

Funklösungen von Beckhoff für den industriellen Einsatz

Alternativen zur Verkabelung: WLAN oder IEEE 802.15.4

In der Automatisierungstechnik ist eines der Hauptziele, den Installationsaufwand für Anlagen möglichst minimal und kostengünstig zu halten und trotzdem eine ideale Performance der Anlage zu erzielen. Durch die Verwendung von Funktechnik können teure Installationen und Wartungskosten insbesondere an beweglichen Teilen, bedingt durch Schleifringe, Schleppkabel oder unwegsames Gelände, kostengünstiger gelöst werden. Beckhoff bietet hier mit der Wireless-Datenaustauschklemme KM6551 und dem USB-zu-WLAN-Adapter CU8890 industrietaugliche Produkte an.

Funktechnik-Basics

Die Funktechnik nutzt zur Übertragung elektromagnetische Wellen, die durch Antennen abgegeben und empfangen werden. Die Übertragung findet in verschiedenen Frequenzbereichen statt (Abbildung 1).

Frequenznutzung

Die unterschiedlichen Frequenzen haben unterschiedliche Ausbreitungseigenschaften. Es gilt:

- | je höher die Frequenz, desto höher die Dämpfung (= schlechtere Ausbreitung)
- | je höher die Bandbreite, desto mehr Daten lassen sich übertragen.

Es muss folglich ein Mittelweg aus guten Ausbreitungseigenschaften und hoher Datenrate (= Bandbreite) gefunden werden.

Ein Problem ist, dass die Frequenznutzung durch das jeweilige Land reglementiert ist. Es gibt fest vergebene Bänder für TV, Radio, Lizenzfunk, Amateurfunk, GSM etc. Für die Automatisierung gibt es (leider) kein eigenes Frequenzband, allerdings zur Nutzung freigegebene ISM (Industrial Scientific Medical)-Bänder (siehe Tabelle).

Historisch haben sich in allen Ländern unterschiedliche Nutzungserlaubnisse für die Frequenzen ergeben. Das einzige weltweit nutzbare Band ist das 2,4-GHz-Band, bei dem eine relativ große Bandbreite (ca. 80 MHz) genutzt werden kann und die Ausbreitungseigenschaften akzeptabel sind.

Die Frequenznutzung in ISM-Bändern ist zwar kostenlos, dies gilt aber nur unter bestimmten Voraussetzungen (u. a. max. Sendeleistung und abgestrahlte Störungen in andere Bänder), für die das System zertifiziert sein muss. Die Voraussetzungen sind im jeweiligen Land durch Gesetze und Normen geregelt (in Deutschland durch die BNetzA = Bundesnetzagentur).

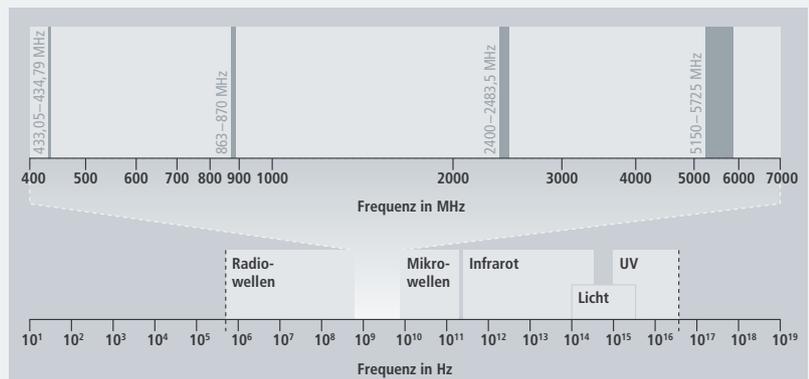


Abbildung 1: Lizenzfrei nutzbare Frequenzbänder im elektromagnetischen Spektrum (Quelle: ZVEI)

Wichtige ISM-Bänder und ihre Anwendungen		
Frequenz in MHz	Anwendungsbeispiele	Anmerkung
433	Autoschlüssel, Alarmanlagen	primär Funkamateurband
2400-2485	WLAN, Bluetooth, IEEE 802.15.4	weltweit
5,18-5,32 + 5,5-5,835	WLAN	
868**	Wetterstationen, EnOcean	Duty-Cycle*

* Duty-Cycle = es gibt eine zeitliche Nutzungsbeschränkung für das Band, z. B. 1% Nutzungsdauer, d. h. 1% der Zeit Sendeerlaubnis.

** kein ISM aber für Short Range Devices (SRD) in der EU zur Allgemeinnutzung freigegeben

Funktechniken mit ihren Eigenschaften						
System	Frequenz in MHz	Modulation	Datenrate	Sendeleistung	Energieverbrauch	Topologie
WLAN 802.11b	2400	QAM/DSSS	bis 11 MBit/s	100 mW	hoch	PtP, Stern
WLAN 802.11g	2400	QAM/OFDM	bis 54 MBit/s	100 mW	hoch	PtP, Stern
WLAN 802.11a	2400 + 5500	QAM/OFDM	bis 54 MBit/s	100 mW*	hoch	PtP, Stern
IEEE 802.15.4	2400	QAM/DSSS	250 kBit/s	10 mW SRD	niedrig	PtP, Stern, Mesh
EnOcean	868	ASK	125 kBit/s	10 mW SRD	sehr niedrig	PtP, Stern

* bei Verwendung des Standards IEEE 802.11 a+h in besonderen Fällen bis 1.000 mW

Funktechnik

Um auf den Frequenzbändern Daten zu übertragen, gibt es verschiedene Funktechniken, die sich in ihren Modulationsverfahren (Datenraten), Sendeleistungen (Reichweiten), Energieverbrauch u. v. m. unterscheiden.

Die Automatisierungstechnik versucht oft, ihre Anforderungen mit bestehenden Technologien (z. B. RS232) oder Anpassungen davon (EtherCAT nach Ethernet-Physik) zu erfüllen. So ist es auch bei der Funktechnik, die i. d. R. Bestandteile von WLAN, IEEE 802.15.4, Bluetooth, GSM/GPRS/UMTS, 868, EnOcean oder proprietären Techniken nutzt. Die Systeme kann man grob in drei Gruppen einteilen:

- | für die Office-Welt entwickelt: WLAN, Bluetooth
- | für die Automatisierungs-/Gebäudetechnik entwickelt: IEEE 802.15.4, EnOcean
- | allgemeine Techniken: 868 MHz, 433 MHz, 2.4 GHz proprietär

Die genutzten Bestandteile der Technologien sind anhand des OSI/ISO-Schichtenmodells beschreibbar. Gremien wie z. B. der IEEE oder die ETSI definieren meist PHY- und MAC-Layer, anhand deren Spezifikation dann die verschiedenen Funk-Chips der Chiphersteller entwickelt werden. Die oberen Protokollschichten definieren Interessengemeinschaften wie die ZigBee-Allianz, wobei es hier oft auf Kompatibilität untereinander ankommt.

OSI-Schicht	CU8890	KM6551	ZigBee	
Anwendung	Remote Desktop, HTTP	SPS-Programm	Definition von Profilen durch die ZigBee-Allianz	Software
Darstellung				
Sitzung				
Transport	TCP/UDP			
Vermittlung	IP	KM6551 Master	ZigBee-Protokoll	
Medienzugriff	IEEE 802.11	IEEE 802.15.4	IEEE 802.15.4	Hardware
Physik (Bitübertragung)	IEEE 802.11 b/g	IEEE 802.15.4 für 2,4 GHz	IEEE 802.15.4 für 2,4 GHz	

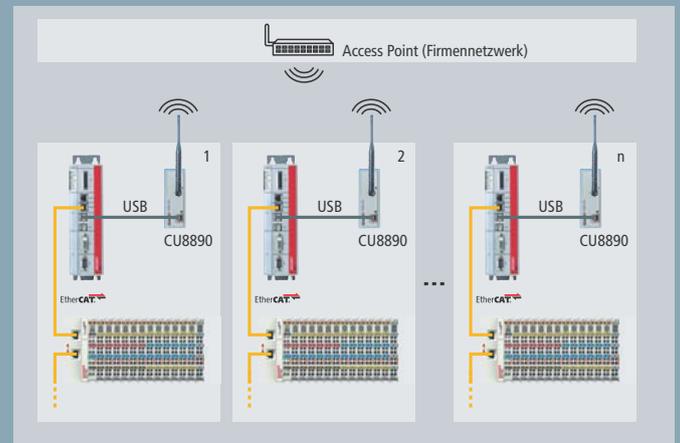
WLAN für den Industrie-PC

Der CU8890 bietet mit dem bewährten Standard WLAN nach IEEE 802.11 b/g eine kompatible Lösung zu allen gängigen WLAN-Access-Points. Er ermöglicht so den Zugang zu vorhandenen Infrastruktur-Netzen. Es können alle Beckhoff Industrie-PCs mit einem USB-Anschluss als WLAN-Client genutzt werden. Client-Treiber stehen für Windows XP, XP Embedded und Windows CE zur Verfügung und somit für jeden Beckhoff Industrie- und Embedded-PC. Diese unterstützen auch den Adhoc-Modus. Mit den Treibern für Windows XP und XP Embedded kann der CU8890 auch als Access-Point betrieben werden. Verschlüsselungsmechanismen sind mit AES-128-Bit bis WPA2 möglich; das Modul ist Cisco-CCX-kompatibel und unterstützt PEAP und LEAP. Die Datenrate wird dynamisch bis 54 MBit/s brutto angepasst.

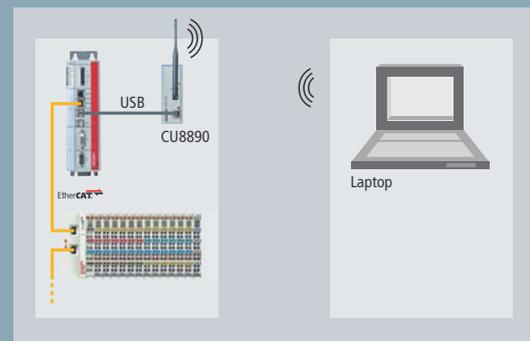
Der CU8890 besitzt einen reversen SMA-Stecker, an den verschiedene Funkantennen angeschlossen werden können. Durch die freie Wahl einer Antenne kann man sich der Umgebung entsprechend anpassen. Beckhoff bietet ein komplettes Zubehörprogramm mit Antennen und Kabeln.

Je nach Umgebungsbedingungen können im freien Feld bis zu 300 m zwischen zwei CU8890-Modulen liegen. Die freie Wahl zwischen 11 Kanälen im 2,4-GHz-Band ist möglich. Status und Datentransfer werden über LEDs angezeigt und bieten damit eine schnelle und einfache Diagnose.

CU8890 als Client

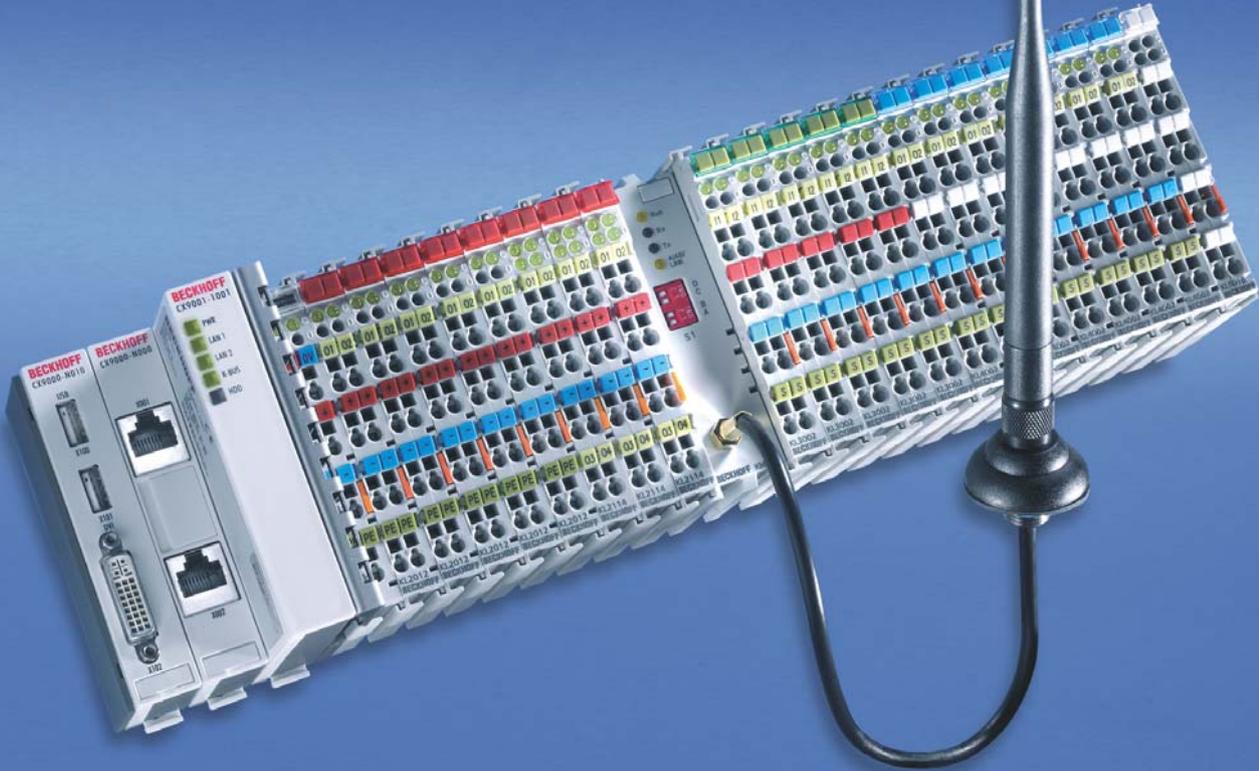


CU8890 als Access Point



Mit dem WLAN-Modul CU8890 kann alles, was auf UDP/TCP/IP basiert, übertragen werden. UDP/TCP/IP = Remote Desktop, http, Publisher/Subscriber über UDP/TCP etc. (Real-Time-Ethernet und EtherCAT sind nicht möglich).

Datenaustausch per Funk mit KM6551



Die Datenaustauschklemme KM6551 für das Beckhoff Busklemmensystem nutzt eine Lösung aus standardisierter Basistechnologie (IEEE 802.15.4), welche mit 16 unabhängigen Kanälen und dem DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)-Spreizverfahren, ein Frequenzspreizverfahren für die drahtlose Da-

tenübertragung, gute physikalische Bedingungen bietet. Darauf wurde ein proprietäres, schnelles und für die Automatisierung angepasstes Protokoll entwickelt. Die Kommunikation ist nur unter KM6551-Klemmen möglich. Es wird kein ZigBee-Protokoll unterstützt.

Unabhängig vom überlagerten Feldbus werden Daten ausgetauscht oder zwischen zwei eigenständigen Steuerungen Daten über Funk übertragen. Im freien Feld können bis zu 300 m zwischen zwei KM6551 liegen.

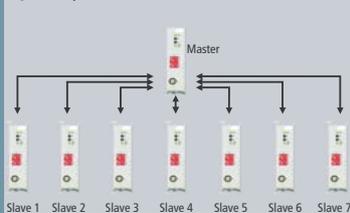
Das Datenaustauschmodul besitzt einen reversen SMA-Stecker (Straight Medium Adapter), an den verschiedene Funkantennen angeschlossen werden können. Durch die freie Wahl einer Antenne kann man sich der Umgebung entsprechend anpassen. Es kann frei zwischen 16 Kanälen im 2,4-GHz-Band gewählt werden. Der Status und der Datenaustausch werden über LEDs angezeigt und bieten damit eine schnelle und einfache Diagnose. Für den Einsatz des KM6551-Moduls mit TwinCAT steht eine Bibliothek zur Verfügung.

Die Automatisierungsindustrie legt besonderen Wert auf eine deterministische, schnelle Kommunikation. Diese ist bei Funksystemen insbesondere von der Topologie abhängig. Beckhoff bietet mit der Busklemme KM6551 eine kostengünstige und leistungsfähige Möglichkeit, PTP-, Stern- und Broadcast-Strukturen per Funk aufzubauen. Dank der Busklemmenvielfalt mit über 300 Klemmen und der einfachen Konfiguration per TwinCAT System Manager, können sehr einfach die verschiedensten Signaltypen in einem 10-Byte-Prozessabbild übertragen werden. Auch die Übertragung sicherheitsrelevanter Daten ist über das TwinSAFE-Protokoll möglich.

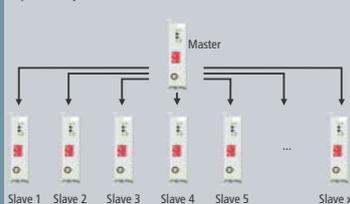
Option 1 | Datenaustausch Peer-to-Peer



Option 2 | Datenaustausch bis max. 7 Teilnehmer



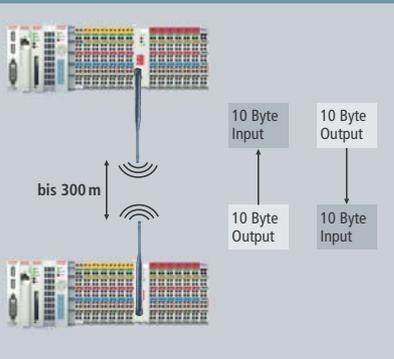
Option 3 | Broadcast zu x Teilnehmern



Die Betriebsmodi der Datenaustauschklemme KM6551: Punkt-zu-Punkt, Punkt-zu-Multipunkt (Stern), Broadcast.

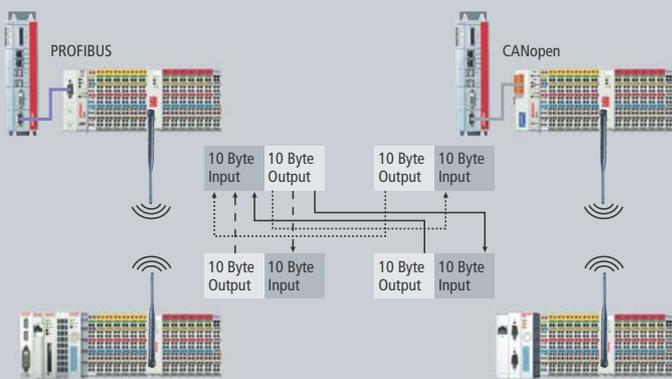
Im Folgenden sind beispielhaft verschiedene Aufbaumöglichkeiten gezeigt.

KM6551: Master-Slave-Funktion



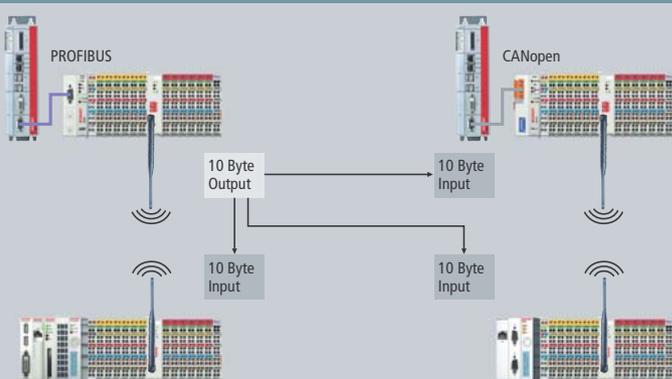
Es findet ein zyklischer Austausch von jeweils 10-Byte-Input- und -Output-Daten statt. Der komplette Austausch dauert 20 ms.

KM6551: Funktion Master mit bis zu 7 Slaves



Es findet ein zyklischer Austausch von jeweils 10-Byte-Input- und -Output-Daten mit bis zu sieben Slaves statt. Pro Slave dauert der komplette Austausch 20 ms. Die Slaves können vom Master aus der SPS adressiert werden. Somit ist eine Programmierung des zeitlichen Ablaufs der Kommunikation aus der SPS möglich.

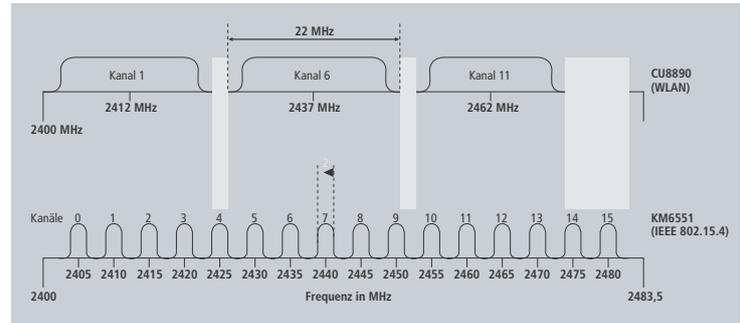
KM6551: Broadcast-Funktion



Im Broadcast-Modus verschickt der Master alle 10 ms neue Daten an alle Broadcast-Slaves.

Koexistenz – gleichzeitiger Betrieb von Funksystemen

Wenn zwei Funksysteme auf der gleichen Frequenz zur gleichen Zeit und am gleichen Ort funken, kann es zu Störungen kommen. Damit dies nicht passiert, haben die meisten Systeme mehrere separate Übertragungskanäle (z. B. WLAN und IEEE 802.15.4), sodass der Benutzer die Systeme parallel betreiben kann.



Paralleler Betrieb von CU8890 (WLAN) und KM6551 (IEEE 802.15.4)

Bei den Produkten KM6551 und CU8890 lassen sich die Kanäle frei einstellen und somit mehrere Systeme gleichzeitig parallel betreiben. Die 11 WLAN-Kanäle überlappen sich jeweils so, dass man nur die Kanäle 1, 6 und 11 parallel betreiben kann. Die Kanäle des KM6551 passen dann aber noch in die freien Frequenzbereiche für einen parallelen Betrieb.

Weitere Funkprodukte

Schon seit längerem bietet Beckhoff mit der KL6023 einen EnOcean-Empfänger an, der mit den energieautarken EnOcean-Produkten zusammenarbeitet. Die EnOcean-Taster, -Sensoren etc. gewinnen ihre Energie aus Temperaturdifferenz, Tasterdruck oder Beleuchtungsstärke und können ideal im Gebäude eingesetzt werden, da keine Verkabelung notwendig ist. Ebenfalls lassen sich dank der Modularität und Flexibilität des Beckhoff-Systems verschiedene Funksysteme, z. B. RFID-Lesegeräte, per Schnittstelle wie RS232 oder Ethernet anbinden.

Zulassungen und Zubehör

Die Produkte CU8890 und KM6551 sind für die EU, die Schweiz und Liechtenstein mit dem Beckhoff-Zubehör zugelassen, weitere Länder werden in Zukunft hinzukommen bzw. sind auf Anfrage möglich. Beckhoff bietet zu den Produkten ein komplettes Antennen- und Kabel-Zubehörprogramm an, um die Produkte (auch im Schaltschrank) ideal in Einsatz bringen zu können.

Ausblick

Mit den Produkten KM6551 und CU8890 bietet Beckhoff die Möglichkeit, Anlagen flexibel aufzubauen und so Kosten zu senken. Bei den Funkprodukten gilt es nicht nur, eine geeignete Funktechnik bzw. ein geeignetes Protokoll zu nutzen, sondern vielmehr auch eine nahtlose Integration in die Automatisierungswelt zu bieten, was Beckhoff durch die Integration in den TwinCAT System Manager und die flexiblen Aufbaumöglichkeiten bietet.