

ARIS

D 3.3 Sensorschnittstellendefinition

Projekt Referenz	FFG Projekt Nr. 845143	
Projekt Akronym	ARIS	
Projekt Titel	Anwendung nichtlinearer Regelungstechnik und intelligenter Sensorik zur Effizienzsteigerung in Gebäuden	
Programm	ENERGIE DER ZUKUNFT	
Ausschreibung	SdZ 1. Ausschreibung	
Autoren	Name	Organisation
	Thomas Pflügl	E+E Elektronik GmbH
	Martin Litzenberger	AIT DSS SNI

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Zweck	3
1.2	Zusammenfassung	3
1.3	Abkürzungen	3
2	Ziele des Arbeitspakets laut Projektantrag	4
3	Schnittstellen für die Sensorintegration	5
3.1	Anforderungen an Sensorschnittstellen	5
3.2	Stand der Technik bei drahtgebundenen Schnittstellen	5
3.3	Stand der Technik bei drahtloser Datenübertragung	7
3.4	Erfahrungen und Herausforderungen aus der Praxis	9
4	Schnittstellenprototyp	11
4.1	Prototypennetzwerk auf Basis AllJoyn	11
4.2	Erkenntnisse:	12
5	Anhang	14
5.1	Referenzen auf Standards bzw. Technologien	14

1 Einleitung

1.1 Zweck

Die Ziele des Projekts ARIS, neue Steuer- und Regelkonzepte für die Energieverbrauchsoptimierung bei HLK System zu erforschen, sind maßgeblich von der Verfügbarkeit, Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit der Sensoren abhängig die dynamischen Gebäudedaten liefern. Diese Gebäudedaten, wobei hier im Wesentlichen die aktuellen Daten über die Raumluftqualität betrachtet werden, sind die Grundlage der Steuer- und Regelkonzepte im Projekt.

Zweck des vorliegenden Dokuments ist daher am Markt vorhandene Schnittstellen und Kommunikationstechnologien für Sensoren zu erheben und im Sinne der Fragenstellungen des Projekts, zu vergleichen und bewerten. Als Ausblick für die Zukunft soll ein einfacher Prototyp einer modernen und zukunftssträchtigen Kommunikationsschnittstelle implementiert und evaluiert werden.

1.2 Zusammenfassung

Der Inhalt des vorliegenden Dokuments fasst die Ergebnisse der Sensorschnittstellen und Technologieanalyse, die zu einem Teil aus einer Analyse der technischen Vor- und Nachteile, zum anderen Teil aus Meinungsumfragen bzw. Rückmeldungen von Gebäudeausrüstern und Betreibern, zusammen.

Erste Erfahrungen bzw. Ergebnisse der Prototypenumsetzung einer modernen Schnittstelle auf Basis Alljoyn werden in kurzer Form ebenfalls dargelegt. Es konnte einerseits festgestellt werden, dass sich das System Alljoyn durchaus als brauchbare und sehr universelle Schnittstelle im gehobenen Gebäudemanagement etablieren könnte. Andererseits zeigte sich, dass das System seine endgültige und notwendige Reife und Markttauglichkeit noch nicht erreicht hat. Es fehlen z.B. noch Integrationsbeispiele für Fremdsysteme, Erfahrungen und Tests in deutlich größeren Systemen bzw. Gebäuden und ein ausreichendes Nutzerfeedback.

1.3 Abkürzungen

Akronym	Beschreibung
AP	Arbeitspaket
CO ₂	Kohlendioxidausstoß
D	Deliverable (Projektdokument)
HLK	Heizung, Lüftung, Kühlung
IoT	Internet of Things
N/A	Nicht anwendbar.
PIR	Passiv-Infrarot

2 Ziele des Arbeitspakets laut Projektantrag

In Task 3.3 „Sensorschnittstellen“ des Projekts ARIS werden alternative Schnittstellen für die Sensorintegration untersucht. In Bestandsgebäuden ist die Integration von zusätzlicher Sensorik oft durch den Installationsaufwand (Datenleitungen, etc.) nicht bzw. schwer machbar. Drahtlose Datenübertragung via Funk (hier gibt es grundsätzlich Lösungen, die für den HLK Markt jedoch zu hohe Kosten haben) oder Datenübertragung im Stromnetz werden evaluiert. Der Vorteil im Vergleich zur Netzwerktechnik: niedrige Datenraten, kostengünstige Lösung.

Im Task 3.3 erfolgt zudem durch Projektpartner E+E die Realisierung eines Sensors zur CO₂ und Luftgütemessung als Prototyp mit der Definition einer geeigneten Schnittstelle.

3 Schnittstellen für die Sensorintegration

Da im Projekt die konkreten Sensor-Schnittstellen ja durchwegs durch den Bestand in der EnergyBase und dem E+E Gebäude gegeben sind, ist die Vorgabe des Antrags *„Drahtlose Datenübertragung via Funk (hier gibt es grundsätzlich Lösungen, die für den HLK Markt jedoch zu hohe Kosten haben) oder Datenübertragung im Stromnetz werden evaluiert.“* nur sinngemäß erfüllbar. Diese Punkte wurden allgemein anhand einer Datenblattrecherche und Analyse bereits im Projektdokument D3.2 behandelt. Hier wird ergänzend ein Überblick über aktuelle drahtgebundene und drahtlose Schnittstellen und Technologien bzw. aktuelle Trends gegeben, und die Entwicklung eines modernen Schnittstellenprototyps zur Demonstration gezeigt.

3.1 Anforderungen an Sensorschnittstellen

Grundsätzlich muss zwischen gewerblicher und privater Nutzung von Sensoren unterschieden werden. Das Hauptaugenmerk des Forschungsprojektes liegt grundsätzlich im Bereich der gewerblichen Gebäude. Da in letzter Zeit jedoch vor allem im Bereich der privaten Nutzung viele neue Systeme (Prinzip „Plug and Play“) und Kommunikations- bzw. sogar Geschäftsmodelle entstanden sind, die auch das Potential haben in den gewerblichen Bereich einzudringen, werden einige Aspekte hier kurz aufgeführt.

Während im privaten Bereich von kleinen Systemen mit sehr eingeschränktem Umfang ausgegangen werden kann, sind im gewerblichen Bereich deutlich größere und komplexere Systeme im Einsatz. Im Projektdokument D2.2 ist der grundsätzliche Aufbau eines gewerblichen HLK Systems in mit unterschiedlichen Ebenen dargestellt.

Im privaten Bereich sind einige der Ebenen nicht explizit ausgeführt, und werden von anderen Komponenten übernommen – so ist z.B. meist ein zentraler Steuerknoten im Einsatz an dem die Sensoren direkt über ein proprietäres Protokoll angebunden werden. Diese Lösungen sind meist in sich geschlossen und bieten kaum Möglichkeiten mit Fremdsystemen zu interagieren.

Die Installation, Wartung und Nutzung der Systeme unterscheidet sich deutlich. Im privaten Bereich muss typischerweise von „Laiennutzung“ ausgegangen werden. Das erfordert entsprechend einfache und vor allem sehr robuste Systeme mit entsprechenden Schnittstellen und meist eingeschränkten Möglichkeiten.

Im gewerblichen Bereich ist stets von Expertennutzung auszugehen. Hier müssen die Systeme deutlich intensiver mit anderen Gewerken interagieren und entsprechend offene Schnittstellen bzw. Standards unterstützen. Darin liegt ein zentrales Problem bei der Konzeptionierung der Haustechnik eines Neubäudes bzw. der Nachrüstung in einem Bestandsgebäude. Meist sind mehrere unterschiedliche Kommunikationslösungen im Einsatz die über entsprechende Router bzw. Bridges gekoppelt werden müssen.

3.2 Stand der Technik bei drahtgebundenen Schnittstellen

Datenbusse nehmen in der Gebäudetechnik eine immer wichtigere Funktion ein um Sensoren und Aktoren über digitale Protokolle mit der Leittechnik verbinden zu können. Im Gegensatz zu analogen Sensoren und Aktoren die einzeln, mit dedizierter Verkabelung mit einem zentralen Leitrechner verbunden werden, können über die Installation ein Buskabel das bei geeigneter Topologie auch in einer Kette eine Vielzahl von Einzel-Sensoren verbinden kann, Verkabelungsaufwand und Kosten der Automatisierungslösung reduziert werden. Ein häufig massiv unterschätztes Problem sind Störfälle bzw. Fehlerfälle in Anlagen. Während bei einem analog aufgebauten System die Fehlerquellen relativ einfach und rasch gefunden werden können, ist die Fehlersuche in einem stark vernetzten System sehr aufwändig und nur durch Experten möglich. Deshalb hat in bestehenden Gebäuden die analoge Verkabelung von Sensoren und Aktoren immer noch eine stark dominierende Rolle.

Im Vergleich zu einer herkömmlichen Elektroinstallation ohne Automatisierungsfunktionen ergeben sich durch automatisierte Komfortfunktionen höhere Anschaffungskosten durch einen in Summe vergrößerten

Verkabelungsbedarf, welcher mehr Platz in den Installationszonen beansprucht. Daneben sind größere Verteiler notwendig, um die Koppler bzw. die Stromversorgung des Busses aufzunehmen.

Im Folgenden eine kurze Übersicht und Erklärung über verbreitete drahtgebundene Schnittstellen:

- **Analoge Schnittstellen**

Als analoge Schnittstelle werden häufig 4...20mA bzw. 0...10V Signale verwendet. Die Schnittstellen und Systeme sind vor allem durch sehr einfachen Aufbau und gute Wartungsfreundlichkeit gekennzeichnet. Für jedes Sensorsignal ist eine eigene Leitung notwendig. Im Falle der 4..20mA Schleife können die Sensoren auch über die Kommunikationsleitungen versorgt werden. Der größte Vorteil ist der universelle und weit verbreitete Einsatz dieser Schnittstelle. Ein Herstellerwechsel bei Sensoren oder Aktoren ist typischerweise ohne zusätzlichen Änderungen (z.B. Netzwerkkonfiguration, Parametrierung) möglich. Daher haben Sensoren mit Analogenschnittstellen noch immer mit Abstand die größte Verbreitung in der Gebäudeautomatisierung.

- **KNX (EIB)**

KNX ist der Nachfolger der Feldbusse EIB (Europäischer Installationsbus), BatiBus und EHS. Technisch ist KNX eine Weiterentwicklung des EIB durch Erweiterung um Konfigurationsmechanismen und Übertragungsmedien, die ursprünglich für BatiBus und EHS entwickelt wurden. KNX ist mit EIB kompatibel. Die Spezifikation von KNX wurde im Dezember 2003 in die europäische Norm EN 50090 übernommen und im November 2006 als internationale Norm ISO/IEC 14543-3 akzeptiert. Da der Zugang zu der entsprechenden Dokumentation nach Registrierung jedem möglich ist, kann der KNX-Standard, dem sich mittlerweile mehr als 370 Firmen weltweit angeschlossen haben, als offener Standard angesehen werden. KNX ist in kleineren gewerblichen Objekten und in den gehobenen privaten Gebäuden vor allem in Europa mittlerweile weit verbreitet.

- **BACnet**

Das „Building Automation and Control Network“ ist ein Netzwerkprotokoll das ausschließlich für die Gebäudeautomation verwendet wird. Es ist durch ASHRAE, ANSI und als ISO 16484-5 standardisiert. BACnet kann über eine Vielzahl von Schnittstellen von RS-232 über Ethernet bis ZigBee (wireless) realisiert werden. BACnet erfordert eine Prüfung und Zertifizierung von Komponenten durch eine eigenständige Prüfanstalt. Dadurch soll ein gewisses Mindestmaß an Komponentenqualität erreicht werden um auch größere Systeme reibungsfrei aufbauen zu können. Durch die unterschiedlichen physikalischen Medien ist auch der kostengünstige Einsatz bis in die Feldebene möglich. Die einzelnen SW-Objekte sind innerhalb eines Netzes über alle Medien transparent. BACnet wird von vielen führenden Gebäudeautomatisierern (Honeywell, Johnson Controls, Siemens, Schneider Electric, Emerson, Belimo, Regin,...) unterstützt und ist mittlerweile in der Leitebene von größeren Objekten weit verbreitet.

- **LON**

Local Operating Network ist ein Standard für einen Feldbus, der vorwiegend in der Gebäudeautomatisierung eingesetzt wird. LON wurde von der amerikanischen Firma Echelon entwickelt. Seit Dezember 2008 ist diese Technologie von der IEC und der ISO als internationale Norm anerkannt und in der Normenreihe 14908-x dokumentiert, nachdem sie bereits als Europäische Norm unter denselben Kennziffern geführt wurde. In Europa ist LON durchaus verbreitet, wobei der Anteil an Neuinstallationen deutlich rückläufig ist.

- **Modbus**

Im Gegensatz zu KNX ist der Modbus nicht auf die Gebäudeautomatisierung beschränkt, sondern findet in weiten Anwendungsbereichen, auch in der Industrie als Feldbus, Verwendung. Der Modbus kann über die seriellen Schnittstellen RS-232 oder 485 aber auch über TCP/IP realisiert werden. In der Industrie hat sich der Modbus, bei dem es sich um ein offenes Protokoll handelt, zu einem De-facto Standard entwickelt. Seit 2007 ist die Version Modbus TCP Teil der Norm IEC 61158.

Kostengünstige Modbus-Sensoren werden häufig über RS485 vernetzt und über einen entsprechenden Buskoppler an ein übergeordnetes Leitsystem angebunden.

- **LCN**

Das Local Control Network ist ein proprietäres Gebäudeautomationssystem mit einem Schwerpunkt für Wohnbauten, das vom deutschen Unternehmen Issendorff entwickelt wurde. Im Gegensatz zu den oben genannten Systemen in welchen immer ein, von der eigentliche 230V-Elektroinstallation getrenntes, Buskabel verlegt werden muss kann LCN gemeinsam mit der 230V- Elektroinstallation durch Hinzufügen einer zusätzlich Datenader realisiert werden. In gewerblichen Objekten ist LCN bis dato kaum verbreitet

- **Powerline**

Powerline bezeichnet ganz allgemein die Kommunikation über (vorhandene) Stromleitungen.

Häufig wird diese Technik von Energieversorgern benutzt um Daten (z.B. Zählern, Messdaten von Transformatoren,...) im Überlandnetz zu übertragen.

Dort wo in der IT-Technik keine Netzwerkkabel vorhanden sind und kein WLAN verwendet werden kann, werden Powerlinemodule zur Übertragung von IT Daten genutzt.

Grundsätzlich kann diese Technologie auch zur Gebäudeautomatisierung verwendet werden, was allerdings nur von wenigen Anbietern z.B. Eltako, Digitalstrom (PLC) unterstützt wird.

Da es keinen Standard für die Kommunikation gibt handelt es sich um eine proprietäre Verbindungstechnik die nur über spezielle Koppelglieder an Standardsysteme angekoppelt werden kann. Powerline wird im gewerblichen Bereich kaum/nicht verwendet.

- **DALI**

Das Digital Addressable Lighting Interface (DALI) ist ein Steuerprotokoll zur Steuerung digitaler, lichttechnischer Betriebsgeräte in Gebäuden (zum Beispiel elektronischer Transformatoren, EVGs, elektronischer Leistungsdimmer etc.). Jedes Betriebsgerät, das über eine DALI-Schnittstelle verfügt, kann über DALI-Kurzadressen einzeln angesteuert werden. Durch einen bidirektionalen Datenaustausch kann ein DALI-Steuergerät bzw. ein DALI-Gateway den Status von Leuchtmitteln bzw. von Betriebsgeräten einer Leuchte abfragen bzw. den Zustand setzen.

Einige Standards wie KNX, BACnet oder LON sind weit verbreitet und stellen konkurrierende Bussysteme für die Gebäudeautomatisierung dar. Modbus hat eine weitere Verbreitung auch als Feldbus in der Industrieautomatisierung, während LCN eher kleinere Systeme wie Wohnbauten adressiert.

3.3 Stand der Technik bei drahtloser Datenübertragung

Die drahtlose Verbindungstechnologie ist vor allem im Nachrüstbereich (z.B. auch Mietwohnungen) bzw. in Gebäuden mit häufig wechselnden Anforderungen von großem Interesse. Für einfache Steuerungsaufgaben (z.B. einzelne Thermostatansteuerung, Lichtsteuerungen oder einfache Beschattungssteuerungen) ist auch bereits eine größere Zahl von Lösungen am Markt verfügbar, die meist auf proprietären Prinzipien unterschiedlicher Hersteller basieren. Eine Gewerke-übergreifende Steuerung wie es im gewerblichen Bereich notwendig ist, ist mit solch proprietären Systemen nicht oder nur sehr eingeschränkt möglich. Das haben mittlerweile auch die Hersteller erkannt und diese schließen sich zunehmend zu einzelnen Allianzen zusammen um eine breitere Marktakzeptanz im gewerblichen Bereich zu erreichen.

Ein Nebenproblem der einzelnen Hersteller sind die regional unterschiedliche Zulassungsverfahren bzw. Limitierungen in einzelnen Frequenzbereichen. Für Hersteller die ihre Produkte weltweit vertreiben wollen kommen nur wenige Frequenzbänder in Frage – welche immer häufiger auch von anderen Funklösungen (z.B. WLAN) belegt werden, und teilweise nur relativ geringe Reichweiten erlauben.

Im Folgenden ist eine Übersicht über bereits etablierte oder vorgestellte Lösungen von drahtlosen Systemen für die Gebäudeautomatisierung zusammengestellt:

- **EnOcean**

Der EnOcean Standard zeichnet sich durch seinen extrem niedrigen Energieverbrauch aus. Ursprünglich wurde diese Technik für Taster oder Schaltkontakte verwendet, die ihre Energie aus der mechanischen Schaltbewegung gewinnen und somit vollkommen ohne Batterie auskommen. Mittlerweile werden auch Lösungen mit weiteren alternativen Energiequellen (z.B. Solarzellen bzw. thermischen Generatoren) angeboten, die für sehr stromsparende Sensoren eingesetzt werden können. Einige Fensterkontakte haben bspw. Akkus, die durch integrierte Minisolarzellen aufgeladen werden. Bei Sensoren mit hohem Energieverbrauch (z.B. CO₂ Sensoren) ist eine separate Energiequelle erforderlich – wodurch die Energieautarkheit als Vorteil wegfällt.

- **Bluetooth Low Energy (BLE)**

BLE ist die niedrigenergie Variante des Bluetooth Standards. Im Gegensatz zu den anderen hier genannten Funkstandards ist Bluetooth explizit für den Kurz-Bereich, also wenige Zentimeter bis einige Meter ausgelegt. Der äußerst niedrige Energieverbrauch macht BLE insbesondere für die Anbindung so genannter Wearables (Fitnesstracker, Uhren, etc.) interessant, da sie ohnehin auch immer nur kurze Funkdistanzen (nämlich in der Regel bis zum SmartPhone) überbrücken müssen. Für den Smart Home Bereich hat sich BLE vor allem durch die Verbreitung der iBeacons für die Indoor-Navigation interessant gemacht.

- **ZigBee**

ZigBee ist ein auf dem IEEE 802.15 basierender Funkstandard, der speziell für kleine embedded Geräte entwickelt wurde. Es ist vor allem deswegen interessant, weil es eine Mesh-Networking Funktionalität anbietet. Diese sorgt grundsätzlich für eine größere Reichweite, da jeder Knoten im Netzwerk auch als Repeater fungieren und damit das Signal auffrischen kann. Obwohl ZigBee eine Reihe von Profilen (bspw. ZigBee Home Automation) anbieten, die die einheitliche Interpretation der übertragenen Daten ermöglichen, werden diese nur selten von Firmen genutzt, was zu (möglicherweise gewollten) Inkompatibilitäten führt. Für ein effizientes Routen bzw. Meshnetzwerk müssen die Sensorknoten permanent online sein, was nur mit einer externen Energiequelle möglich ist. Im November 2015 wurde bekannt, dass das ZigBee-Protokoll eine wesentliche Sicherheitslücke aufweist, die nicht durch Firmware-Updates behoben werden kann.

- **DECT ULE (1880 Mhz)**

DECT ist ein sehr robuster weltweiter Funkstandard der in erster Linie in schnurlosen Telefonen Verwendung findet. Im Jahr 2011 wurde die Erweiterung ULE (Ultra Low Energy) vorgeschlagen, um insbesondere die Laufzeit batteriegetriebener Sensoren zu erhöhen. DECT funkt im 1880Mhz Bereich und hat daher weniger Interferenzen als andere Systeme, die in den dicht besiedelten ISM Bändern 868 MHz oder 2,4GHz Band funken. In Deutschland bzw. Europa hält sich die Verbreitung und vor allem die Nutzung im Smart Home noch in Grenzen.

- **Homematic**

Homematic ist eine von der Firma eQ3 hergestellte Heimautomatisierungslösung mit einer bereits sehr breiten Palette von unterschiedlichsten Sensoren und Aktoren. Die Geräte funken im 868MHz Band über das proprietäre BidCos Protokoll. Generell werden die Geräte mit der zentralen Steuereinheit CCU gekoppelt. Über sie können dann umfangreiche Regelwerke abgebildet werden. Die Interaktion mit anderen Smart Home Integrationsplattformen kann über eine dokumentierte RPC Schnittstelle erfolgen – muss jedoch selbst ausprogrammiert werden.

- **Z-Wave**

Der Z-Wave Funkstandard, ist ein weltweit sehr gut verbreiteter Standard für Smart Home Produkte. Der Z-Wave Allianz gehören inzwischen mehr als 250 Mitglieder an, die mehr als 1100 verschiedene Produkte auf den Markt gebracht haben. War der Standard zunächst hauptsächlich in den USA verbreitet, so scheint nun auch der Europäische Markt immer mehr erschlossen zu werden. Auch Z-Wave funkt in Europa im 868Mhz ISM Band.

- **HomeKit (Apple)**

Homekit heißt die Hausautomatisierungslösung des Großkonzerns Apple. Diese basiert auf der WLAN Technologie auf, nutzt aber unterschiedliche Bridgelösungen (z.B. Bluetooth) um auch

Komponenten von Drittherstellern einbinden zu können. HomeKit befindet sich noch in der Einführungsphase und ist bei weitem noch kein ausgereiftes Automatisierungssystem. Dennoch bieten schon viele Hersteller Produkte und Lösungen mit HomeKit Unterstützung an. Damit ist es Apple gelungen, in sehr kurzer Zeit unterschiedlichste Applikationen anzusprechen. Der von vielen Kritikern immer wieder bemängelte strenge Zertifizierungsvorgang - um in die „abgeschlossene“ Applewelt einzutauchen - könnte hier im Sinne von sicheren Lösungen der größte Pluspunkt für das Unternehmen sein.

- **ECHO (Amazon)**
Ähnlich wie Apple versucht auch Amazon den Hausautomatisierungsmarkt zu betreten. Die Lösung von Amazon zielt in erster Linie noch stark Richtung Multimedia und Infotainment, aber es sind bereits erste Zusatzprodukte (vor allem Lichtanwendungen) für eine SmartHome Etablierung verfügbar. Als Leitgedanken sieht Amazon vor allem die Sprachsteuerung im Vordergrund. Die Anbindung erfolgt direkt per WLAN oder Bluetooth, bzw. über Bridgelösungen an Drittanbieter.
- **NEST (Google)**
Als erste Lösungen für die Hausautomatisierung kamen von NEST intelligente Thermostate zur einfachen Zweipunktheizungsregelung auf den Markt. Mittlerweile sind auch Sensoren (z.B. Rauchmelder) und Kameras (zur Innen oder Außenüberwachung) verfügbar. Hier stehen vor allem intelligente selbstlernende Algorithmen im Vordergrund. Damit sollen z.B. Heizkörper nur dann eingeschaltet sein, wenn sich auch wirklich jemand im Raum befindet. Für die volle Funktionalität müssen die Komponenten permanent mit dem Internet verbunden werden. Das bedeutet eine Potentielle Schwachstelle im Sinne der Datensicherheit.
- **AllJoyn**
AllJoyn ist ein plattformunabhängiges Open Source Projekt, das 2011 erstmals vorgestellt wurde und auf Linux basiert. Um eine kontrollierte Entwicklung des Standards zu gewährleisten, wurde die AllSeen Alliance gegründet. Hier haben sich namhafte Hersteller unterschiedlichster Bereiche (Consumerelektronik, Gebäudeautomatisierung, Cloud-Dienste, Softwareunternehmen...) als non-profit Organisation zusammengeschlossen. Die Spezifikation ist frei verfügbar und wird durch das „Technical Steering Committee“ ständig weiterentwickelt. AllJoyn ist grundsätzlich unabhängig vom Transportmedium – weit verbreitet sind Implementierungen die auf IP Stack basieren (WIFI, WIFI-Direct, Ethernet, Powerline). Aber auch Implementierungen auf Bluetooth LE, 6 LowPan, Zigbee oder Z-Wave sind möglich. Microsoft ist einer der treibenden Hersteller hinter AllJoyn, und hat sein aktuelles Betriebssystem Win 10 mit zahlreichen Funktionen für AllJoyn ausgestattet.

Viele dieser Lösungen können über unterschiedliche Gateways an ein herkömmliches Gebäudenetzwerk (vorhandene Netzwerkverkabelung in einem Bürogebäude) angebunden werden. Dies stellt eine massive Erleichterung bei der nachträglichen Installation bzw. Integration in ein Leitsystem dar.

3.4 Erfahrungen und Herausforderungen aus der Praxis

Die moderne Datenübertragung bzw. digitalen Schnittstellen stellen zweifelsfrei eine massive Erweiterung der Möglichkeiten bzw. Komfortsteigerung im Bereich der Gebäudeautomatisierung dar. Sie sind die Grundlage für das IoT bzw. Voraussetzung zur Integration und Analyse von Sensordaten in der Cloud.

Die erhöhte Komplexität bringt aber gleichzeitig auch viele Hürden mit sich - die teilweise noch zu überwinden sind. Einige sollten hier kurz erörtert werden:

Einige Standards sind zwar grundsätzlich herstellerübergreifend definiert und vorgesehen. Das bedeutet aber noch lange nicht, dass eine Komponente von Hersteller A mit einer Komponente von Hersteller B auch problemlos kommunizieren kann. Um dieses Problem einzugrenzen, gibt es bei manchen Technologien bzw. Schnittstellen spezielle Zertifizierungsprogramme die einen gewissen „Mindeststandard“ prüfen und somit die Wahrscheinlichkeit eines reibungsfreien Betriebs unterschiedlichster Komponenten erhöhen. Dies ist

zwar aus Sicht der Hersteller ein aufwendiges und meist auch kostenintensives Prozedere – für den Anwender ist es aber eine massive Erleichterung bei der Planung und Inbetriebnahme eines Systems.

Auch die Kommunikation und das Routing zwischen den verschiedenen Schnittstellenstandards ist ein komplexes Problem. Es gibt zwar unterschiedliche Gateways bzw. Bridgelösungen zur physikalischen Kopplung der Netzwerke. Eine standardisierte Datenübergabe ist jedoch noch nicht etabliert. Hier sind stets Sonderlösungen mit erheblichen Implementierungsaufwand und entsprechender Fehleranfälligkeit notwendig. Daher sind in vielen Gebäuden getrennte Insellösungen installiert wo jedes System in sich geschlossen funktioniert und arbeitet. Damit sind viele Vorteile bzw. Möglichkeiten der Interaktion nicht nutzbar.

Ein häufig diskutiertes Thema ist vor allem die Sicherheit und Security der Systeme. Die Interaktion bzw. Kommunikation von Haustechnik und Gebäudeleittechnik über die Netzwerkverkabelung löst in vielen Unternehmen und teilweise auch Privathaushalten massive Sicherheitsbedenken aus. Während bei traditionellen Computersystemen ein massiver Aufwand betrieben wird, um nur sichere und „virenfreie“ Systeme ins Netz zu bekommen, ist dies bei Mess-, Steuer- oder Regelkomponenten bis dato noch kaum möglich. Durch die Verwendung von proprietären Betriebssystemen in den einzelnen Komponenten ist ein Virenschannen praktisch nicht möglich. Somit ist eine potentielle Schadsoftware oder eine fehlerhafte Implementierung im Vorfeld nicht identifizierbar.

Die modernen Smart Home Lösungen - die von den großen Unternehmen (Apple, Google, Amazon) angeboten werden - sind zwar in erster Linie für den Endanwender im Privatbereich gebaut und gedacht. Durch die Einfachheit der Bedienung („Plug and Play“ Lösungen mit z.B.: Sprachsteuerung) werden aber die Features von den Nutzern aber immer öfter auch für komplexere Gewerbebauten gewünscht. Das Interesse der der Großunternehmen liegt dabei nicht exklusiv in der reinen Gebäudeautomatisierung. Vielfach könnten hier neue online Geschäftsmodelle aufgebaut werden die z.B. durch Datenanalyse und gezielten Marketingmaßnahmen weitere Zusatzdienste und Leistungen anbieten. Wie die klassischen Gebäudeausstatter und die Gebäudebetreiber darauf reagieren werden, und ob es einen verstärkten Verdrängungswettbewerb geben wird ist hier eine spannende Frage.

4 Schnittstellenprototyp

Aufgrund der großen Anzahl von unterstützenden Unternehmen und der frei erhältlichen Spezifikation wurde beschlossen, einen universellen Schnittstellenprototyp auf Basis von Alljoyn zu entwickeln und evaluieren. Hierbei sollen Raummessgeräte von E+E gemeinsam mit Fremdgeräten exemplarisch an unterschiedliche Haussteuerungssysteme (z.B. Homematic, Loxone) angebunden werden.

4.1 Prototypennetzwerk auf Basis AllJoyn

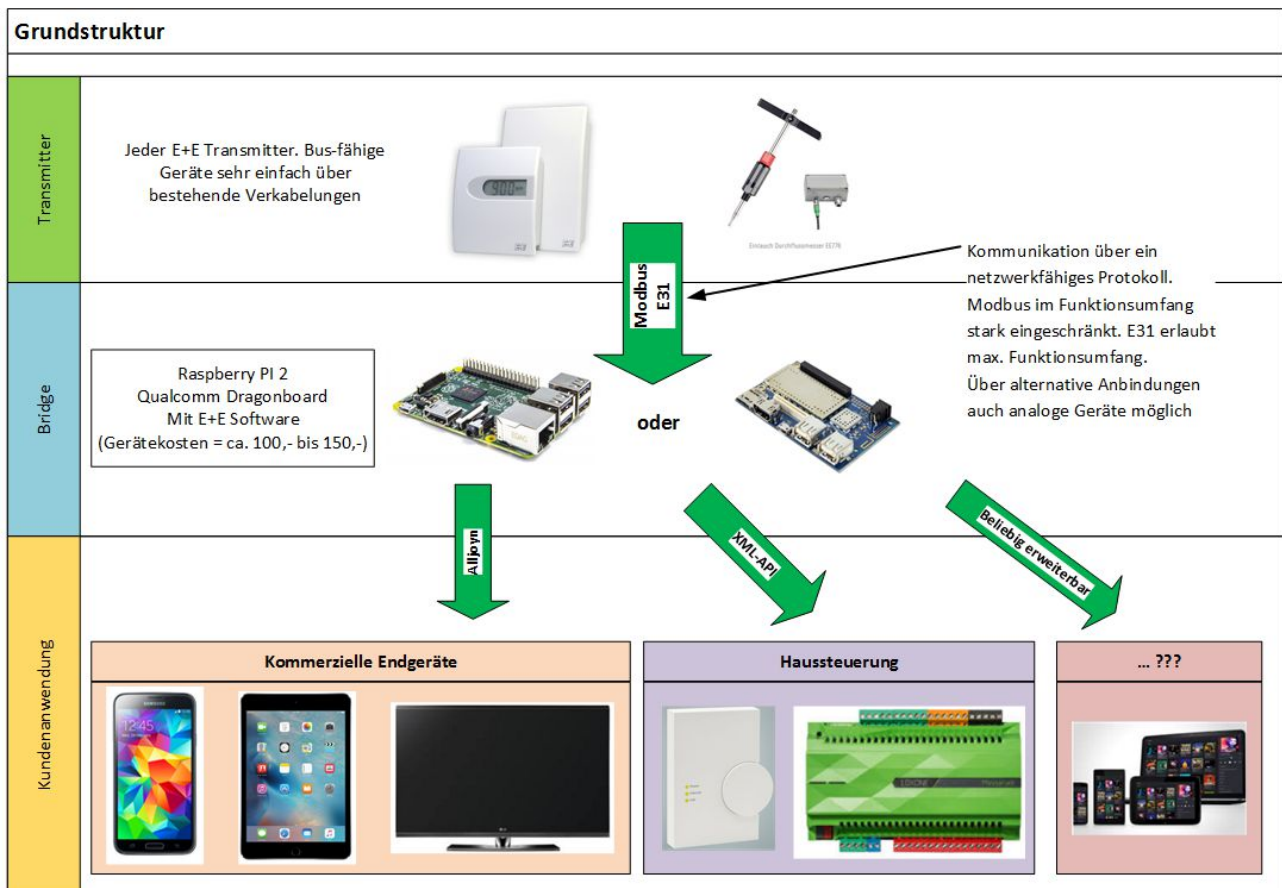


Abbildung 1: Die Grundstruktur des Systemaufbaues

Die Grundidee besteht darin, dass bestehende Messgeräte (hier z.B. ein oder mehrere Modbus RTU Sensoren) über eine einfache Bridge in ein Alljoyn Netzwerk integriert werden können. Als HW für die Bridge wird ein Raspberry2 verwendet. Als Steuerungssysteme werden hier beispielsweise eine Loxone Haussteuerung, eine Homematic Haussteuerung und zur Visualisierung und Bedienung moderne Tablets bzw. Mobiltelefone mit unterschiedlichen Betriebssystemen verwendet. Die Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Grundstruktur des Prototypensystems.

Folgende unterschiedliche Betriebsweisen bzw. Integrationslevel wurden implementiert und getestet:

- Überwachen und Visualisieren von Gebäudedaten ohne Fremdeingriff
- Vollständige Anbindung eines einfachen Gerätes über Alljoyn an die Haustechnik. Hiermit können Geräte die nicht busfähig sind mit einfachen Mitteln angebunden, überwacht und konfiguriert werden.
- Vollständige Anbindung von Bussegmenten mit mehreren Teilnehmern über Alljoyn an die Haussteuerung. Hier können sämtliche Daten bidirektional ausgetauscht und die Sensoren frei konfiguriert werden.

Die Integration der Visualisierung und Steuerung ist in Windowssystemen aufgrund der nativen Alljoyn-Unterstützung von Win 10 sehr einfach. Es sind keine externen SW-Bibliotheken notwendig. In der Abbildung 2 sieht man ein einfaches Dashboard mit Messdaten bzw. Stellgliedern aus dem Netzwerk.

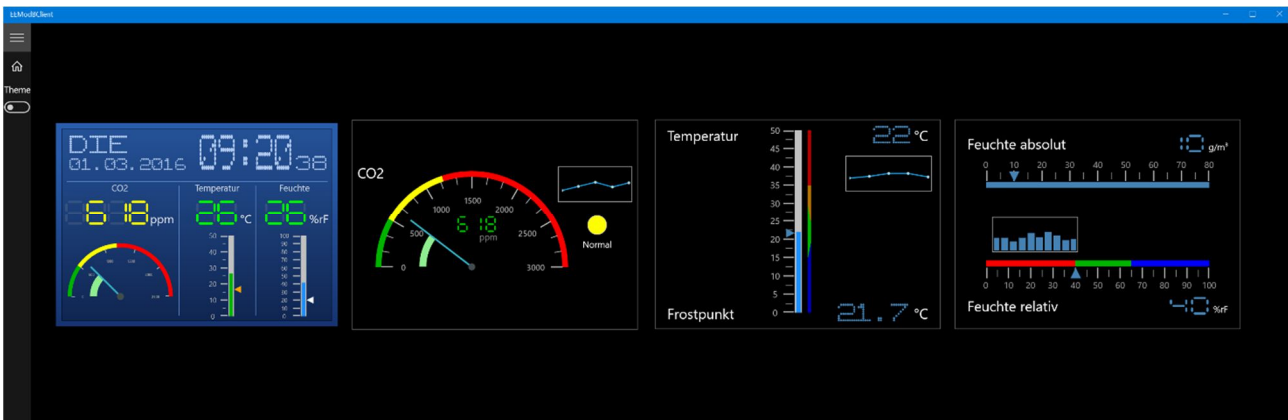


Abbildung 2: Beispiel einfaches Dashboard auf Win 10 Geräten

Zur Demonstration wurde ebenfalls eine einfache App für Android entwickelt, die die grundsätzliche Eignung der Schnittstelle bestätigt. Im Gegensatz zu Windows ist hier der Aufwand deutlich höher da keine brauchbare Unterstützung für Android zur Verfügung steht. Die gesamte SW wurde auf Basis von Xamarin neu entwickelt. Abbildung 2 zeigt beispielhaft eine Benutzeroberfläche auf einem Android Gerät. Damit ist es jetzt möglich, einen einfachen Transfer der App Richtung iOS zu machen.



Abbildung 3: Beispiel Benutzeroberfläche auf Android Geräten

Sobald die Daten im Alljoynnetzwerk vorliegen, können diese über Standardtechnologien wie z.B. Webservice, XML-API, o.ä. an ein übergeordnetes Leitsystem bzw. in die Cloud weitergegeben werden. Damit ist grundsätzlich ein einfacher und universeller Datenzugang für Applikationen gemäß der IoT Vision umsetzbar.

4.2 Erkenntnisse

Die gewünschten Funktionen und Schnittstellen konnten relativ rasch realisiert und implementiert werden. Somit kann einerseits festgestellt werden, dass sich Alljoyn durchaus als brauchbare und sehr universelle

Schnittstelle im gehobenen Gebäudemanagement etablieren könnte. Der Vorteil wäre hier, dass durch die Standardisierung praktisch jede auf Alljoyn ausgelegte Haussteuerung auf Anhieb (ohne Nutzerzutun) alle kompatiblen Geräte erkennt und diese automatisch eingebunden sind und verwendet werden können. Andererseits konnten auch die oben bereits beschriebenen Probleme und Schwierigkeiten in vollem Umfang beobachtet werden. Das bedeutet, dass das System seine endgültige und notwendige Reife und Markttauglichkeit noch nicht erreicht hat. Es fehlen z.B. noch Integrationsbeispiele für Fremdsysteme, Erfahrungen und Tests in deutlich größeren Systemen bzw. Gebäuden und ein ausreichendes Nutzerfeedback.

5 Anhang

5.1 Referenzen auf Standards bzw. Technologien

Name	Besonderheit	Link
Alljoyn	Sehr universell auf verschiedenen Plattformen	https://allseenalliance.org/opportunities/consumers
Loxone	Komplettes Hausautomatisierungssystem für Einfamilienhäuser	https://www.loxone.com/dede/smart-home/standards-empfehlungen/
Homematic	Komplettes Hausautomatisierungssystem für Einfamilienhäuser	http://www.homematic.com/
NEST	kleine „out of the Box Lösung“ für kleinere Wohnungen	https://nest.com/
ECHO	Innovative Sprachsteuerung	https://www.amazon.de/Amazon-SK705DI-Echo-Schwarz/dp/B01GAGVCUY
Z-wave	Drahtloses System 868Mhz	http://www.z-wave.com/
ZigBee	Drahtloses meshsystem	http://www.zigbee.org/
EnOcean	Extrem Low Power Funksystem	https://www.enocean.com/de/
LON	Lange etablierter Feldbus für Gebäudeautomatisierung	https://de.wikipedia.org/wiki/Local_Operating_Network
LCN	Gemeinsame Verlegung der Daten und Powerleitungen	http://www.lcn.de/
DALI	Speziell für Beleuchtungssysteme	http://www.dali-ag.org/discover-dali/technical-overview.html
BLE	Anbindung für moderne IoT Systeme	https://www.bluetooth.com/specifications/bluetooth-core-specification
KNX	Drahtgebundener Standard für mittelgroße Gebäude	https://www.knx.org/knx-en/index.php
BacNET	Drahtgebundener Standard vor allem in USA verbreitet	http://www.bacnet.org/
Xamarin	Universelles Framework zur Appentwicklung	https://www.xamarin.com/