

Erstveröffentlichung im atp-Magazin 09.2021, S. 28 ff.

First published in atp magazine 09.2021, p. 28 et seqq.

Die Qual der Wahl: 5G oder doch Wi-Fi 6 in der Produktion?

*Spoilt for Choice:
5G or Wi-Fi 6
in Production?*

Bereits heute erheben produzierende Unternehmen mehr Daten als jede andere Branche. In Echtzeit bereitgestellte Informationen aus dem Betrieb von Maschinen und Anlagen schaffen Transparenz und sind Grundlage für Prozessoptimierungen und Produktivitätssteigerungen. Im Zuge der fortschreitenden Digitalisierung entstehen so Plattformökosysteme mit einer immer größeren Anzahl vernetzter Endgeräte. Das Fundament dieser Plattformökosysteme ist eine leistungsfähige Infrastruktur. Erst sie ermöglicht es, die durch Digitalisierung und Vernetzung generierten Daten in Echtzeit bereitzustellen und zu verarbeiten. 5G und Wi-Fi 6 werden in diesem Zusammenhang seit 2019 als besonders leistungsstarke Technologien gehandelt. Erstmals bieten sie die erforderliche Qualität, Geschwindigkeit und Kapazität für die sichere und zuverlässige Übertragung großer Datenmengen. Durch die Möglichkeit der kabelfreien Vernetzung wird die Flexibilität erhöht, sodass auch Kostenvorteile gegenüber kabelgebundener Konnektivität entstehen. >

Today, manufacturing companies are collecting more data than any other industry. Information provided in real time from the operation of machines and systems creates transparency and form the basis for process optimization and productivity increases. As digitalization progresses, ecosystems with an ever-increasing number of networked end devices are emerging. The foundation of these ecosystems is a powerful infrastructure. It is this infrastructure that makes it possible to provide and process the data generated by digitization and networking in real time. 5G and Wi-Fi 6 have been considered as particularly powerful technologies in this context since 2019. For the first time, they offer the necessary quality, speed and capacity for the secure and reliable transmission of large volumes of data. The possibility of cable-free networking increases flexibility, so that there are also cost advantages over wired connectivity. >

Netzwerk-Technologien im industriellen Einsatz: Heilsbringer 5G

Die neueste Generation des Mobilfunks fokussiert erstmals auch industrielle Anwendungsszenarien. Neben den bereits genannten Merkmalen können Unternehmen mit 5G-Campusnetzen individuelle, in sich geschlossene und für ihre Anwendungen konfigurierte Netzwerke aufbauen. Dazu nutzen sie speziell für sie bereitgestellte, lizenzierte Funkfrequenzen. Über 5G-Campusnetze lassen sich selbst rechenintensive Anwendungen kabellos realisieren, etwa Augmented-Reality-Support oder die Echtzeit-Vernetzung autonomer Fahrssysteme.

Network Technologies in Industrial Use 5G as a Savior

The latest generation of mobile communications is also focusing on industrial application scenarios for the first time. In addition to the features already mentioned, 5G campus networks enable companies to set up individual, self-contained networks configured for their applications. To do this, they use licensed radio frequencies provided specifically for them. Even computationally intensive applications can be implemented wirelessly via 5G campus networks, such as augmented reality support or the real-time networking of autonomous driving systems.

Wunderwaffe Wi-Fi 6

Die weiterentwickelte WLAN-Generation Wi-Fi 6 (802.11 ax), die, wie alle WLAN-Generationen, in unlicenzierten Frequenzbändern (2,4 GHz und 5 GHz) operiert, startete nahezu zeitgleich mit 5G. Sie bietet mit einer gesteigerten Datenrate und einer höheren möglichen Endgerätedichte ähnliche Spezifikationen wie 5G. Mit dem Upgrade auf Wi-Fi 6E, das seit Mitte 2021 in Deutschland zusätzlich im 6-GHz-Frequenzband agiert, winkt ein noch stärker auf die Bedürfnisse der Industrie abgestimmtes Angebot.

Miracle Weapon Wi-Fi 6

The enhanced WLAN generation Wi-Fi 6 (802.11 ax), which, like all WLAN generations, operates in unlicensed frequency bands (2.4 GHz and 5 GHz), was launched almost simultaneously with 5G. It offers similar specifications to 5G with an increased data rate and higher possible terminal density. The upgrade to Wi-Fi 6E, which has additionally been operating in the 6 GHz frequency band in Germany since mid-2021, provides an offering that is even more closely tailored to the needs of industry.

5G oder Wi-Fi 6?

Angesichts vieler Überschneidungen stellen sich viele Unternehmen die Frage, in welche Technologie sie investieren sollen. Ist dies eine reine Glaubensfrage oder sprechen bestimmte Merkmale für die eine oder die andere Technologie? Wird sich 5G oder Wi-Fi 6 in Produktion und Logistik durchsetzen oder können sich beide sogar ergänzen und koexistieren?

Bei genauerer Betrachtung lassen sich – trotz starker Leistungsparameter auf beiden Seiten – Unterschiede feststellen:

Der Hype um 5G beruht im Wesentlichen auf einer besonders starken Performance in den Bereichen Enhanced-Mobile-Broadband (eMBB – sehr hohe Datenraten), Ultra-Reliable and Low-Latency-Communications (uRLLC – sehr niedrige Latenzzeiten), Massive-Machine-Type-Communications (mMTC – sehr hohe Anzahl verbundener Endgeräte). Betrachtet man diese drei Parameter genauer, zeigt sich, dass 5G der neuesten WLAN-Generation nicht zwingend überlegen ist.

So verspricht 5G eine Übertragungsrate von 10 bis zu 20 Gigabits pro Sekunde, wobei das obere Ende dieser Spanne erst in künftigen Releases erreicht werden wird. Aber auch Wi-Fi 6 unterstützt bereits heute Übertragungsraten von bis zu 10 Gigabits pro Sekunde. Wenn überhaupt, wird der Vorteil von 5G hier also in der Zukunft liegen.

Der Wechsel von 4G zu 5G bedeutet einen erheblichen Sprung in der Latenz, von ca. 15 – 80 Millisekunden auf nur noch 1 – 5 Millisekunden. Wi-Fi 6 erreicht ebenso Latenzen von bis zu

5G or Wi-Fi 6?

In view of the many overlaps, many companies are asking themselves which technology they should invest in. Is this purely a question of faith or do certain features speak in favor of one or the other technology? Will 5G or Wi-Fi 6 prevail in production and logistics, or can the two even complement each other and coexist?

A closer look reveals differences - despite strong performance parameters on both sides:

The hype around 5G is essentially based on particularly strong performance in the areas of enhanced mobile broadband (eMBB - very high data rates), ultra-reliable and low-latency communications (uRLLC – very low latency), massive machine-type communications (mMTC – very high number of connected terminals). A closer look at these three parameters reveals that 5G is not necessarily superior to the latest WLAN generation.

For example, 5G promises a transmission rate of 10 to 20 gigabits per second, although the upper end of this range will only be reached in future releases. But Wi-Fi 6 also already supports transmission rates of up to 10 gigabits per second. So, if anything, the advantage of 5G here here will emerge in the future.

The switch from 4G to 5G means a significant drop in latency, from about 15 – 80 milliseconds to just 1 – 5 milliseconds.

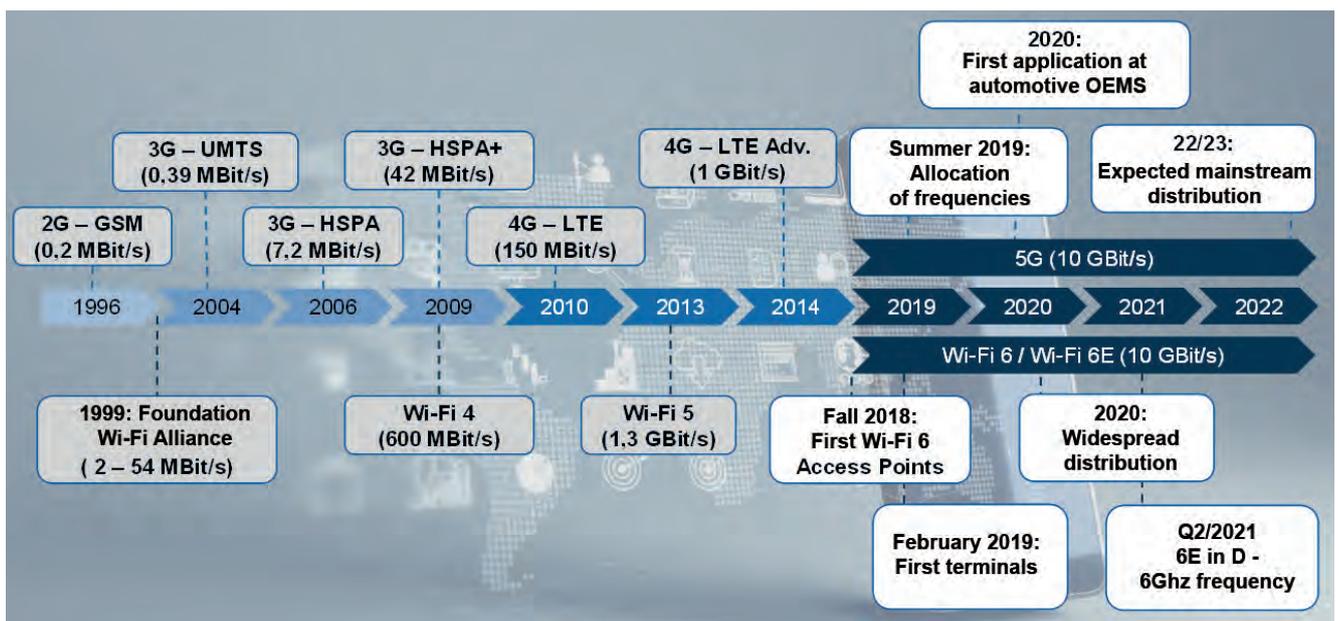


Figure 1: Development of 5G and Wi-Fi over time (own illustration)

10 Millisekunden. Demnach gibt es auch hinsichtlich der reinen Latenzzeiten keinen bemerkenswerten Unterschied zwischen den beiden Technologien.

Vergleicht man die Zuverlässigkeit, ist 5G klar im Vorteil. Anders als bei Wi-Fi-6 können Unternehmen ihr eigenes Frequenzband reservieren und darüber private, in sich geschlossene Campusnetze aufbauen. Sie gewährleisten einen störungsfreien Betrieb des unternehmenseigenen Ökosystems, ohne Einflüsse von außen, etwa durch im gleichen Frequenzband eingeloggte Fremdgeräte.

5G vernetzt pro Quadratkilometer bis zu einer Million Endgeräte und beweist seine Stärken besonders bei Anwendungen mit einer hohen Endgerätedichte. Wer diese Leistung mit Wi-Fi-6 realisieren möchte, muss investieren: Eine Erhöhung der Endgeräte-Anzahl ist nur mit zusätzlichen Access-Points / Routern möglich. Darüber hinaus spricht auch der geringe Energieverbrauch der Endgeräte für 5G. 5G-Endgeräte senden Daten nur sehr sporadisch, etwa einmal pro Stunde oder Tag. So sind Batterielaufzeiten von bis zu 10 Jahren realisierbar.

Neben den zentralen Leistungsparametern sind bei der Auswahl einer Kommunikationstechnologie weitere Kriterien zu berücksichtigen, beispielsweise die Bewegungsunterstützung mobiler Endgeräte. Hier gewährleistet 5G eine deutlich höhere Mobilität, als dies bei Wi-Fi 6 der Fall ist. Unterstützt werden Geschwindigkeiten bis zu 500 Kilometer pro Stunde und damit sämtliche Hochgeschwindigkeitsszenarien. WLAN-Systeme hingegen kämpfen an dieser Stelle weiterhin mit Herausforderungen. Verantwortlich ist besonders der Wechsel von verschiedenen Access-Points. Diese „Handovers“ führen zu kurzen Verbindungsabbrüchen, die aufgrund der geringeren Reichweite von Wi-Fi-6-Access-Points verglichen mit 5G-Antennen deutlich häufiger auftreten. Wi-Fi 6 eignet sich aufgrund seiner begrenzten Reichweite deshalb auch weiterhin eher für Indoor-Aktivitäten. Über 5G hingegen lassen sich sowohl Indoor- als auch Outdoor-Anwendungen übergreifend umsetzen.

Und wie sieht es in puncto Wertschöpfung aus? Hier sollte man berücksichtigen, dass Übertragungstechnologien immer nur Mittel zum Zweck sind – Verbindung und Transportweg für Daten. Die eigentliche Wertschöpfung wird über die im Netzwerk verbundenen Endgeräte erreicht. Gewinne erzielen 5G und Wi-Fi 6 also nur indirekt, beispielsweise über Effizienz- und Produktivitätssteigerungen. Die Entscheidung für die geeignete Technologie muss daher immer auf Basis einer Aufwand-Nutzen-Analyse erfolgen. Die vorab bereits erwähnten Kostenvorteile von 5G gegenüber Wi-Fi 6 relativieren sich, betrachtet man das notwendige Investment für den Aufbau der Infrastruktur, insbesondere der privaten 5G-Campusnetze¹. Allein die Einrichtung einer Core-Infrastruktur erfordert mindestens einen sechsstelligen Betrag und kann bis zu einem Jahr

Wi-Fi 6 also achieves latencies of up to 10 milliseconds. Accordingly, there is no remarkable difference between the two technologies in terms of latency.

If you compare reliability, 5G has a clear advantage. By contrast with Wi-Fi 6, companies can reserve their own frequency band and build private, self-contained campus networks using 5G. They ensure trouble-free operation of the company's own ecosystem without external influences, such as third-party devices using the same frequency band.

5G networks up to one million end devices per square kilometer and proves its strengths especially in applications with a high density of end devices. Anyone who wants to realize this performance with Wi-Fi 6 will need to invest more money: Increasing the number of end devices is only possible with additional access points / routers. In addition, the low energy consumption of the end devices also speaks in favor of 5G. 5G end devices send data only very sporadically, about once an hour or a day. Battery runtimes of up to 10 years are therefore feasible.

In addition to central performance parameters, other criteria must be taken into account when selecting a communications technology, such as movement support for mobile end devices. Here, 5G ensures significantly higher mobility than is the case with Wi-Fi 6. Speeds of up to 500 kilometers per hour are supported, and thus all high-speed scenarios. WLAN systems, on the other hand, continue to struggle with challenges at this point. The handover between different access points is particularly responsible for this. These handovers lead to short disconnections, which occur much more frequently due to the shorter range of Wi-Fi 6 access points compared to 5G antennas. Wi-Fi 6 is therefore still more suitable for indoor activities due to its limited range. Via 5G, on the other hand, both indoor and outdoor applications can be implemented across the board.

And what about value creation? It is important to remember that transmission technologies are only ever a means to an end – a connection and transport route for data. The real value creation is achieved via the end devices connected in the network. So 5G and Wi-Fi 6 generate profits only indirectly, for example, via efficiency and productivity gains. The decision for the appropriate technology must therefore always be made on the basis of a cost-benefit analysis. The cost advantages of 5G over Wi-Fi 6 outlined above are put into perspective when one considers the investment required to set up the infrastructure, especially the private 5G campus networks¹. Setting up a core infrastructure alone requires at least a six-figure sum and can take up to a

dauern. Hinzu kommen Kosten für Beratungsdienstleistungen, denn nur wenige Unternehmen verfügen heute über Kompetenzen und Erfahrungen für den Aufbau und die Konfiguration von 5G-Netzen. Zusätzlich zu Buche schlagen laufende Lizenzgebühren für reservierte Frequenzbänder.

Demgegenüber ist der Aufbau eines Wi-Fi-6-Netzes deutlich einfacher und kostengünstiger zu bewältigen. Laufende Lizenzgebühren für reservierte Frequenzbänder entfallen, die Architektur ist weniger komplex. Die Einrichtung von WLAN-Routern und Access-Points ist aus vorangegangenen WLAN-Generationen bekannt und kann von jedem Unternehmen selbst innerhalb weniger Wochen oder Monate umgesetzt werden.

... and the Winner is?

Mit dem Aufkommen von 5G und Wi-Fi 6 verfügen Unternehmen über eine breite Palette an Optionen zur kabellosen, wirtschaftlichen Vernetzung ihrer Produktion. Beide Technologien haben ihre Stärken und Schwächen. Und so muss man – wie so oft im Leben – auf den individuellen Anwendungsfall schauen, um die beste Lösung zu finden.

Ausgehend von den aktuellen und den künftig geplanten Anwendungsfällen müssen die Anforderungen an die

year. In addition, there are costs for consulting services, because only a few companies today have competencies and experience for setting up and configuring 5G networks. Ongoing license fees for reserved frequency bands are also a cost factor.

In contrast, building a Wi-Fi 6 network is much easier and less expensive. There are no ongoing license fees for reserved frequency bands, and the architecture is less complex. The setup of WLAN routers and access points is familiar from previous WLAN generations and can be implemented by any company within a few weeks or months.

... and the Winner is?

With the advent of 5G and Wi-Fi 6, companies have a wide range of options for wireless, economical networking of their production. Both technologies have their strengths and weaknesses. And so – as so often in life – you have to look at the individual application to find the best solution.

Based on the current use cases and those planned for the future, the requirements for data transmission must

¹Leitfaden 5G-Campusnetze – Orientierungshilfe für kleine und mittelständische Unternehmen (BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) 2020)

¹Leitfaden 5G-Campusnetze – Orientierungshilfe für kleine und mittelständische Unternehmen (BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) 2020)



Figure 2: 5G and Wi-Fi 6 – performance parameters in comparison

Datenübertragung klar definiert werden, um die benötigten Leistungsparameter zu ermitteln. Darüber hinaus sind die Kosten für den Aufbau und den Betrieb der Infrastruktur einzubeziehen und in Relation zum erwarteten Nutzen zu stellen. Da beide Technologien für viele Anwendungsfälle gleichermaßen gut geeignet sind, erweisen sich besonders der zeitliche und personelle Aufwand sowie die finanziellen Implikationen als relevante Auswahlkriterien für die geeignete Technologie.

Wer das Rennen in Produktion und Logistik tatsächlich macht und ob es überhaupt einen Sieger unter den beiden Technologien gibt, bleibt in den allermeisten Fällen offen. Für sicherheitskritische Anwendungen mit besonders hohen Anforderungen an die Verlässlichkeit der Datenübertragung gibt es aktuell einen starken Trend zum Aufbau von privaten 5G-Campusnetzwerken. Für weniger kritische Anwendungen haben aber auch WLAN-Netzwerke aufgrund des geringen Umrüstungsaufwands weiterhin ihre Existenzberechtigung. Gerade für KMU sind die immer noch sehr hohen Investitionssummen für ein eigenes 5G-Campusnetz nur schwer zu rechtfertigen.

Bleibt abschließend noch die Frage, wie es weitergehen wird. Die Geschichte scheint sich zu wiederholen. Die These, dass die fünfte Mobilfunkgeneration WLAN ablöst, ist aus einer rein technischen Perspektive durchaus nachzuvollziehen, im Hinblick auf betriebswirtschaftliche Konsequenzen aber nicht zu halten. Eine grundsätzliche Empfehlung für die eine oder andere Technologie kann es nicht geben, und so ist mit einer Koexistenz zu rechnen. Abhängig von Anwendungsfällen, finanziellen Möglichkeiten und Präferenzen der Unternehmen

be clearly defined in order to determine the required performance parameters. In addition, the costs for setting up and operating the infrastructure must be included and balanced against the expected benefits. Since both technologies are equally well suited for many use cases, the time and personnel requirements as well as the financial implications in particular prove to be relevant selection criteria for the appropriate technology.

Who actually wins the race in production and logistics, and whether there is a winner among the two technologies at all, remains an open question in the vast majority of cases. For safety-critical applications with particularly high demands on the reliability of data transmission, there is currently a strong trend toward setting up private 5G campus networks. For less critical applications, however, WLAN networks also continue to have their *raison d'être* due to the low conversion effort. For SMEs in particular, the still very high investment sums for their own 5G campus network are difficult to justify.

Finally, the question remains as to what will happen next. History seems to be repeating itself. The thesis that the fifth generation of mobile communications will replace WLAN is perfectly understandable from a purely technical perspective, but cannot be sustained in terms of business consequences. There can be no fundamental recommendation for one technology or the other, and so their coexistence is to be expected. Depending on the use cases, financial possibilities and preferences of the companies, this will swing more



wird diese stärker in die eine oder andere Richtung ausschlagen. Der ewige Kampf zwischen Mobilfunk und WLAN wird also weiter anhalten und mit der nächsten Generation von Wi-Fi 7 (ab ca. 2024) und 6G (ab ca. 2030) in eine neue Runde gehen.

5G im industriellen Einsatz – FIR unterstützt auf vielen Ebenen

In einer ganzen Reihe von Projekten erschließt das FIR die Potenziale neuer Technologien, um Unternehmen den Zugang zu neuen Anwendungen und Geschäftsmodellen zu erleichtern. Gemeinsam mit Industriepartnern plant und realisiert das FIR in der echten Produktionsumgebung der *Demonstrationsfabrik Aachen* und den Innovation-Labs im *Cluster Smart Logistik auf dem RWTH Aachen Campus* Anwendungsfälle für die vernetzte Produktion von morgen, vom Warenlager über die Montage bis zur Logistik. Als Partner des ‚Competence-Centers 5G.NRW‘ trägt das Institut zur Entwicklung Nordrhein-Westfalens zum 5G-Leitmarkt bei. Zusammen mit der *Bergische Universität Wuppertal*, der *Technische Universität Dortmund* und der *Universität Duisburg-Essen (UDE)* wird eine Plattform geboten, in welcher sowohl über branchenspezifische Potenziale der 5G-Technologie Austausch stattfinden kann als auch übergreifend, gerade dann, wenn diese Potenziale nicht nur von Einzelunternehmen erschlossen werden können, sondern Kooperation erfordern. Mehr Informationen finden Sie unter: 5G.NRW. Mit dem Projekt ‚5G-Industry Campus Europe‘ (5g-industry-campus.com) werden Lösungen für die standortübergreifende, digitalisierte und vernetzte Produktion erforscht. Auf dem *RWTH Aachen Campus* verbindet eine vollständige 5G-Infrastruktur Indoor-Netze in den Maschinenhallen und Outdoor-Netze zu einem bislang einzigartigen 5G-Ökosystem.

as

strongly in one direction or the other. The eternal battle between mobile communications and WLAN will therefore continue and enter a new round with the next generation of Wi-Fi 7 (from around 2024) and 6G (from around 2030).

5G in Industrial Use – FIR Supports on Many Levels

In a whole range of projects, *FIR* is tapping the potential of new technologies to help companies access new applications and business models. Together with industry partners, *FIR* plans and implements use cases for tomorrow’s networked production in the real production environment of the *Aachen Demonstration Factory* and the *Innovation Labs* in the *Smart Logistics Cluster on RWTH Aachen Campus*, from warehouses to assembly and logistics. As a partner of the ‘Competence Center 5G.NRW’, the Institute contributes to the development of North Rhine-Westphalia into a 5G lead market. Furthermore, its ‘5G-Industry Campus Europe’ project explores solutions together with the *Bergische Universität Wuppertal*, the *Technische Universität Dortmund* and the *University of Duisburg-Essen (UDE)*, a platform is offered in which both industry-specific potentials of 5G technology can be exchanged as well as across the board, especially when these potentials cannot only be developed by individual companies, but require cooperation. More information can be found at: 5G.NRW. With the project ‘5G-Industry Campus Europe’ (5g-industry-campus.com), solutions for digitized and networked production across locations are being researched. At the *RWTH Aachen Campus*, a complete 5G infrastructure connects indoor networks in the machine halls and outdoor networks to form a hitherto unique 5G ecosystem.

as

More information on the activities of the *FIR* can be found at the following links:

- » [5G.fir.de](https://5g.fir.de)
- » cluster-smart-logistik.fir.de

Contact

Murtaza Abbas, M.Sc.
Project Manager
FIR e. V. at RWTH Aachen University
Phone: +49 241 47705-519
Email: Murtaza.Abbas@fir.rwth-aachen.de



Andreas Pinkwart, Minister für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, eröffnete am 29. August 2019 das „Competence Center 5G.NRW“ bei seinem Besuch am FIR (Bild: © FIR)