




The logo consists of the letters 'RS' in a bold, white, sans-serif font, set against a red square background. The 'R' and 'S' are connected at the top.A low-angle, upward-looking photograph of a modern skyscraper with a glass facade, set against a cloudy sky. The building's lines converge towards the top of the frame. A red diagonal shape cuts across the top-left corner. A faint, light-colored network diagram with nodes and lines is overlaid on the lower half of the image.

GEBÄUDE DENKEN MIT

Feldkommunikation in
"Smart Buildings"

DE.RS-ONLINE.COM

Bild: Dongyun Bai, pixabay

-  Sensorik
-  Konnektivität
-  Sicherheit

GEBÄUDE DENKEN MIT Feldkommunikation in “Smart Buildings”

Der Begriff “Smart Building” bezeichnet ein sogenanntes intelligentes Gebäude. Im Gegensatz zum “Smart Home”, das sich ausschließlich mit einer Wohneinheit beschäftigt, befasst sich das Smart Building mit der Digitalisierung eines kompletten Gebäudes. Es fasst die Automatisierung und Kontrolle der technischen Ausstattung sowie von Abläufen innerhalb eines Gebäudes zusammen. Ziel ist es, Arbeiten und Wohnen komfortabler zu machen und durch Energieeffizienz dem Klimawandel entgegenzuwirken.

Die Basis von intelligenten Gebäuden bilden vernetzte und fernsteuerbare Geräte und Sensoren (siehe RS-Beitrag “Frische Luft”), sowie automatisierte Abläufe. Sie haben das Ziel, eine Bedienung auch von außerhalb zu gewährleisten sowie eine effiziente Energienutzung für Kosteneinsparungen und eine geringere CO₂-Bilanz sicherzustellen. Alleine in der EU sind Gebäude für 40 Prozent des Energieverbrauchs sowie für 36 Prozent der CO₂ Emissionen verantwortlich. Bis 2050 will die Bundesregierung den Energiebedarf des Gebäudebestands um 80 Prozent reduzieren. Hier kann die Domotik einen wichtigen Beitrag leisten.

Das Marktforschungsunternehmen *iot-analytics* ermittelte für 2021 weltweit 23,8 Milliarden vernetzte Geräte, was einer Steigerung von 10 Prozent im Vergleich zu 2020 entspricht (21,6 Milliarden Geräte). Den größten Zuwachs erwarten die Marktforscher bei der Gebäudeautomation. Im Jahr 2018 waren weltweit in Gebäuden 230 Millionen Geräte vernetzt. 2022 sollen es 483 Millionen sein.

LEUCHTTURM-PROJEKTE

Zwei der bekanntesten Smart Buildings in Europa sind “The Edge” in Amsterdam und der “cube” in Berlin.

“The Edge” (Bild 1) wurde häufig als intelligentestes Bürogebäude der Welt bezeichnet. Mit etwa 28.000 verbauten Sensoren werden Daten zur Gebäudenutzung und zum Gebäudezustand erhoben und analysiert. Beispielsweise wird der optimale Energiebedarf in Echtzeit berechnet und angepasst. Gebäudenutzer sind über eine App in der Lage, “mit dem Gebäude zu interagieren”, um zum Beispiel das Licht und die Temperatur an die eigenen Bedürfnisse anzupassen. “The Edge” produziert per Solarzellen mehr Energie, als es verbraucht.

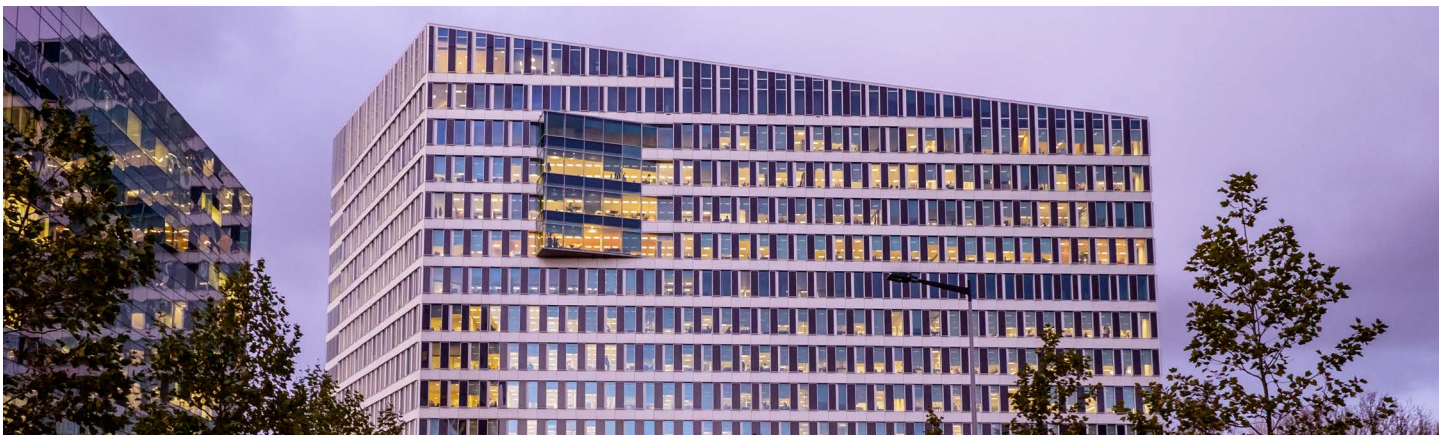


Bild 1. “The Edge” wurde häufig als intelligentestes Bürogebäude der Welt bezeichnet. (Bild: Hollandfoto, iStock)

Neben der Energieeffizienz stehen im “Edge” auch Anwendungen wie beispielsweise die optimierte Anfahrt der Nutzer unter Einbeziehung interner und externer Parkplätze oder die bedarfsgerechte Nutzung durch die Angestellten und die damit in Verbindung stehende Versorgung und Reinigung durch externe Dienstleister im Fokus.



Bild 2. Der "cube berlin". (Bild: Duernsteiner, pixabay)

Der "cube berlin" (Bild 2) wurde 2020 in Berlin eröffnet. In diesem Bürogebäude sorgen 3.750 Sensoren, 750 Beacons und 140 Mobilfunkantennen für die Vernetzung und Erhebung der Gebäudedaten. Im zentralen Analyse- und Steuerungszentrum "Brain" werden das Nutzerverhalten und der Gebäudezustand per KI analysiert und ausgewertet, wodurch sich das Gebäude selbst steuern und optimieren soll. Ähnlich wie in "The Edge" können Gebäudenutzer via App auf Funktionen des "cube berlin" zugreifen und so beispielsweise Licht, Temperatur und Facility Management koordinieren und anpassen.

Neben "The Edge" und dem "cube berlin" gibt es einige weitere fortschrittliche Smart Buildings, wie z. B. "Karvesvingen 5" in Oslo sowie das "Crystal" und das "Tottenham Hotspur Stadium" in London. In Berlin entsteht aktuell ein Bürokomplex mit Namen "DSTRCT.Berlin", der mehrere Bürogebäude zu einem intelligenten Gesamtsystem verknüpft.

DAS NERVENSYSTEM EINES SMART BUILDING

Feld-, Automations- und Managementebene sind die kennzeichnenden Schichten eines Gebäude-Automatisierungssystems. Funktionen der Automationsebene werden mit leistungsfähigeren digitalen Systemen zunehmend dezentralisiert, d.h. in die Feldebene integriert. Die Analogie in der industriellen Automatisierungstechnik ist die Edge-Verarbeitung.



Bild 3. Feld-, Automations- und Managementebene sind die kennzeichnenden Schichten eines Gebäude-Automatisierungssystems.

In der Feldebene werden die technischen Anlagen des Gebäudes mit Hilfe von Sensoren und Aktoren, betrieben. Sensoren nehmen Informationen auf (z.B. Bewegungsmelder, Taster, Helligkeit, Temperatur) und senden diese als Datentelegramme über geeignete Bus-Systeme - die nachfolgend beispielhaft aufgeführt werden- an die Aktoren.

Auf der Automationsebene werden die gebäudetechnischen Anlagen auf Grundlage der von der Feldebene gelieferten Daten, sowie über die aus der Managementebene kommenden Vorgaben gesteuert und geregelt.

Die Managementebene ist für das übergeordnete Bedienen und Beobachten der Automatisierungsprozesse zuständig.

OFFENE ODER PROPRIETÄRE FELDKOMMUNIKATION?

Ein offenes System zeichnet sich dadurch aus, dass es von vielen Herstellern unterstützt wird und einem Standard entspricht. Je mehr Hersteller sich an einem (offenen) Standard beteiligen, desto breiter ist das Angebot von Geräten im Markt. Das offene System verringert die Abhängigkeiten von einem bestimmten Hersteller.

Ein proprietäres System ist herstellereinspezifisch. Der Einsatz solcher Systeme bedeutet die Abhängigkeit von einem Hersteller bei der Inbetriebnahme, Wartung und Erweiterung. Sind die eingesetzten Produkte nicht mehr am Markt verfügbar, gibt es selten eine "second source".

LEITUNGSGBUNDENE BUSSYSTEME



Das „Digital Addressable Lighting Interface“ ([DALI](#)) ist ein etabliertes Kommunikationsprotokoll für die Beleuchtung in Gebäuden und dient zur Kommunikation zwischen z. B. elektronischen Vorschaltgeräten, Helligkeitssensoren oder Präsenzmeldern. Es ist im IEC-Standard 62386 definiert. Der Datenverkehr erfolgt über zwei Adern und erlaubt 64 Teilnehmer in 16

Gruppen. 16 Szenen sind pro DALI-Strang möglich. Das elektronische Vorschaltgerät der Leuchte speichert Konfigurationsdaten wie Gruppenzugehörigkeiten, Lichtszenenwerte, Dimmggeschwindigkeiten, Notstrom-Lichtwerte, Einschalt-Lichtwerte bei Spannungsrückkehr (Power-On-Level). Als Bustopologien kommen Linien-, Baum-, Stern- oder Mischstrukturen zum Einsatz. Die Leitungslängen können abhängig vom Leitungsquerschnitt bis 300m reichen.



Seit mehr als 20 Jahren ist [KNX](#) am Markt (KNX basiert auf den Vorgängern EIB, EHS und BatiBUS). Es ist ein weltweiter Standard für die Haus- und Gebäudesystemtechnik gemäß EN 50090 und ISO/IEC 14543. Kennzeichnend für KNX ist der dezentrale Aufbau. Statt einem Zentralgerät sind die Funktionen in

den einzelnen Busteilnehmern untergebracht. Die Sensoren wie Taster oder Präsenzmelder versenden Steuerbefehle direkt an Leuchten, Jalousien, Heizung oder Belüftung. Die Zuordnungen und Funktionen lassen sich jederzeit verändern und anpassen. Bis zu 12.000 Busteilnehmer sind anschließbar, die Übertragungsgeschwindigkeit liegt bei 9,6 kBit/s.

KNX unterstützt unterschiedlichste Übertragungsmedien, wie Zweidrahtleitung (KNX TP), ETHERNET (KNX IP), Funk (KNX RF) oder Powerline (KNX PL). Mit KNX als Standard sind Geräte verschiedener Hersteller miteinander kompatibel. Da jedes Gerät einen eigenen Mikrocontroller enthält, ist eine Zentrale nicht notwendig.



Entwickelt wurde [BACnet](#) von der "American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers Inc." (ASHRAE). Veröffentlicht als

amerikanischer Standard im Jahr 1995 ist BACnet seit 2003 die ISO-Norm 16484-5. BACnet bietet eine offene, interoperable Gebäudeautomation. Dadurch lassen sich Erweiterungen und Veränderungen im Gebäude herstellereunabhängig und systemübergreifend umsetzen.



Das [MODBUS](#)-Protokoll baut auf dem seit 1979 bekannten MODBUS-Protokoll für speicherprogrammierbare Steuerungen auf. Der besondere Vorteil für den Anwender besteht darin, dass MODBUS ein schlankes Protokoll ist und daher eine schnelle Datenübertragung auf dem Medium ETHERNET gewährleistet.

Durch die herstellernerneutrale Datenstruktur stellt der Kommunikationsaustausch auch zwischen Geräten unterschiedlicher Hersteller kein Problem dar. Bei Modbus handelt es sich um ein Kommunikationsprotokoll, welches den Datenaustausch zwischen einem Master und mehreren Slaves ermöglicht. 1979 wurde das Protokoll von Gould-Modicon entwickelt, damit speicherprogrammierbare Steuerungen untereinander kommunizieren können. Das offene Protokoll verbindet Computer mit Mess- und Regelsystemen. Die Version Modbus TCP ist Teil der Norm IEC 61158.

Für die Übertragung gibt es dabei drei Betriebsarten:

- **Modbus TCP:** ETHERNET-TCP/IP-Kommunikation auf Basis des Client/Server-Modells
- **Modbus RTU:** Asynchrone, serielle Übertragung über RS-232 oder RS-485
- **Modbus ASCII:** Ähnlich dem RTU-Protokoll mit einem anderen Datenformat. Modbus ASCII wird eher selten eingesetzt.



Das [STANDARD MOTOR INTERFACE](#) (SMI) ist eine elektrische Verbindung zwischen Rollladen- und Sonnenschutzantrieben. Über diese einheitliche Schnittstelle können Antriebe nicht nur mit Schaltbefehlen, sondern auch zielgenau mit Telegrammen angesteuert werden. Je nach Anwendung lassen sich bis zu 16

Antriebe elektrisch parallel steuern. Die Verbindung zwischen elektronischen Steuerungen und Antrieben erfolgt über eine fünfadrigige Leitung mit Stromversorgung und Datenübertragung. SMI gewährleistet das präzise Anfahren von Zwischenpositionen, das Abfragen von aktuellen Motorpositionen sowie die Rückmeldungen vom Motor mit Diagnosemeldungen.



Die Abkürzung LON steht für [Local Operating Network](#) und benennt einen Feldbusstandard in der Gebäudeautomation. Als offene und gemäß ISO/IEC

14908 standardisierte Technologie ist LonWorks für alle Marktteilnehmer zugänglich. Es wird zwischen Sensoren, Aktoren und Controllern unterschieden. Der Datenaustausch erfolgt ereignisgesteuert. LonWorks eignet sich wegen seiner hohen Komplexität für zahlreiche Anwendungen in der Gebäudeautomation, wie zum Beispiel Zutrittskontrollen, HLK-Anlagen, Brandmelder, Beleuchtungs- oder Aufzugsteuerungen.

LonWorks ist ein dezentrales Automatisierungssystem, in dem die Geräte (Knoten) unter Verwendung des LonTalk-Protokolls über einen Bus miteinander kommunizieren. Das Kommunikationsprotokoll kann in beliebige Hardware-Strukturen implementiert werden und ermöglicht als offener Standard das Zusammenwirken verschiedener LonWorks-Produkte unterschiedlicher Hersteller.

Die einzelnen Knoten besitzen jeweils ihre eigene Intelligenz und können nahezu unabhängig voneinander verschiedene Programme abarbeiten, stellen hierbei jedoch auch Geräten in anderen Bereichen die jeweiligen Informationen zur Verfügung.

MP-BUS®

Der MP-Bus (Multi Point) dient im HLK-Bereich (Heizungs-, Lüftungs-, Klimatechnik) zur Steuerung von Stellantrieben für Klappen, Regelventile und variable Volumenstromregler. Geräte mit MP-Bus-Anschluss sind über eine Busleitung mit übergeordneten Steuerungen kommunikationsfähig. Es ist ein

Bus, der von der Schweizer [Belimo Automation AG](#) als Sensor-Aktor-Bus speziell für den Gebäudebereich Heizung und Lüftung entwickelt wurde. Über die drei Leiter des MP-Bus können bis zu acht HLK-Stellglieder zusammengefasst und als gebündelte Einheit von einem MP-Master angesteuert werden. Verschiedene Hersteller bieten Komponenten mit MP-Bus-Schnittstelle an.

M-Bus

Der [M-Bus](#) (Meter-Bus) wird für das Auslesen von Energieverbrauchsdaten von Stromzählern, Wärmezählern, Gaszählern, Wasserzählern und

verschiedenen Sensoren und Aktoren unterschiedlicher Hersteller verwendet. Als Messtechniksystem zur Verbrauchsdatenerfassung kommt der M-Bus oft in der Gebäudeleittechnik zur Anwendung. Ein zentraler Master kommuniziert über eine Zweidrahtleitung mit den Busteilnehmern (pro Segment bis 250 Slaves), wie Wärme-, Wasser-, Elektro-, Gaszähler etc. sowie mit Sensoren und Aktoren jeglicher Art.

DMX

DMX dient der Beleuchtungssteuerung. Das Protokoll Digital Multiplex hat seinen Ursprung in der Bühnen- und Veranstaltungstechnik und wird dort

zur Steuerung von Beleuchtungseinrichtungen und Effektgeräten verwendet. DMX basiert auf dem seriellen Schnittstellen-Standard RS-485. Zur Verkabelung werden in der Regel dreipolige XLR-Stecker genutzt. Der Bus findet zunehmend Einsatz im Zweck- und Nutzbau. Hauptanwendungsfälle sind hier RGB-Farb- und Lichttemperatur-Steuerungen. Licht ist oft ein Gestaltungselement und wird zum Beispiel für Effekt- und Architekturbeleuchtungen, Fassadenbeleuchtungen und zur Betonung von architektonischen Besonderheiten eingesetzt. Die im Fokus stehende LED-Technik findet aufgrund ihrer Effizienz und Vielfalt an Farben besonderen Einsatz in der Effektbeleuchtung.

Single Pair Ethernet

Wie die hier erstellte Auflistung zeigt, kann die Infrastruktur in der Feldebene der Gebäudetechnik unter Umständen durch unterschiedliche Bus-Systeme

stark fragmentiert sein. Die dadurch resultierenden Dateninseln erfordern Gateways, die den Zugriff auf die Daten der Geräte im Feld verkomplizieren. Durch den Wegfall dieser Gateways könnten die Kosten und die Komplexität dieser Installationen erheblich reduziert und die von ihnen geschaffenen Dateninseln entfernt werden.

SPE (siehe RS-Beitrag "Welt am Draht") erlaubt es, über zweiadriges Kupferkabel Daten mit 10Mbps, 100Mbps und 1Gbps zu transportieren und gleichzeitig Endgeräte per Power over Data Line (PoDL) mit Strom zu versorgen. Anders als beim Power over Ethernet (PoE) wird aber kein Extra-Leitungspaar benötigt.

10BaseT1S ist die "Short-Range"-Version der Single-Pair-Ethernet-Variante und bietet ein besonders kostengünstiges Vernetzungsschema. Diese Variante arbeitet im Halbduplex-Verfahren und kann sowohl in Point-to-Point- als auch in einer Multidrop-Technologie betrieben werden. Letztere ist mit einer Buslänge von 25m mit 10cm langen Stichleitungen definiert. In dieser Topologie ist ein Switch entbehrlich, weil ein Arbitrierungs-Schema eingesetzt wird, das dafür sorgt, dass es zu keinen Datenkollisionen kommt. Die Norm sieht acht Stichleitungen vor, es können aber auch weit mehr sein.



Der EnOcean-Funkstandard ist auf Funksensoren und Funk-Sensornetze mit besonders niedrigem Energieverbrauch ausgelegt. Dazu gehören auch Sensornetze, die mithilfe von Energy-Harvesting-Technologie (siehe RS-Beitrag "Batteries not included") Energie aus der Umgebung gewinnen - beispielsweise aus Bewegung, Licht oder Temperaturunterschieden.

Dieses Prinzip ermöglicht elektronische Steuerungssysteme, die unabhängig von einer externen Stromversorgung arbeiten. Der EnOcean-Funkstandard (ISO/IEC 14543-3-1X) für den Sub-1-GHz-Bereich eignet sich dank seiner Reichweite von bis zu 30 Metern für den Einsatz in Gebäuden.



PRODUKTE



Eines der wichtigste Merkmale von [Bluetooth](#) ist die Bluetooth-Mesh-Topologie, die die Kommunikation zwischen mehreren Geräten ermöglicht und die Erstellung großer Geräte-Netzwerke erlaubt. Mesh funktioniert mit BLE und ist ab der Bluetooth-Version 4.0 verfügbar.

Im Gegensatz zu einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung besteht ein Mesh-Netzwerk aus Geräten, die durch den Austausch von Nachrichten mit allen anderen Geräten im Netzwerk kommunizieren können. Im Bluetooth-Mesh-Protokoll fungiert jeder Sensor und Dienst als Knoten und überträgt Nachrichten zwischen dem Hub und anderen Sensoren und Diensten. Diese Sensoren können Temperatur, Lichtintensität oder Feuchtigkeit sein.

Die Knoten können beispielsweise auch verwendet werden, um den Zustand von Türen in einem Gebäude zu verfolgen und Lüfter/Klimaanlage oder Lampen zu steuern und auch Sicherheitswarnungen zu geben. Das System kann lokal über ein Smartphone gesteuert werden, das als Proxy-Knoten fungiert, oder über das Internet über ein Proxy-Gateway. Nachrichten werden von einem Knoten zum anderen weitergegeben (Relais), so dass Nachrichten zwischen Knoten ausgetauscht werden können, die sich nicht in direkter Reichweite zueinander befinden. Außerdem werden die Nachrichten an verschiedene Geräte übermittelt.

Der allgemeine Vorteil von Maschen-Netzwerken besteht darin, dass sie eine größere Fehlertoleranz gegenüber Knotenausfällen in Teilen des Netzwerks bieten. Ab der Bluetooth-Version 5.1 kann ein entsprechend konfiguriertes Netzwerk auch Lokalisierungs-Dienste (Indoor-Navigation, Asset Tracking) bereitstellen.



PRODUKTE

Nach Unterlagen von:
 Infineon
 BVDW
 WAGO
 Bluetooth SIG
 Baunetz Wissen