



habemus!
Wir haben die Lösung

IoT Funktechnologien

ENTWICKLUNG
MIT SYSTEM.

DEM STANDARD
IMMER EINEN
SCHRITT VORAUS.

INNOVATIVE
IDEEN.

KOSTEN-
EFFIZIENT.

INHALT

ÜBER HABEMUS!	3
EINFÜHRUNG	4
BEWERTUNGSKRITERIEN	5
WLAN	6
BLUETOOTH	7
ZIGBEE	8
LORA	9
MOBILFUNK	10
NB-IOT	11
NFC	12
FAZIT	13
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	14

HARDWARE-NAH.

ANWENDUNGS-
FREUNDLICH.

KUNDEN-
SPEZIFISCH.

RUNDUM
PASSENDE
LÖSUNGEN.

habemus! versteht sich als **Kompetenzzentrum für Elektronik und Elektrotechnik**. Wir begleiten den gesamten Lebenszyklus elektronischer Geräte und Systeme von der Entwicklung über die Produktion bis hin zur Produktpflege.

Im Zeitalter des digitalen Wandels streben wir eine andauernde Verbesserung an. Von der gewöhnlichen Elektronikentwicklung bis hin zu innovativen, digitalen Lösungen und „smarten“, vernetzten Produkten orientieren wir uns an den Bedürfnissen unserer Kunden.

Unser Ziel ist es, komplexe Entwicklungen in einfache, aber geniale Lösungen zu transportieren. Neben der Entwicklung eines anwenderfreundlichen Produkts wollen wir gleichzeitig die Projektproduktivität unserer Kunden steigern.

habemus! ist Innovationsschmiede für das „Internet der Dinge“, Industrie 4.0 und Digitalisierung. Von der Ideengenerierung über die Implementierung bis zur Fertigung und dem Betrieb, Sie entscheiden, in welcher Phase der Entwicklung Sie unser Know-How einsetzen möchten.

Unser Entwicklerteam unterstützt Sie bereits bei der Verwirklichung Ihrer Produktidee. Je nach Kundenanforderung stehen wir Ihnen als Lösungs- und Systemanbieter bei unterschiedlichen Entwicklungs- und Fertigungsphasen zur Verfügung:

HARDWAREENTWICKLUNG	SOFTWAREENTWICKLUNG	FIRMWAREENTWICKLUNG
PROJEKTMANAGEMENT	TEST- UND PRÜFSYSTEME	ELEKTRONIKFERTIGUNG
RÖNTGEN- UND CT-ANALYSE	(FAST-) PROTOTYPING	ZERTIFIZIERUNG
BAUGRUPPEN-/GERÄTEMONTAGE	LOGISTIK/RMA	PRODUKTPFLEGE

EINFÜHRUNG

IoT und Industrie 4.0 sind heutzutage bedeutende technologische Trends. Die Digitalisierung der Industrie und Wirtschaft schreitet unaufhaltsam voran. Ein entscheidender Aspekt davon ist die Konnektivität. Die zugehörige IoT-Funktechnologie sollte dem Einsatzzweck entsprechend sorgfältig ausgewählt werden.

IoT bezeichnet allgemein die Vernetzung von physischen „Gegenständen“ untereinander und mit Menschen über das Internet, um Daten auszutauschen. Dies ermöglicht sicherere, nachhaltigere, komfortablere und wirtschaftlichere Systeme, Fabriken, Häuser, Städte und Geschäftsmodelle. Die Anzahl der mit dem Internet verbundenen IoT-Geräte wird im Jahr 2020 auf 50 Milliarden eingeschätzt.

Ein IoT-fähiges Gerät besteht oft aus einem Akku oder einer Batterie, einer Recheneinheit – in der Regel ein einfacher Mikrokontroller – einem Funkmodul und Sensoren oder Aktoren. Zur drahtlosen Verbindung dieser Gegenstände mit dem Internet stehen unterschiedliche Technologien zur Verfügung. Zu den Kernanforderungen für einen massiven IoT-Einsatz gehören niedrige Bereitstellungs- und Wartungskosten, eine lange Akkulaufzeit, die Möglichkeit zur Geolokalisierung sowie eine breite Verfügbarkeit der ausgewählten Technologie. Solche komplexen Anforderungen und der riesige Markt treiben ständig die Entwicklung sowohl der etablierten als auch der neuen Technologien voran.

Das Ergebnis ist eine große Anzahl an konkurrierenden Technologien für IoT-Netzwerke. Dabei stellt diese große Vielfalt und deren ständige und rasante Weiterentwicklung eine Herausforderung für Entscheider dar. Eine aufwendige und genaue Evaluierung der Eignung der Technologien zu jedem „Use Case“ ist somit erforderlich, um die für die Anwendung optimale Technologie einzusetzen und damit die Akzeptanz der User zu erhöhen.

Die riesige Anzahl an vorhandenen Studien, Bücher und Whitepaper stellt in vielen Fällen eine bestimmte Technologie oder ein Produkt in den Vordergrund, wodurch ein neutraler Vergleich für den Entscheider erschwert wird.

Dieses Whitepaper

In diesem Whitepaper wird ein neutraler und aktueller Überblick über relevante IoT-Funktechnologien vorgestellt. Zusätzlich zu den Eigenschaften jeder Technologie wird ein reeller Anwendungsfall beschrieben, für den die Technologie optimal eingesetzt werden kann. Viele dieser Anwendungsfälle wurden im Rahmen von Projekten bei habemus! realisiert.

Wir bei habemus! unterstützen als neutrales und unabhängiges Kompetenzzentrum mit einer langjährigen Expertise in der Digitalisierung/Vernetzung unsere Kunden offen und kompetent bei der Auswahl und der Umsetzung Ihrer IoT-Lösungen.

Das Dokument beschränkt sich auf die Funkkommunikation. Um die Übersicht zu wahren, werden lediglich die gängigen und verbreiteten Technologien in diesem Paper besprochen und miteinander verglichen.

Die einzelnen Funktechnologien haben die unterschiedlichsten Einsatzschwerpunkte und einzigartige Einzelmerkmale. Um einen geeigneten Vergleich aufzuzeigen, betrachtet man daher die übergeordneten Kategorien.

Verschiedene Systemparameter, wie z.B. Reichweite oder Energieverbrauch, sollen bei der Auswahl berücksichtigt werden. Außerdem sollen auch die Historie und die zukünftige Entwicklung mancher Technologien eine Rolle spielen. Einige Technologien sind zum Beispiel für das autonome Fahren oder für die Echtzeitübertragung von 4K Videomaterial konzipiert worden und eignen sich somit weniger für kleine Sensoren in abgelegenen Orten, die eher eine hohe Reichweite und einen niedrigen Energieverbrauch erfordern. Die folgenden Fragen sollen beantwortet werden.

Wie ist die Reichweite der vorgestellten Funktechnologie?

Mit der Reichweite ist die maximale Entfernung zwischen Sender und Empfänger gemeint, bei der eine Funkkommunikation möglich ist. Die Reichweiten der hier vorgestellten Technologien unterscheiden sich teilweise erheblich und sind je nach Einsatzzweck von größerer oder geringerer Bedeutung.

Wie energieeffizient ist die Übertragung?

Oftmals handelt es sich bei IoT-Geräten um mobile, batteriebetriebene Module. Deshalb spielt die Energieeffizienz eine große Rolle bei der Wahl der richtigen Technologie.

In welchem Zustand des Produktlebenszyklus befindet sich die Technologie?

Ist die Funklösung neu auf dem Markt oder bereits etabliert und wie sieht es bei der Abhängigkeit von Netzen Dritter mit dessen Verfügbarkeit aus, ist ein weiterer Aspekt für die Wahl der geeigneten Lösung.

Mit welchen Kosten ist zu rechnen?

Neben den Anschaffungskosten sind je nach Plattform mit laufenden Betriebskosten, etwa für die Nutzung von Mobilfunknetzen, zu rechnen.

Welche Funkfrequenz wird eingesetzt und wie steht diese in der Einsatzregion zur Verfügung?

Manche Frequenzbänder stehen nur in bestimmten eingeschränkten Regionen der Welt dem IoT-Gerät zur Verfügung. Andere Frequenzbänder können dagegen über mehrere Kontinente hinweg lizenzfrei genutzt werden.

Welche Sicherheitsmechanismen zum Schutz der übertragenen Daten werden angeboten?

Wer kann auf welche Daten zugreifen? Wie ist das Netzwerk gegen unbefugtem „Mithören“ gesichert? Die Sicherheitsmechanismen sind bei der Auswahl der Technologie zu berücksichtigen.

Wie gut lässt sich die Funktechnologie skalieren?

IoT-Systeme müssen in der Lage sein, die erforderliche Anzahl an vernetzten Geräten zu unterstützen, ohne dass es zu einer Beeinträchtigung der Übertragungsqualität kommt. Die ausgewählte Technologie soll die Größe des Netzwerks unterstützen.

Kann die Position des Geräts mittels der Technologie bestimmt werden?

Einige Funktechnologien bieten die inhärente Möglichkeit, die Position der Knoten in einer bestimmten Genauigkeit zu berechnen. Dadurch werden die Kosten und der Energieverbrauch, die durch ein zusätzliches GPS-Modul verursacht werden, gespart.

WLAN



Typische Anwendung:
Datentransfer mit hoher Geschwindigkeit, begrenzter Reichweite und relativ hoher Leistungsaufnahme.

Beispiel:
Videostreaming

WLAN (Wireless Local Area Network) ist heute am besten bekannt, als Möglichkeit drahtlos auf das Internet mit Handy, Tablett oder Laptop zuzugreifen. Wi-Fi ist ein Markenbegriff der „Wi-Fi Allianz“ und beschreibt Funktechnologien, die in den verschiedenen IEEE 802.11 Standards spezifiziert sind. Oft wird der Begriff WLAN als Synonym für Wi-Fi verwendet. WLAN bezeichnet eher das Funknetzwerk, auf dem Wi-Fi basiert.

Ein WLAN Netzwerk besteht aus einem Router und Funkmodulen, in der Regel verbaut in mobilen Geräten. WLAN ist seit der Einführung 1997 mit 2 Mbit/sec im 2.4 GHz Frequenzband (zwischen 2.4 und 2.5 GHz) immer leistungsfähiger geworden. Heutzutage wird zusätzlich das 5 GHz Frequenzband verwendet, was eine Datenrate von bis zu 800 Mbit/sec ermöglicht. WLAN funktioniert in lizenzfreien ISM-Bändern und erfordert somit keine Lizenzierungs-kosten. Der Energieverbrauch ist relativ hoch. Dadurch sind WLAN-Geräte für lange Laufzeiten ohne Aufladen wenig geeignet.

Für die Übertragungssicherheit ist das WLAN Protected Access 2 (WPA2) weit verbreitet. Das 2018 neueingeführte WPA3 soll nicht nur die Sicherheit erhöhen, sondern auch die Konfigurierbarkeit von Geräten vereinfachen.

Obwohl WLAN nicht für die Vernetzung von Geräten konzipiert wurde, ist es dank der flächendeckenden Abdeckung oft für IoT-Anwendungen in Gebäuden eine naheliegende Wahl. Dies gilt vor allem für netzversorgte Geräte in Wohn- und Industriegebäuden. Zusätzlich verfügt nahezu jedes Smartphone oder Notebook über eine WLAN Schnittstelle, die für eine direkte Verbindung mit dem IoT-Gerät verwendet werden kann.

Um den Einsatz von WLAN auch in batteriebetriebenen IoT Sensornetzwerken zu ermöglichen, ist

Projektbeschreibung

Ein Gerät zur Überwachung der Spannungsqualität, das in Wohnhäuser und Industriehallen installiert wird, um permanent Unregelmäßigkeiten in dem Versorgungsnetz zu detektieren, kommuniziert die Daten über WLAN.

Die bestehende WLAN Infrastruktur wird vom IoT-Gerät verwendet, um die gemessenen Daten an den Anwender oder Betreiber zu kommunizieren. Eine Vorkonfiguration des Messgeräts ist notwendig, um die Verbindung mit dem lokalen WLAN-Router herzustellen.

eine Low-Power-Version spezifiziert worden: die IEEE 802.11ah. Dieser Standard wird unter dem Markennamen „WLAN HaLow“ weiterentwickelt. Er konzentriert sich auf den IoT-Markt mit einer Reichweite von bis zu 1 km, geringerem Verbrauch und speziellen Antennen. Dabei werden Frequenzen unterhalb 1 GHz verwendet.

Vorteile von WLAN sind die einfache Installation und Einrichtung und die, dank der Verbreitung der Technologie, niedrigen Kosten. Geräte für die Home-Automatisierung setzen oft auf WLAN.

Typische Anwendung:

Smart Home.

Geringe Datenmengen, mit einer begrenzten Reichweite. Sehr geringer Stromverbrauch.

Beispiel:

Lichtsteuerung



Zigbee basiert, genauso wie Z-wave und Thread, auf dem Übertragungsprotokoll IEEE 802.15.4.

Zigbee verwendet in der Regel das weltweit verfügbare, lizenzfreie Frequenzband bei 2.4 GHz. Einige Zigbee-Geräte verwenden Sub-GHz Bänder.

Die Spezifikation wurde erstmalig im Jahr 2002 von der ZigBee Allianz entwickelt. Diese Funktechnologie wurde für große ad-hoc Netzwerke mit bis zu mehreren tausend Knoten konzipiert, die in der Lage sind sich selbst flexibel zu organisieren. Der Fokus richtet sich auf die kleinen Geräte, die in einer zunehmend IT-zentrierten Welt oft übersehen werden, wie Thermostate, Lichtschalter, Stromzähler und Sensoren, die in Industriehallen weit verbreitet sind.

ZigBee unterstützt Mesh and Multicast Funktionen. In einem Mesh-Netzwerk verbinden sich IoT-Knoten nicht mehr direkt mit einem zentralen Gerät, sondern mit anderen Knoten in der direkten Reichweite. Wenn ein IoT-Knoten eine Nachricht sendet, wird der Datenfluss von Knoten zu Knoten fortgesetzt, bis entweder das vorgesehene Ziel oder ein Punkt mit Zugang ins Internet erreicht ist.

Eine Mesh-Netzwerktopologie erhöht zusätzlich die Ausfallsicherheit des Netzwerks bei Knoten- oder Verbindungsausfällen und kostet im Allgemeinen weniger als sternförmige Netzwerke, insbesondere bei größeren Reichweiten.

Über eine Milliarde Zigbee-Geräte existieren weltweit. Zigbee spielt eine wichtige Rolle in der Hausautomation und im „Smart Energy“ Bereich.

Zertifizierte Geräte verschiedener Hersteller können in der Regel miteinander kommunizieren. Bei großen Netzwerken vervielfachen sich die Kommunikations-

Projektbeschreibung

Ein batteriebetriebener Sensor wird auf den Flügelrädern einer Windkraftanlage installiert, um bestimmte Parameter zu erfassen. In kritischen Fällen soll die Information unverzüglich an einen zentralen Rechner im Maschinenhaus übertragen werden, der die Information wiederum in die Cloud überträgt. Aufgrund der eingeschränkten Zugänglichkeit soll der Betrieb mit einer einzelnen Batterieladung über viele Jahre möglich sein. Zusätzlich soll das Gerät weltweit einsetzbar sein.

Ein Zigbee Modul im weltweit freigegebenen 2.4 GHz Frequenzband wurde hierfür eingesetzt.

Der Sensor ist die meiste Zeit im Sleep-Modus und wechselt nur beim Auftreten von kritischen Ereignissen in den Standard Modus, um das erfasste Ereignis unverzüglich an die zentrale Einheit zu kommunizieren.

pfade zwischen den Geräten, wodurch das Risiko des Ausfalls eines „single-points“ fast ausgeschlossen wird.

Für die Sicherheit wird eine AES-128 Verschlüsselung eingesetzt. Typische ZigBee Anwendungen sind Home-Automatisierung und Wireless Sensor Networks.

Bluetooth / BLE



Typische Anwendung:

**Datenübertragung mit begrenzter Reichweite und Datenrate.
Moderater Stromverbrauch.**

Beispiel:

**Drachtlose
Lautsprecher**

Bluetooth ist am besten aus dem Freisprechmodus im Auto sowie von PC Mäusen bekannt. Ziel der Entwicklung von Bluetooth war, die Kabel zwischen Computer und Peripheriegeräten zu ersetzen.

Bluetooth ist ein sog. Peer-to-Peer Protokoll. Peer-to-Peer bedeutet, dass zwei Geräte zur direkten Kommunikation miteinander verbunden sind.

Das Protokoll basiert auf dem „Frequency Hopping“-Verfahren, bei dem ein Teil des Frequenzbands ausgewählt und genutzt wird, das von anderen Funkgeräten in der Umgebung nicht belegt wird, um die Störung anderer Kommunikationsstrecken zu vermeiden.

Das 2010 eingeführte Bluetooth Low Energy (BLE) wurde für Geräte mit geringerem Stromverbrauch, Datenraten und Kosten eingeführt und verfügt dabei über eine ähnliche Reichweite wie das klassische Bluetooth. Das 2016 eingeführte Bluetooth 5.0 erhöht zudem die Reichweite. Die neue Bluetooth Implementierung unterstützt Mesh-Topologien. Mit der Mesh-Topologie eliminiert Bluetooth weitgehend den offensichtlichen Vorteil von Zigbee, der z.B. für Smart Home und Industrielle IoT-Anwendungen eine wichtige Rolle spielt.

Die Bluetooth-Kommunikation erfolgt im lizenzfreien 2.4 GHz ISM Band und erfordert keine Lizenzierungskosten.

Die Übertragung erfolgt mit einem Verbindungsschlüssel, welcher während des Pairings generiert wird. Die Schlüsselgenerierung basiert in der Regel auf einer Bluetooth-PIN, die in beide Geräte eingegeben werden muss bzw. in einem der beiden Geräte fest gespeichert ist.

Projektbeschreibung

Ein handelsüblicher Sensor erfasst die Betriebszeit und Temperatur eines hydraulischen Werkzeugs. Der Sensor kommuniziert die Daten nach jeder Benutzung des Werkzeugs an das Smartphone des Anwenders.

Die Smartphone App leitet die Daten an die Cloud weiter. Dadurch wird eine ständige Verbindung mit dem Internet vermieden, um Kosten und Akkulaufzeit zu reduzieren. Das Smartphone fungiert dabei als „Brücke“ in das Internet.

Ähnlich wie das WLAN, wurde Bluetooth nicht für die Vernetzung von Geräten entworfen. Es wurde eher als drahtloser Ersatz für Kabel entwickelt, das im Gegensatz zu Infrarot keine Sichtverbindung benötigt. Die weite Verbreitung und die neuen Standards mit Eigenschaften wie geringer Energieverbrauch und die Unterstützung von Mesh Netzwerken macht Bluetooth allerdings zu einer wichtigen Vernetzungsmöglichkeit für das IoT.

Typische Anwendung:

**Kleine Datenmengen und sehr große Reichweiten.
Besonders geeignet für batteriebetriebene
Geräte in räumlich ausgedehnte Netzwerke.**

Beispiel:

Landwirtschaft

LoRa

LoRa ist genauso wie Sigfox, LTE Cat M1 und NB-IoT eine LPWA (Low Power Wide Area) Technologie, die den Fokus auf eine große Reichweite, einen niedrigen Energieverbrauch und sehr niedrige Datenraten legt.

LoRa basiert auf einem offenen Standard, welcher im lizenzfreien 868/915 MHz Band und seit 2018 auch im 2.4 GHz angewendet wird.

Dank der großen Reichweite eignet sich LoRa somit für die Vernetzung über sehr große Flächen, wie im Fall von „Smart-City“, „Smart Farming“ Anwendungen, aber auch für die Vernetzung von großen Industrie-Hallen und Anlagen.

Durch die Verwendung eines lizenzfreien Frequenzbands, ist es dem Anwender möglich, unabhängig von einem Telekommunikationsanbieter selbst die Infrastruktur auszurollen und eigene Gateways zu installieren. Dadurch fallen auch keine Mobilfunkgebühren beim Betrieb des LoRa-Netzwerks an. Alternativ bieten einige Telekommunikationsanbieter in mehreren Ländern eine eigene LoRa Infrastruktur an.

LoRa verfügt über eine Reichweite von bis zu 15 km und wendet ein adaptives Verfahren an, das z.B. bei kleinen Entfernungen höhere Datenraten erreicht. LoRa ist darauf ausgelegt, kleine Datenpakete in eine Richtung, vom Gerät zum Gateway, zu übertragen. Durch die große Reichweite sind die Infrastrukturkosten von LoRa um Größenordnungen niedriger als die vom Mobilfunk.

LoRa ermöglicht zusätzlich die Lokalisierung der Sensoren, ohne dass hierfür ein GPS-Empfänger erforderlich ist.

Projektbeschreibung

Ein Tagebaubetrieb in entlegenen Gebieten einer Wüstenregion ohne stabilem Mobilfunkempfang integriert Sensoren in seinen Anlagen. Die zu überwachenden Anlagen verteilen sich über kilometerweite Strecken und sollen kritische Parameter erfassen und in konstanten Zeitabständen an ein zentrales System übertragen.

Entscheidend für die Technologieauswahl ist die große Reichweite, der Low-Power Betrieb und die Möglichkeit flexibel die Infrastruktur anhand der geographischen Verteilung der Anlagen zu definieren.

Ein LoRa Netzwerk, bestehend aus Sensoren, Gateways und einem Server, eignet sich für diese Anwendung.

Für die Sicherheit wird eine Verschlüsselung über 128-Bit-AES verwendet. LoRa verschlüsselt den Nachrichteninhalte mit einem Anwendungssitzungsschlüssel, und die Integrität der Nachricht wird mit einem Netzsitzungsschlüssel überprüft.

Beide Schlüssel werden bereitgestellt, wenn das Gerät eine Verbindung zum Netz herstellt.

Mobilfunk



Typische Anwendung:

Landesweite Datenkommunikation. Niedrige Datenraten (2G) bis sehr hohe Datenraten (3G, 4G, 5G). Mittlere bis hohe Leistungsaufnahme.

Beispiel:

Autonomes Fahren

Die Datenkommunikation über den Funkstandard 2G begann bereits im Jahr 1995.

Anders als die bisher diskutierten Technologien, nutzen die Mobilfunkstandards ausschließlich lizenzierte Frequenzbänder, die von Telekommunikationsanbieter betrieben werden. Diese Frequenzbänder werden von den Anbietern beworben und dürfen nicht frei verwendet werden.

Jedes Gerät verfügt über eine SIM-Karte und die Nutzung verursacht laufende Kosten beim jeweiligen Telekommunikationsanbieter. Obwohl die Standards für die Telefonie und das „Surfen“ im Internet entwickelt und optimiert wurden, findet die Kommunikation über Mobilfunk bei einer Vielzahl von IoT-Geräten Anwendung. Grund ist in der Regel, die seit vielen Jahren flächendeckend ausgebaute Infrastruktur und die enorme Verfügbarkeit.

Während die frühen 2G GPRS und EDGE Standards Datenraten von 40 kbit/sec bzw. 500 kbit/sec erlauben, erreichen die neuen LTE 4G und 5G Standards Datenraten von mehreren Gbits/s. Solche Geschwindigkeiten eignen sich gut z.B. für Streamingdienste oder für das autonome Fahren, sind jedoch für ein Sensornetzwerk weniger geeignet.

Ein großer Vorteil der Mobilfunktechnologie ist das sehr gut ausgebaute Netz an Basisstationen, das einen flächendeckenden Dienst erlaubt.

Projektbeschreibung

Ein Messgerät dient zur teilautomatisierten Prüfung von Gastanks. Das Messgerät wird von Prüftechnikern bedient. Es erfasst verschiedene Parameter und erstellt einen umfassenden Bericht über den Zustand des Messobjekts (Gastanks). Das Messgerät soll zusätzlich die eigene Position während der Messung bestimmen. Bei Abschluss der Messung soll der Bericht an die zuständige Abteilung übertragen werden.

Das Messgerät verfügt über einen relativ großen Akku und wird täglich aufgeladen. Die Cloud-Anbindung soll möglichst einfach erfolgen. Die Gastanks sind deutschlandweit verteilt.

Ein 3G-Funkmodul kombiniert mit einem GPS-Empfänger ist in diesem Fall eingesetzt worden. Durch die bereits ausgebaute Infrastruktur, die relativ großen Datenraten und die inzwischen günstigen Konditionen für IoT-Anwendungen ist die 3G-Technologie in diesem Szenario eine passende Möglichkeit, die Messgeräte performant an das Internet anzubinden.

Typische Anwendung:

Landesweite Kommunikation.

Sehr niedrige Datenrate,

geringe Leistungsaufnahme, hohe Reichweiten.

Beispiel:

Smart City



Das Narrowband-IoT (kurz NB-IoT) ist eine relativ junge Technologie, die genauso wie die 2G, 3G, 4G und 5G Mobilfunkstandards lizenzierte Frequenzbänder nutzt und von Telekommunikationsanbietern angeboten wird. Der Standard ist in 2016 von der 3GPP verabschiedet worden. Im März 2018 wurde der Ausbau des Netzes in Deutschland mit dem Ziel gestartet, die NB-IoT als konkurrierende Technologie zu weiteren LPWA Technologien wie LoRa und Sigfox zu etablieren.

NB-IoT ist darauf ausgelegt, auf Kosten der Datenrate und Latenz, die Reichweite und den Leistungsverbrauch in den Vordergrund zu stellen und ist somit für vielfältige IoT „Use Cases“ geeignet. NB-IoT eignet sich für angestrebte Reichweiten im Bereich von mehreren Kilometern und für Batterielaufzeiten über mehrere Jahre. Typischerweise übertragen NB-IoT Module allerdings nur einige Bytes am Tag. Die NB-IoT Technologie bietet auch die Möglichkeit zur Geolokalisierung der Knoten.

Der ähnliche und ebenfalls von der 3GPP in 2016 verabschiedete LTE-M Standard stellt eine Alternative zum NB-IoT dar, welcher eine höhere Datenrate und kürzere Latenzen erlaubt. Allerdings erfordert die LTE-M Technologie eine höhere Bandbreite und verursacht mehr Kosten.

Durch die Nutzung eigener Frequenzbänder und einer SIM-Karte verfügt NB-IoT hinsichtlich der Datensicherheit einen Vorteil gegenüber Technologien, die auf lizenzfreie Bänder setzen.

Projektbeschreibung

Mehrere tausend Zähler in einem großen Flughafen müssen ihre Daten regelmäßig in die Cloud hochladen. Die Zeitintervalle zum Hochladen der Daten sind groß und die Datenmengen sind sehr gering.

Ein Telekommunikationsanbieter hat bereits den Flughafen an sein NB-IoT Netz angeschlossen. Durch die vergleichsweise gute Eindringtiefe der NB-IoT Funksignale verfügen die Zähler auch in den geschlossenen Innenräumen oder in Kellern über eine robuste Anbindung an das Netzwerk.

Durch die Verwendung von NB-IoT ist die Anbindung der großen Anzahl von Zählern ohne zusätzliche Investitionen in die Infrastruktur möglich.

Module für die lizenzfreien ISM-Bänder sind frei verfügbar und können z.B. von Hackern für DoS (Denial-of-Service)-Attacken verwendet werden. NB-IoT bietet bei der Authentifizierung und Verschlüsselung ähnliche Sicherheitsmerkmale, wie die bekannten Mobilfunkstandards.

NFC | RFID



Typische Anwendung:

Sehr reduzierte Reichweite von wenigen Zentimetern.

Beispiel:

kontaktlose Bezahlssysteme

Im Unterschied zu den in diesem Dokument bereits diskutierten Technologien, basiert NFC nicht auf Funkwellen, sondern auf der Gegenkopplung von zwei Spulen über Magnetfelder.

NFC steht für Near Field Communication und stellt einen Standard zur kontaktlosen Datenübertragung dar. NFC ist eine Sonderform der RFID-Technologie und funktioniert im weltweit verfügbaren ISM (Industrial, Scientific and Medical) Frequenzband um 13.65 MHz mit einer maximalen Reichweite von etwa 10 cm.

Die NFC Kommunikation ist unsymmetrisch und erfolgt in der Regel nach einem Peer-to-Peer Schema zwischen einem Leser, z.B. einem Smartphone, und einem passiven Tag. NFC erlaubt aber auch eine Kommunikation zwischen zwei aktiven Lesern. Passive Tags sind oft als „Read-Only“ mit einer einmaligen Seriennummer hergestellt, können aber auch beschreibbar sein. Ein Tag verfügt in der Regel über einen Speicher zwischen 96 und 4096 Bytes. Die Standarddatenrate ist auf 424 kbit/sec begrenzt.

Ein passiver Tag bezieht seine Betriebsleistung aus dem vom Leser bereitgestellten Magnetfeld und fungiert somit als Transponder, der durch die Modulation des Einfallfelds Daten überträgt.

Durch die reduzierte Reichweite, kombiniert mit der Verschlüsselung der Daten, bietet NFC eine erhöhte Sicherheit gegenüber einem Abhören und Manipulieren der Daten. Dies erklärt die weite Verbreitung von NFC Systemen bei kontaktlosen Zahlungen oder bei Zugangskontroll-Systemen.

Ein weiterer Vorteil von NFC ist die standardmäßige Ausstattung moderner Smartphones mit einer NFC Schnittstelle. Damit können auch Smartphones als Leser fungieren.

Projektbeschreibung

Schrauberwerkzeuge sollen mit der Möglichkeit ausgestattet werden, ihre Kalibrierparameter, ihre Seriennummer und weitere Daten zu speichern und bei Bedarf zu übertragen. Die Parameter sollen vor jedem Einsatz an die Steuerung kommuniziert werden, um den passenden Betriebsmodus automatisch auszuwählen.

Da auf einer Baustelle Werkzeuge verschiedener Typen eingesetzt werden, soll sichergestellt werden, dass die Steuerung den genauen Typ und die Parameter des angeschlossenen Werkzeugs erkennt, um das jeweils passende Programm automatisch auszuwählen. Um dies zu garantieren kommt ein NFC System zum Einsatz. Der NFC Leser wird in der Steuerung verbaut. In jedem Werkzeug befindet sich ein einfacher, passiver Tag mit den Werkzeugparametern. Das Werkzeug wird vor dem Betrieb an den Leser gehalten. Alternativ kann eine Smartphone App verwendet werden, welche die Daten über NFC vom Werkzeug einliest und auch über NFC an die Steuerung überträgt

Fazit

Die folgende Tabelle stellt die verschiedenen Parameter der diskutierten Technologien dar. Die genaue Bestimmung und Gegenüberstellung aller technischen Parameter und Grenzwerte ist aufgrund der enormen Vielfalt an Unterkategorien und länderspezifischen Standards kaum möglich. Aus diesem Grund beschränkt sich die Tabelle auf typische Parameter von kommerziell verfügbaren und weit verbreiteten Funkmodulen unterschiedlicher Hersteller.

	Wi-Fi	Bluetooth BLE	Zigbee	Mobilfunk	NB-IoT	LoRa	Sigfox	NFC / RFID
Reichweite	< 50 m	< 100 m	< 100 m	Typ. 3 km	20 km	15 - 20 km	30 km	< 10 cm
Datenrate	1 - 800 Mb/s	1 - 2 Mb/s	250 kb/s	1 - 1000 Mb/s	200 kb/s	18 b/s - 37,5 kB/s	100 b/s	106 - 424 kb/s
Empfänger Sensitivität	-95 dBm	-97/-95 dBm	-100 dBm	-104 dBm	-141 dBm	-149 dBm	-126 dBm	-9 dBm
Frequenzband Lizenzierung	Nicht lizenziert	Nicht lizenziert	Nicht lizenziert	lizenziert	lizenziert	Nicht lizenziert	Nicht lizenziert	Nicht lizenziert
Batteriedauer	Tage	Tage/ Monate	Monate/ Jahre	Tage	Jahre	Jahre	Jahre	unendlich (passiv)
FOTA-Fähigkeit	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Bedingt (Klasse B & C)	Nein	Nein
Geo-lokalisierung	Nein	Nein	Nein	bedingt	Ja	Ja	Ja	N.A.
Aktuelle Verbreitung	Sehr verbreitet	Sehr verbreitet	Sehr verbreitet	Sehr verbreitet	limitiert	limitiert	limitiert	Sehr verbreitet

Abkürzungen

AES	Advanced Encryption Standard
BLE	Bluetooth Low Energy
DoS	Denial of Service
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
FOTA	Firmware Over-the-Air
GHz	Gigahertz
GPRS	General Packet Radio Service
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
(I)IoT	(Industrial) Internet of Things
LTE	Long Term Evolution
NFC	Near Field Communication
OTA	Over The Air
RFID	Radio Frequency Identification
WLAN	Wireless Local Area Network



habemus!
Wir haben die Lösung

habemus! electronic + transfer GmbH

habemus! campus

Burtenbacher Straße 12 | 86505 Münsterhausen | T +49 8281 9997 - 0 | F +49 8281 9997 - 2906

info@habemus.com | www.habemus.com