

Leitfaden zur Auswahl drahtloser Kommunikationstechnologie



Einführung

Die Auswahl der richtigen drahtlosen Kommunikationstechnologie spielt von Anfang an eine wichtige Rolle. Dadurch werden die Protokollinteroperabilität, Entfernung, Robustheit und die Anwendungsfälle für Ihre Anwendung festgelegt. Dieser Auswahl-Leitfaden führt Sie durch die wichtigsten Entscheidungskriterien und bietet Entscheidungshilfen, angefangen bei der Tabelle unten, die eine Zusammenfassung verschiedener Technologien für drahtlose Kommunikation enthält.

Merkmale und Spezifikationen	Bluetooth® Classic	Bluetooth niederenergetisch	Bluetooth Mesh	Zigbee	Thread	Wi-Fi®	Wireless-M-BUS	MIOTY	Amazon Sidewalk	WI-SUN® FAN 1.0	Proprietär Sub-1 GHz / 2,4 GHz
Bereich	Bis zu 100 m	Bis zu 200 m oder 400 m mit LR	Bis zu 200m ⁽¹⁾	Bis zu 200 m ⁽¹⁾	Bis zu 200 m	Bis zu 200 m	Mehrere Kilometer Netzwerkreichweite	Mehrere Kilometer Netzwerkreichweite	Abhängig von der Anzahl der eingesetzten Brücken	Mehrere Kilometer Netzwerkreichweite	Bis zu 1600 m
Frequenz	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz 5 GHz	Sub-1 GHz	Sub-1 GHz	Sub-1 GHz und BLE: 2,4 GHz	Sub-1 GHz	Sub-1 GHz 2,4 GHz
PHY-Durchsatz	Bis zu 3 Mbit/s	Bis zu 2 Mbit/s	Bis zu 1 Mbit/s	Bis zu 250 Kbit/s.	Bis zu 250 Kbit/s.	Bis zu 100 Mbit/s	C, S, & T-Mode: 32 Kbit/s. - 100 Kbit/s. N-Modus: 2,4 bis 19,2 Kbit/s."	400 Bit/s	FSK – 50 Kbit/s. (weitere Datenraten werden zu einem späteren Zeitpunkt hinzugefügt) BLE – 2 Mbit/s, 1 Mbit/s, 500 Kbit/s. und 125 Kbit/s.	50 - 200 Kbit/s.	500 Kbit/s. (Sub-1) 2 Mbit/s. (2,4 GHz)
Netzwerktyp	Peer-to-Peer, (P2P), sternförmig	Peer-to-Peer, (P2P), sternförmig, Broadcast	Mesh	Mesh	Mesh	Sternförmig (AP-STA-Modi), Mesh Peer-to-Peer (Wi-Fi-Direkt)	Stern	Stern	Stern	Mesh	Peer-to-Peer (P2P), sternförmig, Mesh
Batterietyp	Einzel-AA	Knopfzelle	Knopfzelle	Knopfzelle und Energiegewinnung	Knopfzelle	Doppel-AA	Lithiumbatterien (extrem geringer Stromverbrauch)	Knopfzelle	Knopfzelle	Derzeitig nicht für batteriebetriebene Knoten geeignet	Knopfzelle

Hinweise: (LR) Long Range (Große Reichweite) – Erfordert die Verwendung von drahtlosen Leistungsverstärkern und die richtige Antennenkonfiguration.

⁽¹⁾ Für einen Single-Hop.

Technologie	Überlegungen
Bluetooth Classic	<p>Vorteile von Bluetooth Classic:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Netzwerktyp Bluetooth Classic wurde für Anwendungen mit kurzer Reichweite entwickelt und unterstützt Netzwerktypen wie Peer-2-Peer (P2P) sowie sternförmige Netzwerktopologien. • Durchsatzrate Bluetooth Classic ist besonders geeignet für Anwendungen mit hohem Datendurchsatz, wie Audio-Streaming, mit Datenraten von bis zu 3 MBit/s. • Zielanwendung Audio-Streaming über drahtlose Kopfhörer, Lautsprecher und Soundbars. <p>Mögliche Nachteile von Bluetooth Classic:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stromverbrauch Bluetooth Classic ist nicht für Anwendungen mit niedrigem Stromverbrauch optimiert. <p>Zum Einstieg in die Entwicklung Ihrer Bluetooth Classic-Anwendung, besuchen Sie www.ti.com/product/CC2564C</p>

Technologie	Überlegungen
Bluetooth niederenergetisch	<p>Vorteile von Bluetooth niederenergetisch</p> <ul style="list-style-type: none"> • Netzwerktyp Bluetooth niederenergetisch ist für Anwendungen mit kurzer Reichweite konzipiert und unterstützt Peer-2-Peer (P2P)-, sternförmige und Broadcaster-Rollen. Bluetooth niederenergetisch eignet sich für Anwendungen wie Gesundheitsmonitore, Unterhaltungselektronik, Asset-Tracker und vieles mehr. Bluetooth ist ein hervorragendes drahtloses Technologiemedium, das schnell eine Verbindung herstellt und Daten zwischen zwei Bausteinen austauscht, etwa bei intelligenten Autoschlüsseln. • Stromverbrauch Bluetooth niederenergetisch wurde für die drahtlose Kommunikation mit extrem geringem Stromverbrauch entwickelt und kann jahrelang mit einer einzigen Knopfzellenbatterie betrieben werden. Das Protokoll ist einfach, verschiedene Kommunikationsintervall-Parameter lassen sich flexibel anpassen, zum Beispiel das Broadcasting in einem 1-Sekunden-Intervall. • Durchsatzrate Die Datenübertragungsrate für Bluetooth 4 Low Energy und neuere Versionen liegt bei 1 Mbit/s., was der Standard-Rate entspricht. Dies ist ausreichend für die meisten Kommunikationsanwendungen. Allerdings unterstützt Bluetooth 5 niederenergetisch jetzt auch bis zu 2 Mbit/s für noch schnellere Datenübertragung. • Drahtlose Robustheit Bluetooth Low Energy sendet über das 2,4-GHz-Band, das es sich mit anderen Drahtlos-Technologien wie Wi-Fi, Zigbee und Thread teilt. Um Störeinflüsse in diesem überfüllten Frequenzband zu verringern, verwendet Bluetooth das Frequenzsprungverfahren, um einen offenen Kanal zu finden, bevor die Kommunikation erfolgt. • Sicherheit Mehr über die Sicherheit in Bluetooth-Netzwerken finden Sie hier: Sicherheitsfunktionen von SimpleLink™ Bluetooth® Low Energy CC13x2 und CC26x2 Drahtlos-MCUs • Zielanwendungen Drahtlose Tastaturen, Herzfrequenzmonitore, Blutdruckmessgeräte, Smart Car Access und viele mehr. Bluetooth niederenergetisch ist die am häufigsten eingesetzte Drahtlostechologie und in praktisch jedem Smartphone oder Tablet zu finden. <p>Mögliche Nachteile von Bluetooth niederenergetisch:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reichweite Bluetooth ist nicht für Anwendungen konzipiert, die weitreichende Verbindungen erfordern. Für Bluetooth wäre eine Gateway-Bridge erforderlich, um eine Verbindung mit einem IP-Netzwerk herzustellen. <p>Informationen zum Einstieg in Ihre niederenergetische Bluetooth-Anwendung finden Sie unter www.ti.com/ble</p>
Technologie	Überlegungen
Bluetooth Mesh	<p>Vorteile von Bluetooth Mesh:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Netzwerktyp Bluetooth Mesh basiert auf der bestehenden Bluetooth Low Energy-Technologie. Es trägt mit der Vermaschung der Bluetooth-Geräte in einem Netzwerk zur Erweiterung der Reichweite der drahtlosen Kommunikation über mehrere Hops bei und sorgt damit für größere Reichweiten in der drahtlosen Konnektivität. Unterstützt kleine bis große Netzwerke mit bis zu 100 Knoten und Übertragungsleistung auf kommerziellem Niveau und bietet ein selbstheilendes Multipfad-Routingnetzwerk, ohne zentralen Schwachpunkt (Single Point of Failure). Geräte verbinden sich und kommunizieren in einer Eins-zu-Eins (1:1)-Gerätebeziehung miteinander. Im Netzwerk gibt es keinen zentralen Hub oder Knoten, sodass die Geräte sich 1:1 mit mehreren Geräten verbinden und kommunizieren können. So entsteht ein Hub-Mesh-Netzwerk. • Stromverbrauch Genau wie Bluetooth Low Energy, eignet sich Bluetooth Mesh besonders gut für drahtlose Kommunikation mit extrem geringem Stromverbrauch; so können Low-Power-Knoten, die nur eine Knopfzellenbatterie verwenden, viele Jahre lang betrieben werden. Das Gerät kann länger schlafen, weil die Zeiträume zwischen den Funkzeiten länger sein können. • Anwendungsbeispiele Beleuchtung, HVAC, Netzwerke mit Drahtlos-Sensoren, Datenerfassung und vieles mehr. <p>Mögliche Nachteile von Bluetooth niederenergetisch:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchsatz Bluetooth Mesh ist nicht für Datenübertragung mit hohem Durchsatz geeignet. Es ist eine Lösung mit kurzer Latenzzeit. Für Datenübertragung mit hohem Durchsatz ist Bluetooth Low Energy besser geeignet. <p>Zum Einstieg in die Entwicklung Ihrer Bluetooth Mesh-Anwendung, besuchen Sie www.ti.com/bluetoothmesh</p>

Technologie	Überlegungen
Zigbee	<p>Vorteile von ZigBee:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Netzwerktyp ZigBee-Technologie ist ein Mesh-basiertes Protokoll, mit dem ein Netzwerk mit den Anforderungen Ihrer Anwendung mitwachsen kann. Es unterstützt Mesh-Netzwerke mit automatischer Einrichtung und Reparatur. Es gibt vier unterschiedliche ZigBee-Rollen: Koordinatoren, Router, Endgeräte und umweltfreundliche Geräte zur Stromversorgung. ZigBee ist hauptsächlich in der Gebäude- und Hausautomatisierung zu finden. • Stromverbrauch ZigBee ist eine energieeffiziente drahtlose Kommunikation, die eine lange Batterielaufzeit in Endanwendungen ermöglicht. Um diesen Energieverbrauch zu erreichen, wacht das Endgerät regelmäßig zum Senden von Daten auf und wechselt so schnell wie möglich erneut in den Energiesparmodus. ZigBee Green-Power-Bausteine können sogar batterie-lose Anwendungen wie Energiegewinnung mit Solarmodulen ermöglichen. • Robustheit der drahtlosen Datenübertragung ZigBee ist ein Drahtlos-Stack auf der Basis von IEEE 802.15.4 (als physikalische und MAC-Schicht). Die ZigBee-Anwendung kann aus bis zu 16 Kanälen einen bestimmten Kanal für die Kommunikation auswählen. ZigBee kann sich selbsttätig reparieren, einen nicht funktionsfähigen Knoten im Netzwerk identifizieren und die Daten nach Bedarf umleiten, um das Netzwerk zu erhalten. • Reichweite Eine typische Reichweite einer ZigBee-Anwendung ist bis zu 200 m Sichtlinie als Single-Hop-Abstand. Allerdings kann ZigBee eine große Reichweite durch seine Mesh-Netzwerkfähigkeit erreichen, indem mehrere ZigBee-Router im Netzwerk verkettet werden. • Sicherheit Mehr über die Sicherheit in Zigbee-Netzwerken erfahren Sie hier: Informationen zu Sicherheitsfunktionen der drahtlosen SimpleLink™ Mikrocontroller CC13x2 und CC26x2 für ZigBee • Zielanwendungen ZigBee-Netzwerke sind in verschiedenen Steuerungen zur Gebäudeautomation zu finden, beispielsweise als drahtlose Lichtschalter, Thermostate und vieles mehr. Die ZigBee-Zertifizierung garantiert auch die Interoperabilität mit ZigBee-zertifizierten Produkten anderer Hersteller. <p>Mögliche Nachteile von ZigBee:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Netzwerktyp ZigBee bietet keine einfache Möglichkeit, eine Verbindung mit der Cloud herzustellen. Die Verbindung mit einem IP-Netzwerk erfordert eine Gateway- und Adress-Übersetzungsschicht. • Durchsatz ZigBee ist nicht für eine hohe Datenübertragungsraten ausgelegt. Es wurde für Anwendungen mit geringen Anforderungen an die Datenrate mit einem maximalen Durchsatz von 250 KBit/s entwickelt. <p>Entdecken Sie neue Drahtlos-Technologien wie Zigbee SubGHz, das bewährte ZigBee-Eigenschaften wie Sicherheit und zuverlässige Energieeffizienz mit Kommunikationsfähigkeiten über große Distanzen in sich vereint.</p> <p>Informationen zum Einstieg in Ihre ZigBee-Anwendung finden Sie unter www.ti.com/zigbee</p>
Technologie	Überlegungen
Thread	<p>Vorteile von Thread:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Netzwerktyp Thread wurde für das Smart Home unter Verwendung von Mesh zu einem IP-basierten Netzwerk entwickelt. Es wurde in erster Linie für die Gebäudeautomation zur Steuerung von Beleuchtung, Thermostaten und anderen Produkten entwickelt. Thread repariert und konfiguriert sich selbst. Das bedeutet, dass die Knoten automatisch herauf- oder herabgestuft werden, um sicherzustellen, dass es im Netzwerk keinen einzelnen Fehlerpunkt gibt. Darüber hinaus funktioniert Thread mit jedem IPv6-Gateway, wodurch es einfach ist, neue Geräte im Netzwerk bereitzustellen. • Stromverbrauch Thread ist für Anwendungen mit geringem Stromverbrauch ausgelegt und verbindet Ihre Sensoren mit dem IPv6-Netzwerk. Thread-Endgeräte können sich über einen längeren Zeitraum im Ruhezustand befinden und so die Batterielebensdauer verlängern. • Reichweite Die Reichweite von Thread ist typischerweise bis zu 200 m Sichtlinie für einen Single-Hop. Thread ist ein Mesh-Netzwerk mit einer erweiterten Reichweite von bis zu 32 Hops. • Sicherheit Die Kommunikation zwischen Geräten ist standardmäßig durch die Verwendung von AES-128 abgesichert. Bei der Inbetriebnahme wird Standard-DTLS mit ECJ-PAKE verwendet. • Zielanwendungen Thread-Netzwerke sind in verschiedenen Smart Home-Geräten zu finden wie z. B. in Glühbirnen, elektronischen Schlössern und vielem mehr. Thread ist auch für die Steuerung durch alle Thread-zertifizierten Geräte ausgelegt. Es lässt sich problemlos in ein vorhandenes Anwendungsframework integrieren. <p>Mögliche Nachteile von Thread:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchsatz IPv6-basierte Netzwerke können erhöhten Overhead aufweisen, deswegen sollte bei der Entscheidung für einen Standard in Betracht gezogen werden, dass die von Thread erreichte Datenübertragungsrate von 250 Kbit/s für bestehende IPv6-Bereitstellungen weniger gut geeignet ist. • Anwendungsunabhängig Thread schreibt kein interoperables Anwendungsframework vor; während bei Thread die Netzwerkinteroperabilität zertifiziert ist, ist die Interoperabilität des Anwendungsframeworks nicht garantiert. <p>Informationen zum Einstieg in Ihre Thread-Anwendung finden Sie unter www.ti.com/thread</p>

Technologie	Überlegungen
WLAN	<p>Vorteile von WLAN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Netzwerktyp WLAN unterstützt Sternnetzwerke (Workstations oder andere Geräte mit einem zentralen Zugangspunkt), Peer-to-Peer-Verbindungen (Wi-Fi-Direkt) und Mesh-Netzwerke. WLAN-Netzwerke sind sowohl in Unternehmen als auch bei den meisten Menschen zu Hause weit verbreitet, sodass Produkte mit dieser Technologie sehr schnell mit bestehenden Infrastrukturen verbunden werden können. • Robustheit der drahtlosen Verbindung WLAN kann auf dem 2,4-GHz- und dem 5-GHz-Band betrieben werden, was WLAN-Produkten die Flexibilität gibt, zu entscheiden, welche Frequenz unterstützt werden soll. Da WLAN auch über das weniger überlastete 5-GHz-Band senden kann, können Produkte weniger überlastete Kanäle nutzen, um die Leistung zu verbessern. Darüber hinaus bieten erweiterte PHY-Modulationsarchitekturen WLAN die Fähigkeit Daten schnell zu senden. Dies bedeutet, dass Datenpakete kürzere Zeit unterwegs sind und es zu weniger Kollisionen kommt. • Sicherheit WLAN besitzt ein aktives Ökosystem, das sich ständig weiterentwickelt, um die aktuellsten Sicherheitsfunktionen zu bieten und wirksam gegen Hackerangriffe zu schützen. WLAN-Daten können vor der Übertragung mit dem neuesten WPA3-Verschlüsselungsstandard auf privater und Unternehmensebene gesichert werden. WLAN bietet auch mehrere Sicherheitsebenen aufgrund der nativen TLS wie beim IP-Protokoll. Unsere Produkte erfüllen einige der strengsten Sicherheitsanforderungen gemäß der FIPS 140-2-Zertifizierung. Wenn Sie mehr über die Sicherheit in WLAN-Netzwerken erfahren möchten, lesen Sie: Informationen zu Sicherheitsmerkmalen der SimpleLink CC32xx-Mikrocontroller für WLAN • Durchsatzrate Das WLAN-Protokoll punktet mit einfacher Skalierbarkeit, die dazu genutzt werden kann, um eine Vielzahl von Anwendungsübertragungsanforderungen, darunter Edge-Knoten und Gateways, zu unterstützen. Es ermöglicht die schnelle Bereitstellung von Over-The-Air-Updates und kann, dank der Mimo-Technik (Multiple Input Multiple Output), typische IoT/Edge-Knoten-Geräte mit Durchsatzraten von bis zu 100 MBit/s. unterstützen. • Stromverbrauch Das WLAN-Protokoll ist flexibel und kann für batteriebetriebene Anwendungen mit durchschnittlich sehr geringem Stromverbrauch, wenn mit dem Netzwerk verbunden, eingesetzt werden. Es ist außerdem die Architektur mit dem geringsten Stromverbrauch pro Bit bei der Datenübertragung. • Zielanwendungen WLAN kommt typischerweise in Heimnetzwerken, kommerziellen Netzwerken, in Industrie- und Unternehmensnetzwerken zum Einsatz und wird für die drahtlose Verbindungen zwischen Geräten und von Geräten mit der Cloud verwendet. WLAN wird in Produkten für Gebäudeautomatisierung, wie Videoüberwachungssystemen, HVAC, Zugangskontrollanwendungen; im Gesundheitswesen für die Patientenüberwachung und medizinische Geräte; für die Stromnetzinfrastruktur in Anwendungen wie intelligenten Strommessgeräten, Solarenergie/erneuerbare Energien, Ladetechnik für Elektrofahrzeuge und viele weitere intelligente Produkte, die eine Internetverbindung und Fernüberwachungsfunktionen benötigen, eingesetzt. Es ist anzumerken, dass WLAN der am weitesten verbreitete drahtlose Kommunikationsstandard zwischen Geräten und dem Internet ist. <p>Mögliche Nachteile von WLAN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stromverbrauch Die WLAN-Netzwerktypen benötigen extra Strom für zusätzliche Übertragungs-/Empfangszyklen zusätzlich zu den Anwendungsanforderungen, um die WLAN-Verbindung aufrecht zu halten. Kalibrierungs- und Empfänger-/Senderströme können stärker als bei anderen Technologien sein, weshalb WLAN-Lösungen AA Batterien verwenden und höheren Spitzenstromverbrauch haben. • Reichweite 5-GHz-Übertragungen haben eine kürzere Reichweite, weil gilt, je höher die Frequenz, desto mehr Pfadverlust. Dies verringert auch seine Fähigkeit feste Oberflächen, wie Wände oder Decken in Häusern zu durchdringen. <p>Informationen zum Einstieg in Ihre WLAN-Anwendung finden Sie unter www.ti.com/wifi</p>

Technologie	Überlegungen
2,4 GHz proprietär	<p>Vorteile von proprietärem 2,4 GHz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Netzwerktyp Ein proprietäres 2,4-GHz-Netz gibt Ihnen die Flexibilität, Ihre drahtlosen Anwendungsebenen-Protokolle anzupassen und sowohl Peer-to-Peer-, als auch Mesh- oder sternförmige Netzwerkarchitekturen zu implementieren. Das 2,4-GHz-Band ist weltweit lizenzfrei, so dass Sie Ihre Anwendung zu einem niedrigeren Preis bereitstellen können. • Stromverbrauch Proprietäre Lösungen ermöglichen die bestmögliche Leistungsoptimierung, da Sie bei der Anpassung des Zeitpunkts und der Dauer der Datenübertragung nicht eingeschränkt sind. • Durchsatz Es könnte zu einer höheren effektiven Datenübertragungsrate als bei den meisten drahtlosen Standards kommen, da Sie den Kommunikationsaufwand, der normalerweise mit drahtlosen Protokollen verbunden ist, optimieren können. • Zielanwendungen Ideal für benutzerdefinierte drahtlose Protokollanwendungen und Interoperabilität mit 2,4GHz Legacy-Drahtlosprotokoll Anwendungen. <p>Mögliche Nachteile von Proprietärem 2,4 GHz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standards Proprietäres 2,4 GHz wird genutzt, um benutzerdefinierte Protokolle zu ermöglichen, die von bestehenden Standards abweichen. Sie müssten das Protokoll der Anwendungsschicht definieren, wenn Sie zwischen verschiedenen Peers kommunizieren. Proprietäre 2,4 GHz-Protokolle sind nicht mit Geräten kompatibel, die einen anderen drahtlosen Standard verwenden. • Reichweite 2,4 GHz-Netzwerke bieten in der Regel nicht die größte Reichweite (siehe proprietäres Sub-1 GHz für proprietäre Netzwerke mit großer Reichweite). Allerdings kann die Reichweite Ihrer Anwendung durch die Auswahl von Drahtlosgeräten mit Leistungsverstärkern (PA) in Verbindung mit externen Antennen vergrößert werden. <p>Zum Einstieg in die Entwicklung Ihrer WLAN-Anwendung besuchen Sie www.ti.com/wireless</p>
Technologie	Überlegungen
Proprietäres Sub-1 GHz mit 15.4-Stack	<p>Vorteile von Proprietärem Sub-1 GHz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Netzwerktyp Ein Proprietäres Sub-1-GHz-Netzwerk ermöglicht Ihnen die Flexibilität, Ihr Protokoll der drahtlosen Anwendungsschicht individuell anzupassen und für Peer-to-Peer-, Mesh- oder Stern-Netzwerkkonfigurationen zu verwenden.. • Drahtlose Robustheit Sub-1 GHz ist auch normalerweise weniger überfüllt als das 2,4-GHz-Band und bietet dadurch eine viel robustere drahtlose Kommunikation. Das Sub-1-GHz-Frequenzband (normalerweise 300 MHz bis 900 MHz) variiert jedoch je nach geographischem Bereich, und die Lizenzierung des Frequenzbandes muss berücksichtigt werden, wenn Produkte für weltweite Bereitstellungen entwickelt werden. In einigen Ländern gibt es innerhalb von Sub-1 GHz ein spezifisches Frequenzband, das lizenzfrei ist. So ist z. B. 915 MHz ein lizenzfreies Band in den USA, aber nicht weltweit. • Stromverbrauch Proprietäre Lösungen ermöglichen die bestmögliche Leistungsoptimierung, da Sie bei der Anpassung des Zeitpunkts und der Dauer der Datenübertragung nicht eingeschränkt sind. • Reichweite Signale im Sub-1-GHz-Frequenzband können aufgrund der längeren Trägerwelle erheblich größere Entfernungen zurücklegen und dadurch auch Wände durchdringen. Je länger aber die Entfernung ist, desto niedriger muss u. U. die Datenrate sein, da Datenverluste ins Spiel kommen können. Darüber hinaus kann die Reichweite Ihrer Anwendung mit Leistungsverstärkern (PA) in Verbindung mit externen Antennen vergrößert werden. • Zielanwendungen Ideal für Anwendungen, die eine Kommunikation mit höherer Reichweite benötigen, wie Messgeräte, Rauchmelder oder Temperatursensoren für Gebäude und Industrieanwendungen. <p>Mögliche Nachteile von Proprietärem Sub-1 GHz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standards Im Sub-1-GHz-Frequenzband gibt es derzeit keinen weithin akzeptierten Drahtlosstandard. In einem proprietären Netzwerk müssten Sie das Protokoll der Anwendungsschicht definieren, wenn Sie zwischen verschiedenen Peers kommunizieren. • Durchsatz Der Datendurchsatz für Sub-1 GHz kann von 5 KBit/s bis 500 KBit/s betragen und damit effektiv niedriger sein als die Datenübertragung mit höherer Frequenz wie 2,4 GHz. Je niedriger die Frequenz ist, desto geringer ist aufgrund der Frequenzbandbreite auch die Datenbandbreite, die übertragen werden kann. <p>Informationen zum Einstieg in Ihre Proprietäre Sub-1 GHz-Anwendung finden Sie unter www.ti.com/sub1ghz</p>

Technologie	Überlegungen
Amazon Sidewalk	<p>Vorteile von Amazon Sidewalk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übersicht Amazon Sidewalk ist ein gemeinsam genutztes Netzwerk, das dazu beiträgt, dass Geräte wie Amazon Echo, Ring Sicherheitskameras, Außenbeleuchtungsanlagen und Bewegungsmelder zu Hause und vor der Haustür besser funktionieren. Wenn Sie das Sidewalk-Netzwerk aktivieren, kann Ihr Endprodukt von einzigartigen Vorteilen profitieren, andere Sidewalk-fähige Geräte in der Nachbarschaft unterstützen und sogar Zugang zu neuen Innovationen, wie der Ortung anderer mit dem Sidewalk-Netzwerk verbundener Geräte schaffen. • Netzwerktyp Amazon Sidewalk ist ein sternförmig angeordnetes Netzwerk, mit dem Sie Geräte jenseits Ihrer Eingangstür einfach verbinden können. • Stromverbrauch Die Transceiver und Drahtlos-MCUs in den Endknoten besitzen dieselbe energieeffiziente Technologie, wie sie auch in Durchflussmessern verwendet wird. Die Knoten können nur mit AAA-Batterien jahrelang funktionieren. • Durchsatz FSK – 50 KBit/s., Bluetooth Low Energy 2 MBit/s., 1 MBit/s., 500 KBit/s., 125 KBit/s.. Datenraten können sich weiterentwickeln und Transceiver und Drahtlos-MCUs von TI unterstützen eine große Bandbreite von Datenraten. • Drahtlose Robustheit TI-Lösungen für Sidewalk verwenden das Sub-1-GHz-Band und Bluetooth Low Energy. Sub-1 GHz ist auch normalerweise weniger überfüllt als das 2,4-GHz-Band und bietet dadurch eine viel robustere drahtlose Kommunikation. In einigen Ländern gibt es innerhalb von Sub-1 GHz ein spezifisches Frequenzband, das lizenzfrei ist. So ist z. B. 915 MHz ein lizenzfreies Band in den USA, aber nicht weltweit. • Reichweite Im Sidewalk-Netz können Endknoten mit den Sidewalk-Brücken in der Nachbarschaft verbunden werden. Dabei wird ein kleiner Teil der Bandbreite gemeinsam genutzt, was bedeutet, dass der Endknoten immer mit dem Netzwerk verbunden ist, solange er sich in der Nähe einer Sidewalk-Brücke befindet. • Sicherheit Es gibt mehrere Sicherheitsebenen zum Schutz von Kundendaten und der Privatsphäre. Weitere Informationen finden Sie in diesem Whitepaper von Amazon. • Zielanwendungen Unbegrenzte Anwendungsmöglichkeiten. Gebäudeautomatisierung, Feuchtigkeitssensoren, Garagentürschlösser, Leck- und Temperatursensoren, Ortung von Haustieren, Heimsicherheit und so weiter. <p>Mögliche Nachteile von Amazon Sidewalk:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weltweiter Einsatz Momentan ist Sidewalk nur für ISM-Bänder in Amerika verfügbar. <p>Zum Einstieg in Ihre Amazon-Sidewalk Anwendung, besuchen Sie www.ti.com/amazonsidewalk</p>
Technologie	Überlegungen
Matter (Connected home over IP (CHIP))	<p>Vorteile von Matter (Connected home over IP (CHIP)):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Netzwerktyp Matter (Project CHIP) ist ein Anwendungs-Framework, das über mehrere IP-basierte Drahtlos-Technologien wie Thread oder WLAN ausgeführt wird und Bluetooth Low Energy zur einfachen Bereitstellung verwendet. Es ist dafür ausgelegt, mit den verschiedenen Smart Home- oder Gebäudeautomatisierungs-Ökosystemen, wie intelligenten Lautsprechern oder Sensoren kompatibel zu sein und eine Verbindung zum World Wide Web herzustellen. • Stromverbrauch, Durchsatz, Reichweite, drahtlose Robustheit Abhängig davon, welche grundlegende IP-basierte Drahtlos-Technologie verwendet wird. • Sicherheit Jedes Gerät muss authentifiziert und attestiert sein, um sicherzustellen, dass keines der verbundenen Geräte manipuliert wurde. • Anwendungsbereiche Türschloss, Thermostat, Temperatursensoren, Lichtschalter und viele weitere Geräte für die Smart Home-Automatisierung <p>Mögliche Nachteile von Matter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geräteanforderungen Benötigt viel Speicherplatz <p>Zum Einstieg in die Entwicklung Ihrer Matter-Anwendung, besuchen Sie www.ti.com/matter</p>

Technologie	Überlegungen
MIOTY	<p>Vorteile von MIOTY:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übersicht MIOTY ist eine neue energiesparende Weitverkehrsnetz-Lösung (LPWAN) und ist mit dem Standard ETSI-103 357 konform. MIOTY erreicht große Reichweiten mit Sub-1 GHz-Kommunikation und ermöglicht robuste Netzwerke durch seine innovative Telegramm-Splitting-Technologie. Dank der Telegramm-Splitting-Technologie kann MIOTY auf Tausende von Geräten auf einer einzigen Basisstation skalieren. Zielanwendungen sind Sensorgeräte mit geringem Stromverbrauch, wie Messgeräte und Geräte zur Überwachung von Industrieanlagen und der Umwelt. • Netzwerk MIOTY ist ein sternförmig angeordnetes Netzwerk mit mehr als 10.000 Knoten. • Stromverbrauch MIOTY zeichnet sich durch seine Energieeffizienz aus und wird in Anwendungen mit extrem geringem Stromverbrauch eingesetzt. Mit MIOTY können Batterielebenszeiten von mehr als 15 Jahren erreicht werden. • Durchsatz Die Datenraten von MIOTY sind mit 400 Bit/s. sehr klein, aber der Standard zeichnet sich durch seine hohe Kommunikationsreichweite aus. • Reichweite MIOTY punktet mit großen Reichweiten, 5 km in der Stadt und bis zu 15 km auf dem Land. • Anwendungsbereiche MIOTY ist ideal für alle Anwendungen, für die geringe Datenraten ausreichen. Im Smart-Grid-Sektor eingesetzte Durchflussmessgeräte (Gas, Wasser) sind ein gutes Beispiel dafür. Ortung von Assets ist eine weitere Anwendung, für die MIOTY sehr gut geeignet ist. Ein weiterer wachstumsstarker Markt ist die Smart-Landwirtschaft. Dazu gehören Anwendungen wie Umwelt- und Erdüberwachung, Tracking von Assets auf dem Bauernhof und Steuerung für Bewässerungsanlagen. <p>Mögliche Nachteile von MIOTY:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durchsatz MIOTY eignet sich weniger gut für Anwendungen, für die höhere Datendurchsatzraten erforderlich sind, wie elektrische Messgeräte. <p>Zum Einstieg in die Entwicklung Ihrer MIOTY-Anwendung besuchen Sie www.ti.com/MIOTY</p>
Technologie	Überlegungen
Wi-SUN®	<p>Vorteile von Wi-SUN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übersicht Wi-SUN® ist ein Standard-basiertes Mesh-Netzwerk mit Frequenz-Hopping. Die Wi-SUN-Allianz umfasst mehr als 300 Mitglieder aus 46 Ländern, mit mehr als 100 Millionen Geräten weltweit im Einsatz. Wi-SUN unterstützt die IPv6 Protokoll-Suite und eine standard-basierte mehrschichtige Sicherheitsarchitektur. Der Standard unterstützt verschiedene Datenraten und Frequenzbänder, um verschiedene regulatorische Vorgaben weltweit zu erfüllen. Zu den Anwendungen gehören Smart-Grid- und Smart City-Anwendungen mit zertifizierten Produkten, die mit den Produkten einer Vielzahl von Anbietern interoperabel sind. • Netzwerktyp Wi-SUN ist ein Mesh-Netzwerk, in dem ein einziger Grenzrouter typischerweise Hunderte von Knoten unterstützt. Mehrere Grenzrouter können mit dem gleichen Netzwerknamen und unterschiedlicher PAN-ID bereitgestellt werden oder verschiedene Netzwerknamen können konfiguriert werden, um das Netzwerk auf Tausende von Knoten zu skalieren. Durch den Einsatz mehrerer Grenzrouter verbessert sich auch die Robustheit des Gesamtnetzwerks. • Reichweite Typische Wi-SUN-Netzwerke decken mehrere Quadratkilometer in einer städtischen Umgebung ab und haben 5–10 Hops. Mit dem Wi-SUN 1.0 Standard können bis zu 24 Hops (oder Ebenen) implementiert werden. • Stromversorgung Alle Knoten in einem Wi-SUN 1.0-Netzwerk sind Router und nicht für Batteriebetrieb gedacht. Zukünftige Versionen des Standards sollen auch für batteriebetriebene Geräte verwendet werden können. • Sicherheit Wi-SUN FAN 1.0 bietet erstklassige Netzwerksicherheit basierend auf dem IEEE 802.1x-Standard. Es implementiert Public Key Infrastructure mit x.509-Zertifikaten, von denen jedes Gerät im Wi-SUN-Netzwerk sein eigenes eindeutiges Zertifikat haben muss. Zertifikate für die Geräteidentifizierung können entweder von einer von der Wi-SUN-Allianz autorisierten Drittanbieter-Zertifizierungsstellen (CA) oder einer Hersteller-Zertifizierungsstelle ausgestellt werden. • Anwendungsbereiche Die meisten Wi-SUN Produkte werden im Bereich Smarte Messungen verwendet, aber Smart City-Anwendungen, wie für die Straßenbeleuchtung, gewinnen an Bedeutung. Wi-SUN eignet sich besonders gut für Smart City-Anwendungen, für die eine große RF-Übertragungreichweite, ein hohes Maß an Sicherheit und eine große Anzahl an Knoten benötigt werden. <p>Mögliche Nachteile von Wi-SUN:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stromverbrauch Der Wi-SUN FAN 1.0-Standard unterstützt nur Router, die immer eingeschaltet sind, was eine große Herausforderung für batteriebetriebene Geräte bedeutet. Für die Zukunft soll der Standard auch schlafende, batteriebetriebene Knoten unterstützen können. • Sicherheit Für Wi-SUN FAN 1.0 müssen Sicherheitszertifikate verwendet werden, was bei Anwendungen mit niedrigeren Sicherheitsanforderungen zu einem beträchtlichen Overhead führt. <p>Zum Einstieg in die Entwicklung Ihrer Wi-SUN-Anwendung besuchen Sie www.ti.com/wisun</p>

Technologie	Überlegungen
Wireless-M-Bus	<p>Vorteile von Wireless M-Bus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übersicht Wireless M-Bus (wM-Bus) ist der einzige europäische Standard für drahtlose Zählerdatenübertragung. Der Standard hat im Umfeld der wichtigsten europäischen Messgeräte-Hersteller einige Marktbedeutung gewonnen. Wenn irgendwo in Europa ein drahtloser Zähler oder Heizkostenverteiler installiert ist, sind die Chancen groß, dass er mit diesem Standard ausgestattet ist. Er wird in einigen europäischen Ländern bereits seit mehr als 15 Jahren eingesetzt. wM-Bus ist in der europäischen Norm (EN) 13757-4 standardisiert und dient der Spezifikation der Kommunikation zwischen Zählern und Datenerfassungsgeräten, auch Gateways genannt. • Netzwerk wM-Bus ist ein sternförmiges Netzwerk (LPWAN) mit bis zu 1000 Knoten. Dieses Netzwerk soll für das Ablesen von Zählern in Städten oder Nachbarschaften genutzt werden. • Stromverbrauch wM-Bus wurde mit der Absicht entwickelt, einen Standard mit extrem geringem Stromverbrauch zu erfinden. Aufgrund der Eigenschaften von Zähleranwendungen, verwenden die meisten wM-Bus-Geräte Lithium-Batterien. • Durchsatz wM-Bus-Stack unterstützt verschiedene Übertragungsraten, diese werden von verschiedenen Knoten definiert. Der stationäre Modus (S) wird dann eingesetzt, wenn Zähler Daten nur wenige Male pro Tag senden müssen. Der Transmissionsmodus (T) wird dann verwendet, wenn größere Datenmenge pro Tag gesendet müssen. Im Kompaktmodus (C) können noch größere Datenraten gesendet werden. Diese drei Betriebsmodi arbeiten auf 868 MHz. Die Datenrate in den C-, S-, und T-Modi beträgt zwischen 32 KBit/s. und 100 KBit/s.. Wenn die Datenrate nicht so hoch sein soll, aber Ihr Netzwerk sich über eine große Fläche erstreckt, dann ist die Lösung ein Schmalband-Netzwerk mit einer Frequenz von 169 MHz. Im N-Modus, auch Schmalband-Modus genannt, können Datenraten von 2,4 bis 19,2 KBit/s. gesendet werden. • Reichweite wM-Bus-Netzwerke besitzen eine Reichweite von mehreren Kilometern. • Anwendungsbereiche wM-Bus wurde für den drahtlosen Messgeräte-Markt entwickelt. Zu den Drahtlos-Messgeräten gehören Strom-, Gas- und Wasserzähler. wM-Bus wird außerdem oft für Heizkostenverteiler genutzt. <p>Mögliche Nachteile von wM-Bus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weltweiter Einsatz Momentan wird wM-Bus größtenteils in Europa verwendet, falls Sie nicht in Europa sind, ist dieser Standard Ihnen wohl eher nicht bekannt. <p>Zum Einstieg in die Entwicklung Ihrer wM-Bus-Anwendung besuchen Sie www.ti.com/wmbus</p>

Die Auswahl einer Technologie zur drahtlosen Kommunikation für Ihre Anwendung kann eine Herausforderung darstellen. In diesem Leitfaden werden die anfänglichen technischen Daten erläutert, die berücksichtigt werden sollten. Deshalb bietet TI Bausteine an, die alle oben genannten Protokolle unterstützen, und macht es einfach, Anwendungscode wiederzuverwenden, wenn sich Ihre Anforderungen ändern. Sie planen gerade ein neues Projekt mit drahtloser Kommunikation? Besuchen Sie www.ti.com/wireless, um mehr über die jeweilige drahtlose Technologie zu erfahren.

Wichtiger Hinweis: Die hier beschriebenen Produkte und Dienstleistungen von Texas Instruments Incorporated und seinen Tochterunternehmen werden unter den Standard-Verkaufsbedingungen von TI verkauft. Den Kunden wird empfohlen, aktuelle und vollständige Informationen zu TI-Produkten und Dienstleistungen einzuholen, bevor sie Bestellungen platzieren. TI übernimmt keine Haftung für Anwendungsunterstützung, Kundenanwendungen oder Produktdesigns, Softwareleistung oder Verletzung von Patenten. Die Veröffentlichung von Informationen über Produkte oder Dienstleistungen anderer Unternehmen bedeutet keine Genehmigung, Garantie oder Empfehlung seitens TI.

Der Plattformbalken und SimpleLink sind Marken von Texas Instruments. Alle anderen Marken sind Eigentum der jeweiligen Inhaber.

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATASHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, or other requirements. These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to TI's Terms of Sale (<https://www.ti.com/legal/termsofsale.html>) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2021, Texas Instruments Incorporated