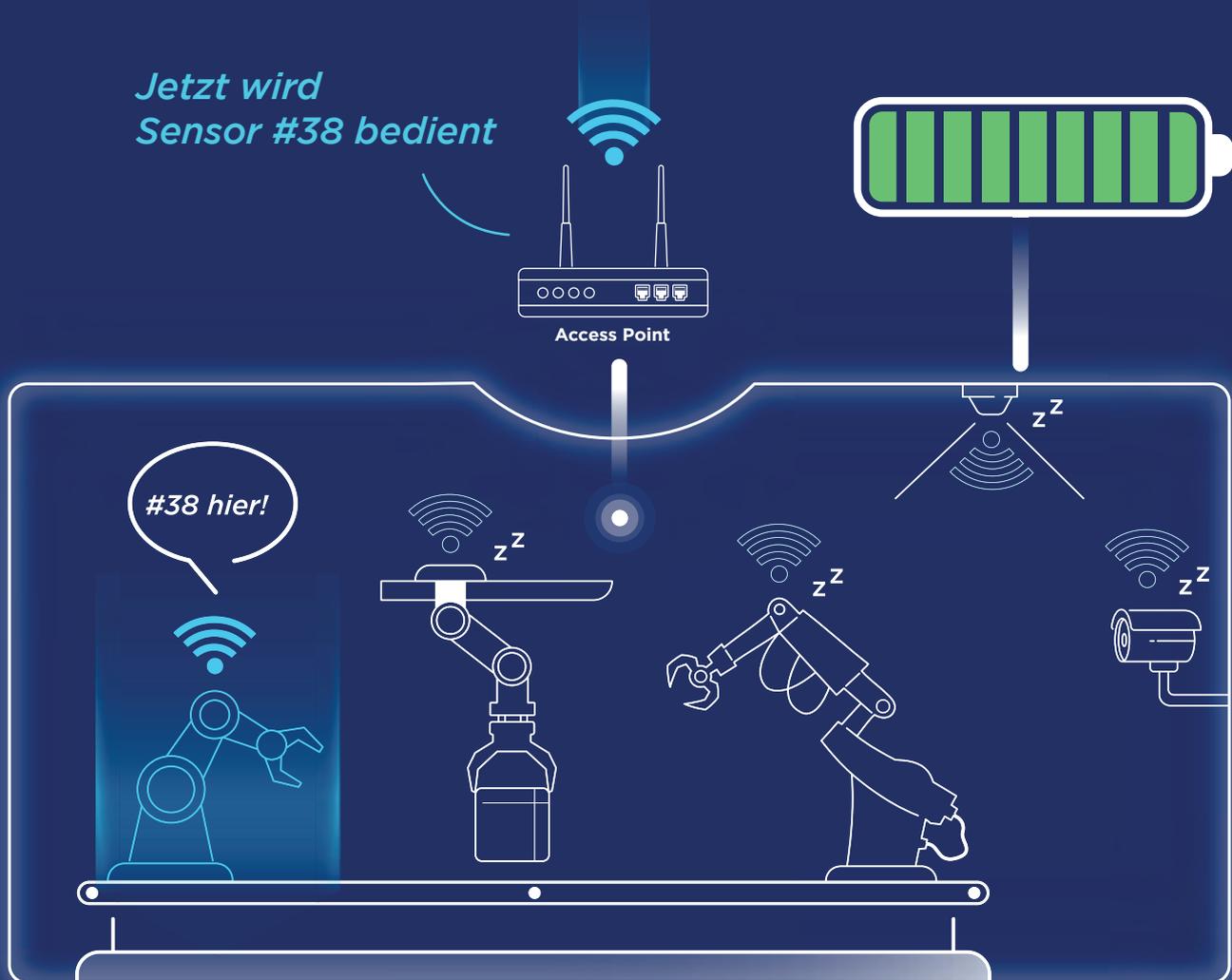
durch drahtlose Sensornetzwerke (Wireless Sensor Networks, WSN).

Stellen Sie sich vor, Hunderte von Sensorgeräten in einer Fabrik würden um die Datenübertragung konkurrieren, indem sie wiederholt Anfragen an den Access Point senden – es käme zu unzähligen Kollisionen auf dem Funkkanal und die Akku-Lebensdauer würde schnell sinken.



**Konfliktbasierter** Zugriff

Zur Vermeidung einer Netzwerküberlastung und zur Optimierung der spektralen Effizienz ermöglicht TWT dem Access Point die Planung von Kommunikations-Zeitfenstern für jedes Gerät im Netzwerk. Das heißt, alle Geräte bis auf das eine Gerät, das während des geplanten Zeitraums bedient wird, werden in den Schlafmodus versetzt, wodurch Leistungsengpässen im Netzwerk entgegengewirkt und die Akkus der Geräte geschont werden.



**TWT**  
Zeitbasierter Zugriff

## BSS (Basic Service Set) Coloring

Um drahtlose Interferenzen zu minimieren, ermöglicht das Wi-Fi 6-Protokoll den Access Points, Datenpakete mit „Farben“ zu kennzeichnen, wenn eine Überlappung mit einem anderen BSS erkannt wird. Dadurch sind die Geräte in der Lage, Signale aus einem anderen drahtlosen Netzwerk zu identifizieren und zu ignorieren.

Der Access Point kann seine Farbe auch ändern, wenn ein benachbarter BSS Access Point die gleiche Farbe verwendet (wird als „Farbkollision“ bezeichnet). Der Access Point bettet ein blaues Farbelement in das Datenpaket ein, sodass das Gerät alle Signale aus dem überlappenden Netzwerk ignorieren kann, wobei Interferenzen effektiv eliminiert werden.



# Wi-Fi 6 für Business- Anwendungen

Die Verwaltung drahtloser Netzwerke an Orten mit hoher Client-Dichte, wie etwa in Firmenbüros, Schulen, Hotels und Einkaufszentren, kann selbst erfahrene IT-Manager und MSPs (Managed Service Provider) vor eine große Herausforderung stellen. In diesem Abschnitt gehen wir kurz auf die Schwierigkeiten beim Netzwerkmanagement ein, die in diesen wesentlichen Geschäftsbereichen häufig auftreten.

1

## Größere Unternehmen



In belebten Firmenbüros, in denen agile Arbeitsumgebungen geschaffen werden, kann der Zugriff auf bandbreitenstarke Dienste wie Video-Streaming in High-Definition-Qualität und cloudbasierte Anwendungen jederzeit und überall erfolgen. Wi-Fi 6 kann zwar viele Traffic-bedingte Netzwerkengpässe verringern, eine agile Arbeitsumgebung wird aber immer noch ein agiles Netzwerkmanagement benötigen, damit Netzüberlastungen effektiv entgegengewirkt werden kann. Die meisten Firmennetzwerke werden auch umfangreiche Netzwerksicherheitsvorkehrungen erfordern, damit sensible Unternehmensdaten vor unbefugtem Zugriff geschützt werden können.

2

## Bildungswesen



WLAN-Konnektivität ist ein Muss in Unterrichtsräumen. Ebenso bedarf es unterschiedlicher Zugriffsberechtigungen für verschiedene Nutzergruppen, Standorte und Lernmaterialien. Netzwerkadministratoren sollten neben der Möglichkeit, den Zugriff auf nicht autorisierte Websites zu sperren, auch die Möglichkeit haben, alle Aspekte des Netzwerks zu kontrollieren, wie etwa durch Aktivierung spezifischer Netzwerksegmente für gezielte Klassenstunden und Deaktivierung des Netzwerkzugriffs für leere Klassenräume, um Netzwerkbandbreite zu schonen und unautorisierten Zugriff zu verhindern.

Wi-Fi 6 wird neben Smartphones, Laptops und Tablets noch weitere Geräte im Klassenzimmer vernetzen, wie etwa Kindle-Reader, Echo, Scannerstifte und auch bandbreiten-intensive interaktive Lernmedien wie AR-/VR-Headsets.

Was den Campusbetrieb angeht, kann Wi-Fi 6 IoT-Sensoren vernetzen, um intelligente Systeme wie HLK-, Sicherheitsbeleuchtungs-, Überwachungs- und Notfallhilfanlagen vollständig zu automatisieren und so die Energieeffizienz und die Sicherheit von Lernenden wie Lehrenden zu verbessern.

### 3 Gastgewerbe



Bei der Ankunft in einem Hotel ist eines der ersten Dinge, nach denen ein Gast wahrscheinlich fragen wird, das WLAN-Passwort. Bei so vielen Gastgeräten, die auf der Suche nach den besten lokalen Attraktionen unermüdlich auf das drahtlose Netzwerk zugreifen, ist die Verwaltung der Benutzerkonten ebenso wichtig wie die Bandbreitenzuweisung, damit durch nahtlose Übergaben eine stabile Verbindung sichergestellt werden kann, wenn die Gäste ihr Zimmer verlassen und die Bar im Erdgeschoss oder auch den Außenpool aufsuchen. Was vorübergehend eingeschränkten Netzwerkzugang anbelangt, können die Mitarbeiter an der Rezeption Gutscheine für Nicht-Hotelgäste ausdrucken, mit denen der Netzwerkzugang nur innerhalb eines begrenzten Zeitraums und mit einer bestimmten Nutzungsgeschwindigkeit gewährt wird. Dadurch kann die Bandbreite geschont und eine hohe Servicequalität für die zahlenden Hotelgäste sichergestellt werden.

Neben der Vernetzung von IoT-Sensoren zur Schaffung intelligenter Systeme, z. B. für Sicherheit, Beleuchtungsüberwachung auf dem Gelände sowie Kassen- und Kunden-Kiosksysteme, kann Wi-Fi 6 über sprachaktivierte virtuelle Assistenten hochgradig personalisierte Services für die Gäste ermöglichen: So können die Gäste beispielsweise ganz bequem einen Weckdienst für ihren Flug am nächsten Morgen buchen, Eintrittskarten für die Oper bestellen und sogar veranlassen, dass kurz bevor sie ein Bad nehmen möchten, das Badewasser in der von ihnen gewünschten Temperatur eingelassen wird. Außerdem kann Beacon-Technologie für Proximity-Marketing eingesetzt werden. Zum Beispiel können Gäste, die am Spa des Hotels vorbeikommen, per Textnachricht über Rabatte für Gesichtsbildungen informiert werden.

### 4 Einzelhandel/KMUs



Einzelhandelsunternehmen haben oft mehrere Standorte, und die individuelle Netzwerkverwaltung an Remote-Standorten wird viel Zeit und Geld kosten. Unternehmen sollten über eine effiziente zentrale Plattform für Remote-Netzwerkmanagement verfügen, um sicherzustellen, dass Services wie POS-Terminals (Point of Sale), Kunden-Kiosksysteme und Captive Portals funktionsfähig bleiben und ein optimales Einkaufserlebnis für Kunden bereitstellen. Netzwerkausfälle können enorme Verluste nach sich ziehen und sich negativ auf die Kundenbindung auswirken.

Mit der Einführung von Wi-Fi 6 wird sich die Nutzererfahrung in den meisten Geschäftsszenarien erheblich verbessern, und jedes davon wird unterschiedliche Netzwerkinfrastrukturen mit verschiedenen Anwendungsanforderungen haben. Was jedoch Unternehmensnetzwerke jeder Größe benötigen, ist eine effektive Managementlösung, um eine optimierte Netzwerkperformance und -zuverlässigkeit zu erzielen. Dafür bedarf es einer zentralisierten Managementplattform, die Echtzeit-Überwachung und eine effiziente Wartung ermöglicht. Und genau das bieten Ihnen die Netzwerkmanagementlösungen von D-Link.

# Wi-Fi 6- Lösungen von D-Link

Eine zentralisierte Netzwerkmanagementplattform ist ein wichtiger Baustein für die Optimierung von Geschäftsabläufen, und D-Link hat für jedes Unternehmen die richtige Lösung parat. Von einfachen WLAN-Einrichtungen in kleinen Cafés bis hin zu komplexen Implementierungen bei Unternehmen mit mehreren Standorten: Die Lösungen von D-Link umfassen fortschrittliche Software-Tools für ein effizientes, kostensparendes Netzwerkmanagement, wodurch Geschäftsabläufe vereinfacht, Netzwerkausfälle minimiert und die allgemeine Geschäftsproduktivität verbessert werden können.



## *Nuclias Cloud*

Nuclias Cloud wurde für kleinere Unternehmen mit begrenzten IT-Ressourcen entwickelt. Es handelt sich dabei um eine vollständig cloudbasierte Netzwerkmanagementplattform, die KMUs, MSPs und VARs schnellen und einfachen Zugriff auf die zentrale Verwaltung mehrerer Remote-Netzwerke über einen Webbrowser oder eine Anwendung gewährt, wodurch eine Verfügbarkeit von 99,9 Prozent gemäß Service-Level-Vereinbarung sichergestellt werden kann. Nuclias Cloud bietet eine automatische Ausfallerkennung rund um die Uhr mit schneller, zeitzonenübergreifender Eskalation, damit Netzwerkprobleme schnell erkannt und behoben werden können, bevor sie zu ernsthaften Problemen führen. Netzwerkerweiterungen können ebenfalls schnell und mühelos realisiert werden, dank automatisierter Bereitstellung von Geräteinstallationen mit praktisch unbegrenzter Skalierbarkeit.

## *Unified Wireless*

Die Unified Wireless-Lösung wurde für anspruchsvolle drahtlose Firmennetzwerkumgebungen entwickelt und basiert auf einem dedizierten Hardware-Controller, der fortschrittliche Automatisierung, Sicherheit, Stabilität und Kontrolle für die drahtlose Netzwerkinfrastruktur bereitstellt. Dank zentralisierter Kontroll-



## *Nuclias Connect*

Nuclias Connect wurde für Unternehmen entwickelt, die umfassende Netzwerk-Management-Möglichkeiten benötigen. Es kann als Software-basierte Plattform (mit optionalem hardwarebasierten Controller) für das lokale Netzwerkmanagement (lizenzfreie Verwaltung von bis zu 1.000 APs) oder als Cloud-Lösung genutzt werden, die in einem Public-Cloud-Service gehostet wird. Beim lokalen Netzwerkmanagement verbleiben sensible Unternehmensdaten und Benutzerinformationen sicher im lokalen Netzwerk, sodass Administratoren die Möglichkeit haben, weitere Sicherheitsmaßnahmen direkt vor Ort zu ergänzen.

## *Unified*

richtlinien erhält der Netzwerkadministrator umfassende Kontrolle über den Netzwerkzugang für Benutzer und kann so zum Beispiel steuern, wann sie auf welche Netzwerkressourcen zugreifen können und wie schnell ihre Verbindungsgeschwindigkeiten sind.

## Alle Wi-Fi 6- Geräte anzeigen

Leistungsstarke APs, mit denen Ihr Unternehmen das Potenzial von Wi-Fi 6 sofort ausschöpfen kann.

**nuclias** | In der Cloud verwaltete APs für KMUs  
cloud



DBA-X2830P

DBA-X1230P\*

**nuclias** | Vor Ort verwaltete APs für KMUs  
connect



DAP-X2810\*

DAP-X2850\*

**Unified** | Vor Ort verwaltete APs für größere Unternehmen



DWL-X8630AP\*

\* Demnächst erhältlich

# Fazit

## Einschränkungen von Wi-Fi 6

Theoretisch beträgt die Grundgeschwindigkeit von Wi-Fi 6 1,2 Gbit/s pro Datenstrom, wobei die meisten Endkundengeräte zwei Datenströme nutzen und eine Gesamt-Maximalgeschwindigkeit von 2,4 Gbit/s erreichen. Bei den meisten Heimanwendern werden die Wi-Fi 6 Multi-Gigabit-Geschwindigkeiten am ISP-Router (Internet Service Provider) eingeschränkt, weil die ISP-Verbindungsgeschwindigkeit in der Regel nicht größer als 1 Gbit/s ist (es sei denn, Glasfaserverbindungen sind verfügbar).

Bei vielen drahtlosen Business-Anwendungen im Innenbereich ermöglicht Wi-Fi 6 eine zuverlässige geschäftskritische M2M-Kommunikation in dicht besiedelten industriellen Sensor-/Gerätenetzwerken und blitzschnelle Konnektivität für die Erreichbarkeit von Unternehmens-Datennetzwerken. Um einen uneingeschränkten Durchsatz für Wi-Fi 6 Access Points zu ermöglichen, müssen Multi-Gigabit-Ports (2,5 Gbit/s) verfügbar sein. Da WLAN Access Points per Kabel an einen Switch angeschlossen werden müssen, ist die Nutzung von WLAN-Konnektivität für IoT-Anwendungen im Außenbereich normalerweise sehr begrenzt.

## Wi-Fi 6 und 5G

Das IoT und die digitale Transformation werden sicherlich eine weitere drahtlose Technologie erfordern, die die Einschränkungen von Wi-Fi 6 ausgleichen kann: den Mobilfunkstandard 5G. D-Link ist ein globaler Anbieter von kostengünstigen und gleichzeitig leistungsstarken LAN- und WLAN-Lösungen.

Möchten Sie erfahren, wie die neusten Wi-Fi 6 und 5G Lösungen Ihr Unternehmen bei der digitalen Transformation unterstützen können?

**Wir beraten Sie gerne. Sie erreichen uns per E-Mail an [dce-vertriebsanfrage@dlink.com](mailto:dce-vertriebsanfrage@dlink.com).**



# IoT

## Digitale Transformation