

# Schneller ist nicht immer besser

Bei Funknetzen gibt es im Bereich von 2,4 GHz eine ganze Reihe gut vermarktete Produkte, beispielsweise »WLAN«, »Bluetooth« und »ZigBee«. Doch für die drahtlose Datenübertragung mit niedrigen Datenraten sind eine große Reichweite, eine robuste Funkverbindung und eine lange Batterielebensdauer entscheidend. Gerade da können Sub-GHz-Funksysteme ihre inhärenten Vorteile ausspielen.

Um ein fortschrittliches Funksystem zu entwickeln, wählen die meisten Entwickler zwischen zwei Funkbändern für die Bereiche Industrie, Wissenschaft und Medizintechnik (ISM): 2,4 GHz oder Sub-GHz. Mithilfe der richtigen Prioritäten findet der Entwickler die für ihn passendste Lösung. Zu diesen Prioritäten zählen Reichweite, Leistungsverbrauch, Datenraten, Antennengröße, Interoperabilität (Standards) und die Möglichkeit des weltweiten Einsatzes. »WLAN«, »Bluetooth« und »ZigBee« sind gut vermarktete 2,4-GHz-Protokolle, die heute überall am Markt zu finden sind. Doch für Anwendungen mit geringen Datenraten, zum Beispiel für Sicherheits- und Automatisierungstechnik im häuslichen Bereich (Home Security/Automation) und für »intelligente« Verbrauchszähler (Smart Metering), bieten gerade Sub-GHz-Funksysteme zahlreiche Vorteile.

Dazu zählen eine größere Reichweite, ein geringerer Stromverbrauch sowie niedrigere Installations- und Betriebskosten. Diese Aspekte werden im Folgenden kurz näher betrachtet. Durch den Schmalbandbetrieb bei Sub-GHz-Funk lassen sich Daten über einen Kilometer oder mehr sehr übertragen. Sub-GHz-Knoten können damit direkt mit einem weiter entfernten Hub kommunizieren, ohne von Knoten zu Knoten springen zu müssen, wie es bei den 2,4-GHz-Lösungen mit ihrer wesentlich kürzeren Reichweite oft erforderlich ist. Es gibt drei wesentliche Gründe, warum Sub-GHz-Applikationen größere Reichweiten aufweisen als der 2,4-GHz-Funk:

- Wandern Funkwellen durch Wände oder andere Hindernisse, schwächen diese das Signal. Die Dämpfung ist umso höher, je höher die Frequenz ist. Somit wird das 2,4-GHz-Signal stärker gedämpft als ein Sub-GHz-Signal.
- 2,4-GHz-Funkwellen klingen auch schneller ab als Sub-GHz-Wellen, wenn sie von dichten Oberflächen reflektiert werden. In dicht bebauten Umgebungen kann sich bei einer 2,4-GHz-Übertragung die Signalqualität daher schnell verschlechtern.
- Beim Auftreffen auf eine Kante (z.B. die Ecke eines Gebäudes) werden Funkwellen gebeugt. Mit sinkender Frequenz steigt der Beugungswinkel, sodass Sub-GHz-Signale weiter um Hindernisse herum gebeugt werden, was deren signaldämpfende Wirkung mindert.

## Sub-GHz reicht weiter

Die **Friis-Gleichung (1)** beschreibt das Ausbreitungsverhalten beziehungsweise den Pfadverlust von Funkwellen; dabei ist  $d$  die Distanz von der Senderantenne,  $\lambda$  die Wellenlänge:

(1)



Es zeigt sich, dass der HF-Pfadverlust bei 2,4 GHz um 8,5 dB höher ist als bei 900 MHz. Die Reichweite eines 900-MHz-Signals ist somit 2,67-mal größer, da sich die Distanz mit jeder Leistungssteigerung um 6 dB verdoppelt. Um die gleiche Reichweite wie beim 900-MHz-Funk zu erzielen, müsste man einer 2,4-GHz-Lösung mehr als 8,5 dB zusätzliche Sendeleistung spendieren.

Der Äther ist übersät mit kollidierenden 2,4-GHz-Signalen aus verschiedenen Quellen, beispielsweise von WLAN-Hubs sowie Computern und Mobiltelefonen mit Bluetooth-Schnittstelle, aber auch Mikrowellenherden. Dieses Chaos sorgt für eine starke Interferenz. Sub-GHz-ISM-Bänder werden meist für proprietäre Verbindungen mit geringer Funkdauer verwendet und verursachen deshalb weitaus weniger Interferenzen. Das ruhigere Spektrum garantiert eine einfachere Übertragung und weniger Wiederholversuche, was effizienter ist und die Batterie schont. Sowohl der Wirkungsgrad als auch die Systemreichweite sind Funktionen der Empfindlichkeit des Empfängers sowie der Übertragungsfrequenz.

1. Schneller ist nicht immer besser
2. Schneller ist nicht immer besser
3. Schneller ist nicht immer besser

