

The logo consists of the letters 'RS' in a bold, white, sans-serif font, set against a red square background.

**RS**



# LEINEN LOS

Industrielle Kommunikation:  
Funknetzwerke

[AT.RS-ONLINE.COM](http://AT.RS-ONLINE.COM)

Bild: pixabay Gerd Altmann

# LEINEN LOS

## Industrielle Kommunikation: Funknetzwerke

Die Kommunikation mit allen Komponenten in der industriellen Fertigung ist die Voraussetzung für die Realisierung der Industrie 4.0. Ein Verfahren zur Anbindung von Komponenten für die Informationsverarbeitung sind Funkverbindungen. Leitungsgebundene Systeme stoßen schnell an ihre Grenzen, wenn man an die prognostizierte enorme Anzahl zukünftiger Sensoren und Aktuatoren in der industriellen Fertigung denkt. Funk reduziert den Aufwand für Verkabelung und bietet Möglichkeiten, Informationen auch mobil zu erfassen und zu verbreiten. Funk erlaubt die Messung und Kontrolle von bewegten Objekten sowie deren Lokalisierung.

Der Einsatz von Funktechnologien in der industriellen Fertigung scheint auf den ersten Blick ein Selbstgänger zu sein. Zu bestechend sollen die Vorteile sein: Schnell, flexibel und preiswert gegenüber kabelgebundenen Installationen. Ein Blick auf die jährliche Analyse des industriellen Netzwerkmarktes von HMS Networks (Bild 1) zeigt den tatsächlichen Einsatz von Funktechnologien. Die Studie 2022 enthält geschätzte Marktanteile (7%) und die Wachstumsrate (8%) von Wireless-Technologien. Sie "tauchen auf, die Auswirkungen von 5G stehen aber noch bevor".

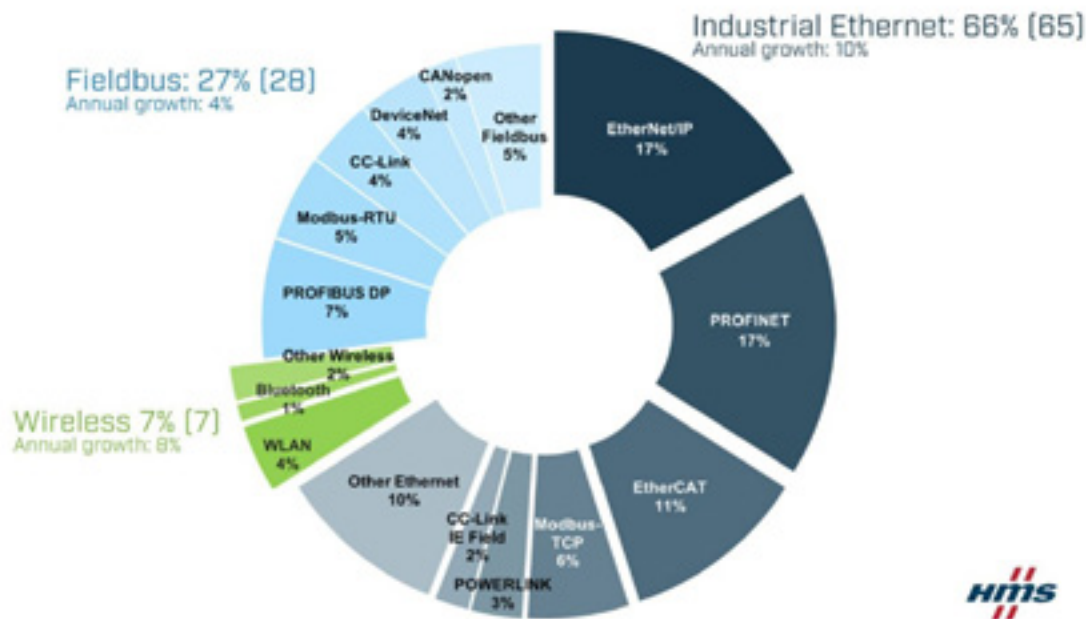


Bild 1. Marktanteile 2022 laut HMS Networks – Feldbus, Industrial Ethernet und Wireless. (Bild: HMS Networks)

Es wäre aber fatal, auf den "Universalbenutzer" 5G zu warten: Die Anforderungen bestehen und erfreulicherweise bietet der Markt einiges an praktikablen Funktechnologien, die den Kriterien im Industriebereich entsprechen. Es gibt verschiedene Anwendungsbereiche: Von der Übertragung eines Sensorwerts bis hin zu einem Netzwerk mit Hunderten von Teilnehmern. Daraus ergeben sich unterschiedliche Ausprägungen der Funktechnologie. Bild 2 zeigt einige ausgewählte Player im Markt, die Reichweiten und Datenraten ihrer Verfahren.

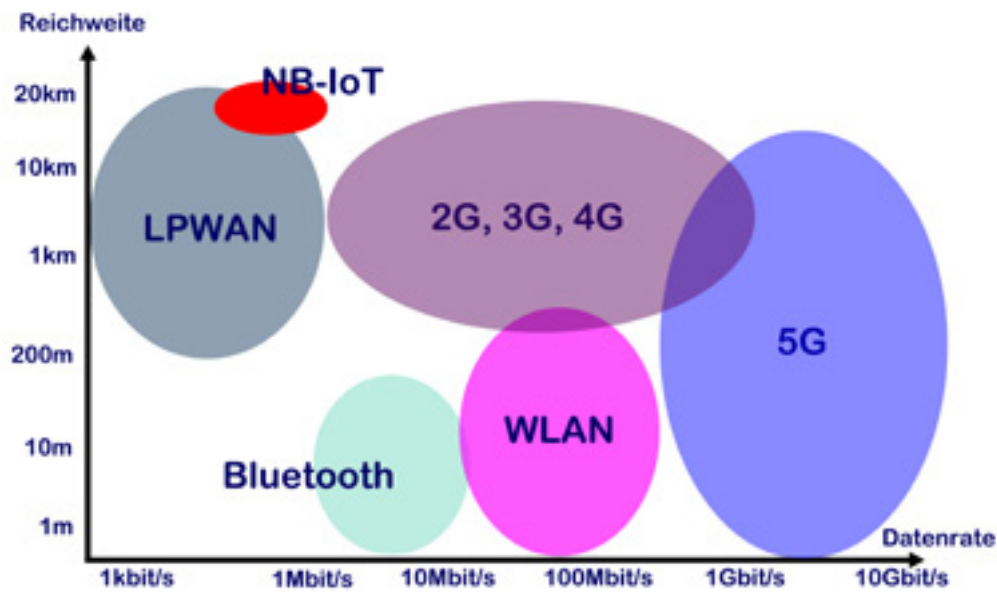


Bild 2. Reichweiten und Datenraten gängiger Funktechnologien. (Bild: channel-e)

## LOW POWER WIDE AREA NETWORKS

Low Power Wide Area Networks (LPWAN) sind Funknetze, die für geringen Energieverbrauch, kleine Datenmengen und weite Übertragungstrecken (mehrere Kilometer) oder den Einsatz innerhalb von Gebäuden entwickelt wurden.

Mit LPWAN-Technologien lassen sich Netze im nationalen und internationalen Maßstab erstellen. Typische Anwendungen dafür sind IoT-Aufgaben wie Überwachung und Steuerung über größere Entfernungen wie etwa die industrielle Kommunikation mit Maschinen oder Sensoren.

Zu den LPWAN-Standards gehören NB IoT (Narrow Band Internet of Things), Sigfox und LoRa (Long Range).

**Sigfox** ist ein französisches Unternehmen, das 2010 gegründet wurde und unter dem gleichen Namen ein globales Low Power Wide Area Network mit proprietärer Technik betreibt. Nach eigenen Angaben ist Sigfox in 75 Ländern verfügbar. Die Technik arbeitet in einem lizenzfreien Frequenzbereich bei 868 MHz oder 902 MHz. Sigfox überbrückt maximal Entfernungen bis zu 50 Kilometer. Die Datenrate liegt bei wenigen hundert Bit pro Sekunde.



Bild 3. Der [Telemecanique Transceiver](#) basiert auf LPWAN-Technologie mit geringer Leistungsaufnahme und wird über das Sigfox-Kommunikationsnetzwerk betrieben. (Bild: RS Components)

**LoRa** ist ein offener Funkstandard und verwendet in seinen Sendern und Empfängern ausschließlich Semtech-Chips, weshalb der Betrieb eines LoRa-basierten Netzwerks (LoRaWAN) von nur einem Hersteller abhängig ist. Die zur Datenübertragung genutzten Frequenzen unterscheiden sich je nach Region. In Europa werden die Frequenzen von 433,05 – 434,79 MHz und 863 – 870 MHz genutzt. Australien und Nordamerika nutzen die Frequenz 915 MHz, während Indien auf 865 – 867 MHz und Asien via 923 MHz sendet. Die Reichweite kann bis zu 13 km (ländliche Gebiete) betragen. Der Energieverbrauch eines LoRa-Chips liegt bei 10 mA und 100 nA im Ruhemodus. Je nach Anwendungsfall beträgt die Batterielebensdauer zwischen 2 und 15 Jahre.



Bild 4. [868-MHz-ISM-Band-Transceiver-Evaluierungsmodul](#) von Semtech mit LoRa-Technologie. (Bild: RS Components)

**NB-IoT-** NarrowBand-IoT ist eine besondere LTE-Spezifikation (LTE-Cat-NB1) und wird von den LTE-Netzbetreibern für IoT-Anwendungen angeboten. Die Spezifikationen von NB-IoT verbessern die Reichweiten und Signalpegel des Mobilfunknetzes. Gleichzeitig reduziert sich die Komplexität des Funkmoduls, was unter anderem auch bedeutet, dass die maximalen Übertragungsraten in Sende- und Empfangsrichtung begrenzt sind (250 kBit/s), sich die Netzabdeckung aber um den Faktor zehn verbessert. Letzteres erlaubt eine verbesserte Gebäudedurchdringung.



Bild 5. [Sentrius MG100](#) von Laird Connectivity (Bild: RS Components)

## WI-FI

Für den Einsatz eines WLAN-Netzes im industriellen Umfeld werden spezielle proprietäre Industrielösungen angeboten, die sich durch eine höhere Leistungsfähigkeit, Verfügbarkeit und Robustheit auszeichnen. Sie nutzen optimierte Protokolle, um z.B. eine effizientere Belegung der Kanäle sowie ein besseres Client Management zu ermöglichen. Am Markt verfügbare industrielle WLAN-Lösungen nach dem Standard Wi-Fi 5 respektive IEEE 802.11ac erzielen eine Bruttodatenrate zwischen 150 MBit/s und 1,733 GBit/s.

Mit Wi-Fi 6 gemäß IEEE 802.11ax steht ein Standard zur Verfügung, der die Leistung der etablierten WLAN-Kommunikationstechnologie weiter steigern soll. Mit Wi-Fi 6E ist man noch einen Schritt weiter gegangen und sendet nun auch im 6-GHz-Band. Mit Wi-Fi 6 sind Datenraten von mehreren GBit/s realisierbar. Überdies hat Wi-Fi 6 eine höhere Sendereichweite. Ein weiteres Feature ist die Energiesparfunktion Target Wakeup Time (TWT).

WLAN eignet sich auch zur Lokalisierung, hierbei werden insbesondere feldstärke- und winkelbasierte Lokalisierungsmethoden genutzt.



Eine maximale Datenrate (peak data rate) von bis 30Gbit/s soll der in der Standardisierung befindliche IEEE 802.11be-Standard (Wi-Fi 7) ermöglichen. Dafür soll der auch unter Extremely High Throughput (EHT) firmierende Standard das 6-GHz-Band nutzen und Time Sensitive Networking (TSN) mit einer Latenz von weniger als 5ms sowie mit einer Zuverlässigkeit von bis zu 99,99% unterstützen (d.h. 0,01% der gesendeten Datenpakete werden nicht korrekt übertragen)

## BLUETOOTH

Bluetooth ist eine Short-Range-Technologie und arbeitet im ISM-Band (Industrial, Scientific and Medical Band) zwischen 2,402 GHz und 2,480 GHz und kann ohne weitere Zertifizierung in jedem Land der Erde eingesetzt werden. Das Funksystem verwendet das Frequency-Hopping-Verfahren, das für jedes Datenpaket einen der bis zu 79 Funkkanäle wählt, sodass sich Störungen nur minimal auswirken. Praktisch eignet sich Bluetooth in industriellen Applikationen zur Überbrückung von Reichweiten bis etwa 200m.



Bild 6. Das Silicon Labs Direction Finding Antenna Array, das in der Bluetooth Direction Finding Lösung von SiLabs verwendet wird. (Bild: Pressebild Silicon Labs)



Bild 7. Das [EFR32BG22-Modul](#) wird in der Silicon Labs Bluetooth Direction Finding Lösung eingesetzt. (Bild: Pressebild Silicon Labs)

Als besonders brauchbar für den Industrieinsatz erweisen sich einige der quasi "eingebauten" Funktionen der Bluetooth-Technologie:

- Ab der Bluetooth-Version 5.1 gibt es z. B. sogenannte Standortdienste ([siehe RS-Artikel](#)), sie dienen zur Navigation und für Ortungsanwendungen, die eine Genauigkeit von einigen Zentimetern erreichen können (Bild 6 und Bild 7).
- Eine weitere Funktion ist das PAN-Profil (Personal Area Network), das die transparente Übertragung von Ethernet ermöglicht. Diese Technik eignet sich auch für Protokolle wie Modbus TCP, Profinet RT oder Profisafe. Es handelt sich um ein Classic-Bluetooth-Profil des Bluetooth-Standards 2.1.

- Bluetooth Low Energy stellt das Generic-Attribute-Profil (GATT) zur Verfügung. Ein GATT-Server stellt Daten in einer Struktur bereit, die ein GATT-Client abfragen kann. Als GATT-Server dient beispielsweise ein Sensor, der Werte erfasst und das Messergebnis (sowie die Art und Weise, wie mit diesem Wert umzugehen ist) in einer bestimmten Struktur ablegt. Der GATT-Client, etwa eine Smartphone-App, kann sich so mit dem Sensor verbinden und gezielt einen Wert aus dessen Datenstruktur abrufen. Dieses Verfahren funktioniert auch in umgekehrter Richtung z. B. zum Betrieb eines Aktors.
- Bluetooth Mesh ist eine Technologie, bei der jedes Gerät für sämtliche anderen Geräte als Relaisstation fungiert, sodass sich deren Funkreichweite vergrößert.

## 5G

Als "Heiligen Gral" der Industrie 4.0 kann der Funkstandard 5G bezeichnet werden. Was nicht weiter erstaunlich ist, denn der Standard hat es in Punkto Leistungsfähigkeit in sich. 5G ist der Nachfolger des 4G- oder Long-Term-Evolution(LTE)-Advanced-Standards. Bei industriellen Anwendungen bietet der 5G-Standard im Vergleich zu seinen Vorgängern drei zentrale Vorteile:

- eine höhere Bandbreite von bis zu 20 GBit/s im Downlink und 10 GBit/s im Uplink (eMBB, enhanced Mobile Broadband)
- eine höhere Gerätedichte von bis zu 1.000.000 Geräten pro Quadratkilometer (mMTC, massive Machine Type Communication)
- eine niedrigere Latenz von bis zu 1ms in Verbindung mit einer hohen Verfügbarkeit (URLLC, Ultra-Reliable Low Latency Communication)

Zu beachten ist, dass nicht alle Leistungsmerkmale von 5G gleichzeitig erfüllt werden können bzw. bestimmte Vorbedingungen erfüllt sein müssen. Gleichwohl ergeben sich für die Industrie zahlreiche Potenziale bei der Realisierung und Verbesserung von Industrie-4.0-Lösungen. 5G wirkt hierbei als Enabler-Technologie, die die Umsetzung bereits bekannter Möglichkeiten erlaubt und zusätzlich neue Potenziale eröffnet. Die Lokalisierung von Objekten mittels Triangulation beispielsweise wird durch 5G realisierbar und kann damit sogar in überdachten Bereichen genutzt werden.

Während in Deutschland lokale Spektren für firmeneigene Campusnetze zur Verfügung gestellt werden, unterscheiden sich die Rahmenbedingungen international stark. Einige Länder bieten keine Regulierung von 5G-Netzen oder ermöglichen keine firmeneigenen Campusnetze. Für international agierende Unternehmen erschwert dies die Übertragung von in Deutschland entwickelten 5G-basierten Automatisierungskonzepten in der Produktion auf internationale Produktionsstätten.