

Datenkommunikation in der verteilten Gebäudeautomation

Offene Standards – BACnet, LonWorks und KNX

Gebäudeautomation erhöht den Komfort und senkt gleichzeitig den Energieverbrauch. Aufgrund der räumlichen Gegebenheiten und funktionalen Anforderungen werden verteilte Systeme eingesetzt. Der zentrale Zugriff auf alle Daten ist möglich. Ein Trend zur weiteren Dezentralisierung und flexibleren Zuordnung von Systemfunktionen zu Geräten zeichnet sich ab. Offene Kommunikationsstandards gewinnen zusehends an Bedeutung.

Gebäudeautomation ist Messen, Steuern und Regeln im Bereich von Anlagen und Einrichtungen der technischen Gebäudeausrüstung. Darunter fallen Systeme der Heizungs-, Lüftungs- und Klimatechnik (HLK) sowie Geräte zur Beleuchtung und Verschattung. Durch

*Wolfgang Kastner,
Georg Neugschwandtner*

optimierte Strategien in diesen energieintensiven Bereichen werden erhebliche Einsparungen bei den Betriebskosten erzielt. Im Zweckbau (Bürogebäude, Spitäler, Kaufhäuser ...) rechtfertigt allein dieser Nutzen über den Gebäudelebenszyklus gerechnet die notwendige Investition – ganz abgesehen von positiven Effekten für die Umwelt, weshalb auch der Gesetzgeber vermehrt Interesse an der energieeffizienten Auslegung von Gebäuden zeigt.

Weitere Einsparungspotenziale ergeben sich durch verbessertes Gebäudemanagement. Hierbei steht der Zugriff auf alle Anlagen eines Gebäudes von zentraler Stelle aus im Vordergrund. Probleme können so leichter und schneller eingegrenzt und Massnahmen zur Vorbeugung und Behebung gezielter geplant werden. Eine einheitliche Gestaltung des Zugriffs auf alle Systeme, unterstützt durch massgeschneiderte Bedienelemente, erlaubt Änderungen im Regelbetrieb trotz technischer Komplexität der Einrichtungen auch ohne besondere

Schulung durchzuführen. Von besonderem Nutzen ist der Fernzugriff, wenn Gebäudestandorte über ein weites Gebiet verteilt sind. Wegzeiten werden vermieden und Störungen können im Idealfall behoben werden, ohne vor Ort zu sein. Auch ein fein aufgelöstes Erfassen und Zuordnen von Energieverbrauchsdaten wird so erst praktikabel. Die verbesserte Kostentransparenz ermöglicht letztlich präzisere Lenkungsmaßnahmen.

Nicht unerwähnt bleiben darf ein nicht unmittelbar quantifizierbarer, aber dennoch wesentlicher Vorteil: gesteigerter Komfort. Dieser erhöht Motivation und Produktivität der Mitarbeiter und nicht zuletzt auch den empfundenen Wert der Immobilie. Das kommt Nutzern mit ge-

hobenem Repräsentationsbedürfnis entgegen und gibt Eigentümern und Betreibern die Möglichkeit, sich mit höherwertigen Angeboten von der Konkurrenz abzusetzen.

Schichtenmodell

Zweckbauten erreichen oft eine erhebliche räumliche Ausdehnung. Dabei bestehen jedoch unterschiedliche Anforderungen an die HLK- und Lichtregelung einzelner Gebäudeabschnitte (Sonnenseite/Schattenseite, besetzter/nicht besetzter Raum, Büros/Treppenhaus). Somit ist nur eine verteilte Strategie zielführend. So genannte DDC-Stationen¹⁾ übernehmen die Regelung einzelner Gebäudeteile (Zonen) bis hin zur individuellen Regelung von Räumen. Die Station steuert die Aktuatoren, wie z.B. Ventilatoren oder Stellventile für Heiz- und Kühlwasser, in Abhängigkeit von Sensorwerten und Sollwertvorgaben (von zentraler Stelle oder lokalen Bedienfeldern). Auch Leitungswege werden überwacht und zentrale Einrichtungen wie Luftaufbereitungsanlagen, Kessel oder Kälteaggregate geregelt. Bei Letzteren kann beispielsweise die benötigte Primärenergieumwandlung anhand von Kalenderdaten oder des jeweiligen Bedarfs der einzelnen Zonen automatisch angepasst werden.

Die Daten der DDC-Stationen (Messwerte, Betriebszustände von Anlagenteilen) werden von einem zentralen Server

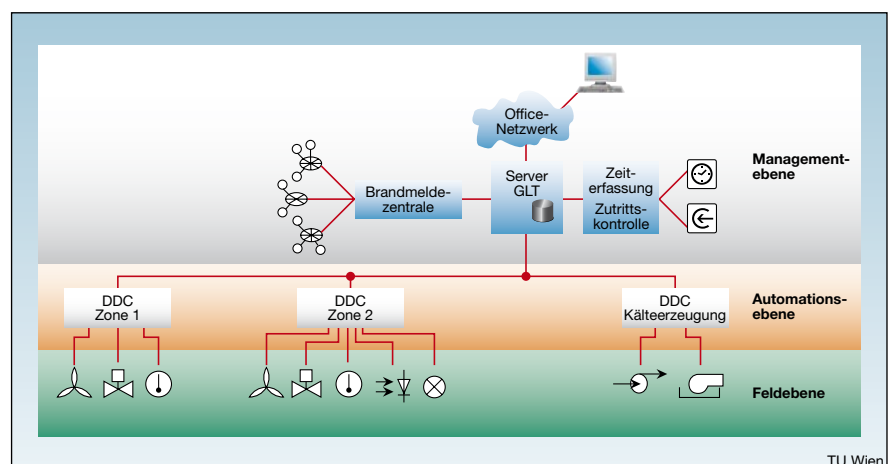


Bild 1 Schichtenmodell der Gebäudeautomation

erfasst und archiviert. Neben diesen Prozessdaten werden über den Server auch andere, eigenständige Systeme der technischen Gebäudeausrüstung wie Gefahrenmeldeanlagen oder Zutrittskontrollsysteme eingebunden. Die Informationen werden in der auch in der industriellen Automatisierungstechnik üblichen Form von Datenpunkten repräsentiert, womit ein vereinheitlichter Zugriff auf alle Gebäudedaten ermöglicht wird. Auf dieser Basis wird eine gewerkeübergreifende grafische Darstellung (Visualisierung), Ereignisüberwachung, -protokollierung und -benachrichtigung realisiert. Auch das Automatisieren systemübergreifender Abläufe ist möglich. Ebenso findet sich hier die Schnittstelle zu Facility-Management-Systemen. Diese Infrastruktur für das Gebäudemanagement wird als Gebäudeleittechnik (GLT) bezeichnet.

Die Darstellung der Benutzerschnittstelle erfolgt auf Arbeitsstationen vor Ort. Während DDC-Stationen untereinander und mit dem Server meist über einen speziellen Feldbus verbunden sind, erfolgt der Zugriff von Arbeitsstationen auf den Server über das Office-Netzwerk. Ebenso ist aber der Fernzugriff auf den Server möglich. Für Letzteren haben sich Internet-basierte Technologien durchgesetzt. Bild 1 veranschaulicht das Zusammenspiel der Komponenten der Gebäudeautomation, wie es auch in ISO 16484-2 festgehalten ist [1].

Automationsnetzwerke und Backbone

Die fortschreitende Entwicklung in der Computertechnik hat in der Gebäudeautomation zu neuen Perspektiven geführt. Das eben beschriebene Modell dient bereits seit Längerem nur mehr als Anhaltspunkt [2]. Zunehmende Rechenleistung und verfügbarer Speicherplatz bei gleichzeitig abnehmender Baugrösse und sinkenden Kosten in Endgeräten sind Wegbereiter für so genannte intelligente Feldgeräte. Sensoren, Aktuatoren und Raumbediengeräte übernehmen hierbei Automationsfunktionen, die ehemals DDC-Stationen vorbehalten waren. DDC-Stationen werden ebenso vermehrt mit mächtigen Netzwerkschnittstellen ausgestattet und für Managementfunktionen herangezogen.

Die Kommunikation in der Feld- und Automationsebene bleibt jedoch vorwiegend auf den Prozessdatenaustausch ausgerichtet.²⁾ Prozessgrößen können allgemein kompakt repräsentiert werden. Der Prozess «Gebäudeumwelt» erfordert zudem keine hochfrequenten Regelkreise. Auch sind die meisten Regelkreise örtlich

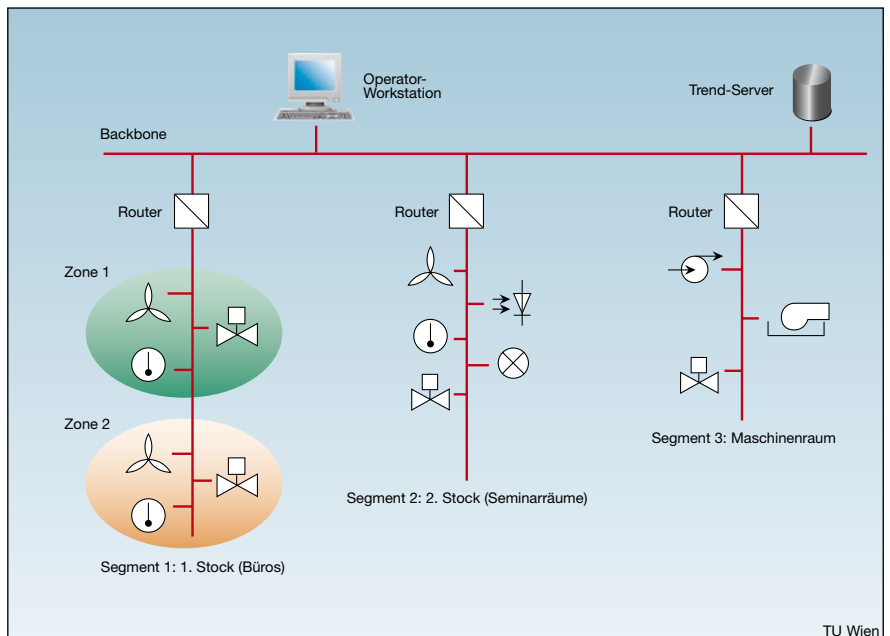


Bild 2 Automationsnetzwerke und Backbone

stark begrenzt. Daher werden grosse Anlagen in Netzwerksegmente aufgeteilt. Jedes dieser Segmente findet mit niedrigen Datenraten das Auslangen. Gefordert sind allerdings akzeptable Reaktionszeiten auf punktuelle Ereignisse (Lichtschalten). Kosteneffizienz, Robustheit und unkomplizierte Installation (Verdrahtung in freier Topologie, Stromversorgung aus der Netzwerkleitung – Link Power) sind für diesen Bereich von besonders grosser Relevanz.

Funktionen der Managementebene erfordern den Zugriff auf Daten aus allen Segmenten. Daher muss das Segment, das die Geräte dieser Ebene beherbergt, das gesamte Datenaufkommen der Anlage tragen. Dieses ist in grösseren Anlagen erheblich: Mehrere Tausend Datenpunkte sind eine übliche Grössenordnung. Daher wird an dieser Stelle eine höhere Netzwerkbandbreite benötigt. So ergibt sich die in Bild 2 gezeigte Struktur, bei der Feldbus-Segmente mit niedriger Datenrate durch einen leistungsfähigen Backbone verbunden werden. Kommuni-

kation zwischen den Ebenen findet ohne Protokollkonvertierung statt.

Für den Backbone hat sich IP (Internet Protocol) weitgehend durchgesetzt. Das letztlich nicht deterministische Verhalten ist aufgrund der moderaten Anforderungen im Bereich der Gebäudeautomation keine Einschränkung. In der Regel lässt sich die Netzwerkschicht eines bereits bestehenden Feldbus-Protokolls jedoch nicht auf IP adaptieren. Abhilfe bringt, Pakete zu «tunneln». Ein Tunneling Router (Bild 3) arbeitet völlig transparent für die Feldbus-Teilnehmer und ermöglicht, jedes beliebige Netzwerk als Backbone zu verwenden. Auch der Fernzugriff ist mit diesem Verfahren möglich.

Offene Systeme

Nahezu alle Hersteller bieten zur Integration ihrer DDC-Stationen in GLT-Systeme Gateways und Schnittstellen an, um den Zugriff auf Datenpunkte zu ermöglichen. Selbst wenn zum Zeitpunkt der Er-

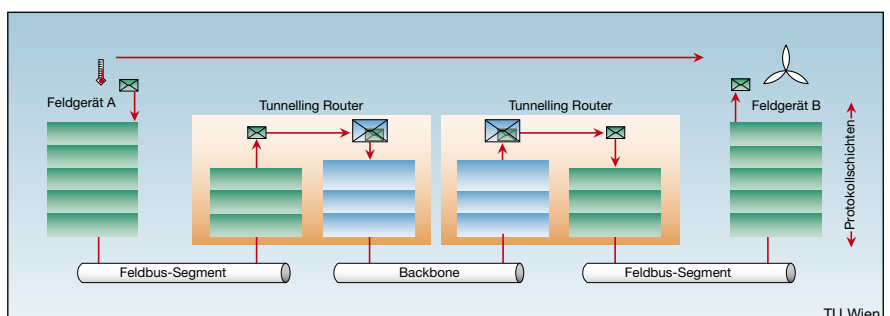


Bild 3 Tunneling Router

richtung alle Anforderungen erfüllt sind, ist der lange Lebenszyklus eines Gebäudes und seiner technischen Ausrüstung zu berücksichtigen. Für zukünftige Entwicklungen (Erweiterung oder Umbau) muss der Zugriff auf neue Datenpunkte möglich sein. Nur ein offenes System ist in dieser Situation Garant dafür, nicht an den ursprünglichen Anlagenhersteller gebunden zu sein.

«Offen» bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der Zugriff auf die relevanten Spezifikationen und der Erwerb nötiger Lizenzen zum Bau kompatibler Geräte zu nicht diskriminierenden Bedingungen gewährleistet ist. Damit kann auch bei der Errichtung auf Komponenten verschiedener Hersteller zurückgegriffen werden. Trotzdem sind zahlreiche Parameter aufeinander abzustimmen, um Zusammenarbeit zu erreichen. Der Begriff «offen» darf daher nicht mit dem

gängigen Schlagwort «Plug and Play» gleichgesetzt werden. Die Vorteile offener Systeme sind zudem nicht kostenlos. Über den Gebäudelebenszyklus gerechnet, gleichen nach allgemeiner Einschätzung die dank gewonnener Flexibilität erreichten Einsparungen die anfängliche Mehrinvestition in Hardware und Anpassungsaufwand jedoch bei Weitem aus.

Dass im Bereich der Gebäudeautomation sowohl auf der Automations- als auch der Managementebene traditionell geschlossene (proprietäre) Lösungen dominieren, mag daran liegen, dass die moderaten Performance-Anforderungen den Aufwand für Eigenentwicklungen in Grenzen halten. Für den klassischen Automationsfeldbus folgen diese in der Mehrzahl der RS-485-Übertragungstechnik. Vereinzelt kommen hier (und auch für die Kommunikation mit komplexen Feldgeräten wie Umrichtern für grosse

<i>Property Identifier</i>	<i>Property Datatype</i>	<i>Conformance Code</i>
Object_Identifier	BACnetObjectIdentifier	R
Object_Name	CharacterString	R
Object_Type	BACnetObjectType	R
Present_Value	BACnetBinaryPV	W
Description	CharacterString	O
Device_Type	CharacterString	O
Status_Flags	BACnetStatusFlags	R
Event_State	BACnetEventState	R
Reliability	BACnetReliability	O
Out_Of_Service	BOOLEAN	R
Polarity	BACnetPolarity	R
Inactive_Text	CharacterString	O
Active_Text	CharacterString	O
Change_Of_State_Time	BACnetDateTime	O
Change_Of_State_Count	Unsigned	O
Time_Of_State_Count_Reset	BACnetDateTime	O
Elapsed_Active_Time	Unsigned32	O
Time_Of_Active_Time_Reset	BACnetDateTime	O
Minimum_Off_Time	Unsigned32	O
Minimum_On_Time	Unsigned32	O
Priority_Array	BACnetPriorityArray	R
Relinquish_Default	BACnetBinaryPV	R
Time_Delay	Unsigned	O
Notification_Class	Unsigned	O
Feedback_Value	BACnetBinaryPV	O
Event_Enable	BACnetEventTransitionBits	O
Acked_Transitions	BACnetEventTransitionBits	O
Notify_Type	BACnetNotifyType	O
Event_Time_Stamps	BACnetARRAY[3] of BACnetTimeStamp	O
Profile_Name	CharacterString	O

Tabelle I BACnet «Binary Output»-Objekt

Ventilatoren) die offenen Standards Profibus, CANOpen (und deren spezifische Profile) oder Modbus zum Einsatz. Als Softwareschnittstelle zur GLT-Software hat OPC Bedeutung erlangt. Auch Webtechnologien werden, beispielsweise für Management und Konfiguration der DDC-Stationen, verwendet, sind aber (wie z.B. HTML) nur bedingt für die Maschine-zu-Maschine-Kommunikation geeignet.

In der Gebäudeautomation existieren drei bedeutende gewerkeübergreifende offene Standards: BACnet, LonWorks und KNX.

BACnet

BACnet (Building Automation and Control Network) wurde spezifisch für Belange der Gebäudeautomation entworfen [3]. Erstmals 1995 von der ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers) gemeinsam mit ANSI als Standard veröffentlicht, wurde BACnet 2003 zum ISO-Standard 16484-5 erhoben [4]. Es kann lizenzfrei implementiert werden. BACnet ist grundsätzlich netzwerkneutral, hat aber zur Schaffung einer «kritischen Masse» einige Netzwerkschichten explizit in den Standard aufgenommen. Hauptsächlich Anwendung finden MS-TP (ein BACnet-eigenes RS-485-basierendes Multidrop-Protokoll), IP sowie in den USA und Asien ARCNET³⁾.

BACnet folgt einem objektorientierten Ansatz. Aktuell sind 25 Objekttypen definiert. Dazu zählen einfache Typen wie binäre und analoge Ein- und Ausgänge sowie komplexe Objekte für Planen, Trending und Melden. Speziell die Ereignishandhabung bietet vielfältige Mög-

lichkeiten. Neben vorwiegend gewerke-neutralen Objekten finden sich auch ein «Loop Object» für PID-Regler und Objekte für Life-Safety-Systeme. Tabelle I zeigt exemplarisch das Objekt «Binary Output» und seine Eigenschaften (Properties). Einige Properties sind zwingend erforderlich (R = lesbar, W = les- und schreibbar), andere Properties können optional (O) unterstützt werden.

Die Manipulation dieser Objekte erfolgt über Services (Dienste) nach dem Client-Server-Modell. Aktuell sind 40 Dienste definiert, die in fünf Gruppen eingeteilt sind: Alarm- und Ereignishandhabung, Objektzugriff (Property-Manipulation), Filezugriff, Geräteverwaltung und Virtuelles Terminal. Die letzteren beiden werden heute seltener implementiert, stattdessen werden Webstandards vorgezogen.

Um einfacher beurteilen zu können, ob BACnet-Geräte interoperabel sind, werden durch den Standard BIBBs (BACnet Interoperability Building Blocks) definiert. Ein BIBB beschreibt bestimmte Fähigkeiten in einem der fünf Interoperabilitätsbereiche Datenaustausch, Alarm- und Ereignishandhabung, Planen, Trending und Geräte- und Netzwerkmanagement. Jeder BIBB besteht aus einem Client-Server-Paar. Dadurch kann genau spezifiziert werden, ob ein Gerät einen Dienst anfordert, eine solche Anforderung beantworten kann oder beides. Ein BIBB kann auch das Vorhandensein bestimmter Objekte mit bestimmten Eigenschaften bedingen.

BACnet ist stark in der DDC- und GLT-Welt verwurzelt. Aufgrund seiner Stärken im Bereich der Managementfunktionen wird es in grossen auf LonWorks- und KNX/EIB-basierenden Installationen gern als übergeordnetes System verwendet.

LonWorks

LonWorks wurde ursprünglich von Echelon Corp. als generisches Bussystem für die Automatisierungstechnik entworfen. Die Technologie hat in der Gebäudeautomation weltweite Verbreitung erlangt. Das LonWorks-System besteht aus dem LonTalk-Protokoll, einem massgeschneiderten Prozessor (Neuron-Chip) und einer Netzwerkmanagementsoftware (LNS, LonWorks Network Services). Das LonTalk-Protokoll liegt mittlerweile als ANSI/EIA-709:2002 [5] und als EN 14908:2005 [6] vor.

Dank der offenen Spezifikation existieren neben dem Neuron-Chip alternative Implementierungen weiterer Anbieter. Auch sind Varianten mit integriertem

Transceiver verfügbar. Bild 4 zeigt die klassische Architektur eines LonWorks-Knotens. Die Verwendung von LNS ist nicht zwingend, gewährleistet aber den offenen Zugriff auf die aufwendig zu erstellenden Projektierungsdaten.

LonTalk erlaubt eine Vielzahl an Übertragungstechniken. Die für Feldbus-Segmente populärste ist eine Twisted-Pair-Variante mit freier Topologie und optionaler Link Power (FT-10/LP-10). Für den Backbone hat die in ANSI/EIA 852 [7] standardisierte IP-Tunnelling-Lösung weitgehend die zuvor verwendete schnelle TP-Variante (TP-1250) abgelöst.

LonWorks-Knoten werden für die Adressierung Domains zugeordnet. Eine Domain kann bis zu 255 Subnets mit jeweils 127 Knoten beinhalten. Die Subnets werden durch Router in Baumstruktur verbunden. Bis zu 256 Multicast-Gruppen können gebildet werden. Bestätigte und unbestätigte Übertragungsmodi werden unterstützt. Der Datenaustausch zwischen Anwendungen erfolgt über Netzwerkvariablen. Diese werden im Applikationsprogramm der Knoten definiert. Bei der Projektierung werden Netzwerkvariablen verschiedener Knoten miteinander logisch verknüpft (Binding). Zur Laufzeit werden die verknüpften Variablen von der Systemsoftware der Knoten – für die Applikation transparent – konsistent gehalten.

Die Verwendung einer bestimmten Semantik für die Netzwerkvariablen ist nicht verpflichtend. Auch ist statt ihrer Verwendung der Austausch frei definierter Nachrichten möglich. Auf LonWorks/LonTalk-Basis können daher völlig nicht offene Systeme realisiert werden. Diese Möglichkeit wird von Herstellern auch genutzt.

Richtlinien für die Interoperabilität von LonTalk-basierenden Geräten werden durch die LonMark-Organisation vorgegeben [8]. Diese beinhalten Standard-Netzwerkvariablentypen (SNVT) und Funktionsblöcke. Eine reiche Vielfalt an solchen Blöcken steht zur Verfügung. Dazu zählen generische Regelkreiselemente, Managementfunktionen («Data Logger» oder «Scheduler») sowie gewerkespezifische Funktionen, besonders aus dem HLK-Bereich. Der Einsatz dieser Profile ist nicht zwingend vorgeschrieben. Sie sind in keiner Norm festgelegt.

KNX

Die KNX-Technologie erweitert den europäischen Installationsbus EIB, der im europäischen, besonders im deutschsprachigen Raum stark verbreitet ist [9]. Sie ist in der Normenreihe EN 50090 nie-

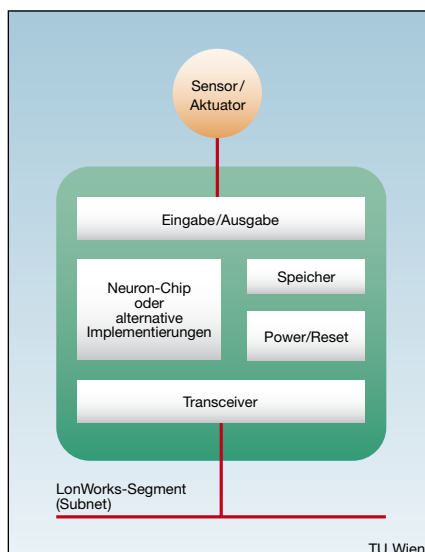


Bild 4 LonWorks-Knoten

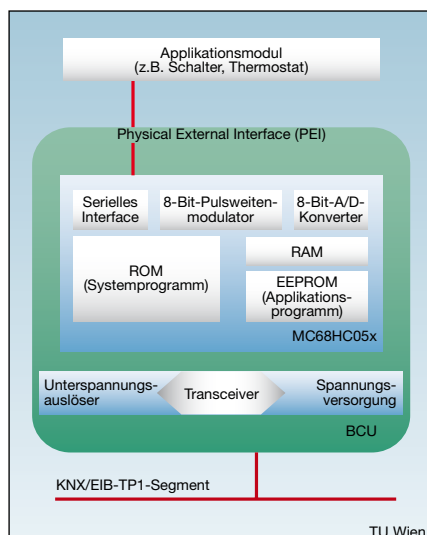


Bild 5 KNX/EIB-Gerät

dergelegt [10]. KNX/EIB-Segmente verwenden vorwiegend Twisted-Pair-Verkabelung (KNX TP1). Dieses Medium erlaubt freie Topologie und Link Power. Vereinzelt wird auch Powerline eingesetzt. Segmente werden in einer dreistufigen Hierarchie angeordnet. Jedes Segment (Linie) bietet Platz für 255 Geräte. 15 Bereiche zu je 15 Linien können gebildet werden. Die für die Backbone-Verbindung der Linien oder Bereiche eingesetzten Router werden Koppler genannt. Diese können auch via IP-Tunnelling kommunizieren (EN 13321-2) [11].

Der Prozessdatenaustausch erfolgt ebenfalls über Netzwerkvariablen, die als «Kommunikationsobjekte» bekannt sind. Besonderes Augenmerk wurde auf die Unterstützung von Multicast-Beziehungen gelegt. Entsprechende Unterstützung ist bereits auf der Medienzugriffsschicht implementiert, allerdings ohne End-to-End-Bestätigung. Diese muss, sofern benötigt, auf der Anwendungsschicht realisiert werden.

KNX/EIB-Geräte bestehen klassisch aus generischen Busankopplern, die mit anwendungsspezifischer Hardware (Applikationsmodul) kombiniert werden (Bild 5). Das Applikationsprogramm wird über die ETS (Engineering Tool Software) parametrisiert und in den Busankoppler geladen. Auch das Binding erfolgt mit der ETS, die sämtliche KNX/EIB-Geräte unterstützt. Dadurch wird der Aufwand für die Inbetriebnahme von Multi-Vendor-Anlagen stark verringert. Diese einheitliche Konfiguration und Inbetriebnahme wird durch das Konzept der generischen Busankoppler unterstützt. Dank diesem Konzept wird auch eine grosse Designvielfalt an Unterputzgeräten angeboten.

Im Rahmen von KNX werden auch verschiedene Modi zur Konfiguration ohne Verwendung der ETS definiert. Erste Geräte, die diese implementieren, sind bereits verfügbar. Während mit der ETS einzelne Kommunikationsobjekte verknüpft werden können, findet das Binding hier funktionsblockweise statt. Diese Funktionsblöcke fanden grossteils erst in jüngerer Zeit Eingang in die Spezifikation. Dies ist durch die Herkunft von EIB aus der elektrischen Installationstechnik zu verstehen, in der weitgehend mit einfachen Schaltfunktionen gearbeitet wird. Die Funktionen sind gewerkespezifisch ausgerichtet, viele davon stammen aus der HLK-Technik.

Generell verlangen KNX-Installationen weniger Projektierungsaufwand als LonWorks-Systeme, bieten dafür aber auch weniger Freiheitsgrade.

Flexible, verteilte Funktionalität

Neben den erwähnten gewerkeübergreifenden Lösungen mit breitem Anwendungsbereich entstehen auch stark gewerkespezifische Busse. Diese treten an die Stelle der herkömmlichen Schnittstellen für die Anbindung von Feldgeräten an Controller (Relais, 1–10 V, Pt100 ...). So gut wie keine Verlagerung von Automationsfunktionen findet statt, weshalb diese Busse nur im Zusammenspiel mit gewerkespezifischen Controllern, Gateways oder zukünftigen entsprechend ausgerüsteten DDC-Stationen eingesetzt werden können. Dafür ermöglicht die Konzentration auf ein bestimmtes Gewerk trotz ressourcensparender Auslegung zusätzliche Funktionen (wie «Plug and Play»⁴⁾.

Eine in jüngster Zeit stark propagierte Schnittstelle mit dieser Auslegung ist DALI (Digital Addressable Lighting Interface) [12]. DALI erlaubt die Ansteuerung von bis zu 64 elektronischen Vorschaltgeräten für Leuchtstofflampen und soll die klassische 1–10-V-Schnittstelle ersetzen. Als weiteres Beispiel für einen gewerkespezifischen Bus ist der M-Bus für Zählerstandsablesung zu nennen [13].

Dem Projektgenieur bieten sich somit zahlreiche Varianten hinsichtlich Topologien, Protokollvarianten und

Funktionsverteilung. Er hat die Wahl, Protokolle durchgängig einzusetzen und nur die Netzwerkschicht nach zu erwartendem Datenaufkommen zu variieren oder gewerke- und ebenenspezifische Lösungen über Gateways zu verbinden. Er kann Automationsfunktionen in DDC-Stationen oder in intelligenten Feldgeräten realisieren. Ganz unabhängig sind diese Entscheidungen allerdings nicht: So empfiehlt sich beispielsweise beim Einsatz gemischter Protokolle, an den durch Gateways abgedeckten Nahtstellen Controller-Funktionalität anzusiedeln, da beide Funktionen nach Parametrierung verlangen.

Je nach Anforderungen und Randbedingungen des konkreten Projekts werden aber letzten Endes andere Kombinationen optimal sein. Wird zum Beispiel ein gewerkespezifischer Bus eingesetzt, müssen für die Integration in die übergeordnete DDC-Station oder GLT Dienste und Objekte konvertiert werden. Eine durchgängige Projektierung wird schwierig. Die Frage, ob die gegenüber einem gewerkeübergreifenden System in der Regel niedrigeren Gerätekosten diesen Zusatzaufwand aufwiegen, ist nur projektspezifisch zu beantworten.

Nichtsdestoweniger bleibt die Aufteilung in Feld-, Automations- und Managementebene hilfreich. Sie muss nunmehr jedoch als rein funktionale Klassifikation verstanden werden.⁵⁾ Tabelle II fasst diese nochmals zusammen. Waren die einzelnen Ebenen früher klar Geräten zugeordnet, implementieren diese nun Funktionen mehrerer Ebenen. Ebenso sind diese Funktionen nun flexibler verteilt. Neben intelligenten Feldgeräten ist unter anderem genauso denkbar, Trendserver-Funktionalität verteilt in Routern anzusiedeln.

Ausblick

Gemäss dem Trend der Zeit werden Managementfunktionen via Web Services implementiert (ob im Intra- oder über das Internet). Bereits heute existiert eine XML-Variante von OPC für den Zugriff auf Datenpunkte. Auf einer vergleichbaren Abstraktionsebene, erweitert um den Zugriff auf historische Daten und Alarmmanagement, bewegen sich oBIX

Feld	Interaktion mit Umwelt	Messwerte aufnehmen und anpassen; Schalten, Stellen, Positionieren
Automation	Selbsttätig ablaufende Vorgänge	Steuern (logische Verknüpfungen), Regeln
Management	Überwachen, Planen, Anpassen (globale Vorgaben)	Präsentieren, Melden, Protokollieren; Konfigurieren

Tabelle II Feld-, Automations- und Managementebene

(Open Building Information Exchange) und BACnet/WS (Web Services), wobei letztere Spezifikation auch unabhängig von BACnet anwendbar ist.

Das intelligente Gebäude der Zukunft ist ohne verstärkte wechselseitige Durchdringung von IT-Systemen und Gebäudeautomation nicht zu realisieren. Diese auf der Grundlage einzelner Datenpunkte umzusetzen, bedeutet jedoch inakzeptablen Aufwand. Daher gilt es, zunächst gewerkespezifische (z.B. HLK-Steuerung) und in weiterer Folge komplexe gewerkeübergreifende Funktionen (z.B. Energiemanagement oder Gebäudeperformance-Monitoring) zu definieren und zu standardisieren. Bestrebungen in diese Richtung werden unter anderem seitens der oBIX-Community unternommen.

Parallel dazu ist anzustreben, bislang eigenständige Systeme nicht erst auf der Managementebene zu integrieren, sondern auf einem gemeinsamen Feldbus zusammenzuführen. So können Bewegungsmelder sowohl zur Beleuchtungssteuerung wie auch als Einbruchmelder genutzt werden. Diese Integration stellt an das zugrunde liegende Bussystem besondere Anforderungen. So ergibt sich bei der Integration von Security-Funktionen das Problem, dass in Verwendung stehende Protokolle diesbezüglich kaum Unterstützung bieten. Von den genannten offenen Systemen ist in LonWorks ein einfaches Authentifizierungsverfahren zu finden, KNX verfügt über keinerlei Sicherheitsmechanismen. Die Infrastruktur von BACnet ist vergleichsweise gut ausgebildet, weist aber ebenfalls Schwächen auf [14]. Auch die für Gefahrenmeldeanlagen geforderte Zuverlässigkeit ist durch die Architektur herkömmlicher Gebäudeautomationssysteme nur schwer zu erfüllen.

Nicht zuletzt bieten drahtlose Technologien aufgrund der flexiblen und unkomplizierten Installation hohes Potenzial. Für alle etablierten Systeme existieren bereits mehr oder weniger etablierte Lösungen. Besondere Herausforderungen in diesem Bereich sind Security und geringe Stromaufnahme. Hier ist EnOcean hervorzuheben [15], das batteriefreie Teilnehmer ermöglicht. Auch für den ZigBee-Standard [16], der speziell für drahtlose Sensor-Aktuator-Netzwerke entworfen wurde, ist eine bedeutende Rolle zu erwarten.

Der Einsatz von Automatisierungstechnik ist ebenso im Wohnbereich attraktiv. Die zugrunde liegende Motivation ist hier neben Effizienzüberlegungen vor allem gesteigerter Komfort und «Peace-of-Mind». Auch können ältere Menschen

KNX ist Weltstandard

Unmittelbar vor Drucklegung des Artikels wurden die medienunabhängigen Schichten von KNX in den ISO/IEC-Standard 14543 (Informationstechnik – Architektur für Heim-elektroniksysteme (HES) aufgenommen. KNX wurde somit weltweit als gültige Norm für Haus- und Gebäudesystemtechnik etabliert.

länger in den eigenen vier Wänden verbleiben (Assisted Living, Smart Home Care). Dieser Aspekt wird aufgrund der stetig steigenden Lebenserwartung zukünftig immer wichtiger.

Obwohl die Zahl der eingebundenen Geräte um Größenordnungen geringer ist, darf die Komplexität nicht unterschätzt werden. Zusätzliche Bereiche (Haushaltsgeräte und Unterhaltungselektronik) sind zu integrieren. Alle erwähnten Feld-, Automations- und Managementfunktionen sind von Relevanz. Einfache Konfiguration ist von besonderer Bedeutung, da der sonst überproportional hohe Kostenanteil für die Projektierung die Attraktivität senkt. Aufgrund dieser Unterschiede spricht man explizit von «Heimautomation». Der Begriff «Gebäudeautomation» wird dem Zweckbau vorbehalten bleiben.

Referenzen

- [1] ISO 16484-2:2004: Systeme der Gebäudeautomation (GA) – Teil 2: Hardware.
- [2] W. Kastner, G. Neugschwandtner, S. Soucek, H. M. Newman: Communication Systems for Building Automation and Control, Proceedings of the IEEE, 93(6):1178-1203, 2005.
- [3] ASHRAE Standing Standard Project Committee 135: www.bacnet.org, BACnet Interest Group Europe: www.bacnet.de.
- [4] ISO 16484-5:2003: Systeme der Gebäudeautomation – Teil 5: Datenkommunikationsprotokoll.
- [5] ANSI/EIA/CEA-709.1-A-1999: Control network protocol specification.
- [6] EN 14908:2005: Firmenneutrale Datenkommunikation für die Gebäudeautomation und Gebäudemanagement – Gebäudedatennetzprotokoll.
- [7] ANSI/EIA/CEA 852-2002: Tunnelling component network protocols over Internet protocol channels.
- [8] LonMark International: www.lonmark.org, LonMark Deutschland: www.lonmark.de.
- [9] Konnex Association: www.konnex.org, Konnex Deutschland: www.knx.de.
- [10] EN 50090-x: Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude (ESHG).
- [11] EN 13321-2:2005: Offene Datenkommunikation für die Gebäudeautomation und Gebäudemanagement – Elektrische Systemtechnik für Heim und Gebäude – Teil 2: KNXnet/IP Kommunikation.
- [12] IEC 60929:2003: Wechselstromversorgte elektronische Vorschaltgeräte für röhrenförmige Leuchtstofflampen.

- [13] EN 1434-3:1997: Wärmezähler – Teil 3: Datenaustausch und Schnittstellen.
- [14] W. Granzer, W. Kastner, G. Neugschwandtner, F. Prais: Security in Networked Building Automation Systems, 6th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems, 283–292, 2006.
- [15] EnOcean GmbH: www.enocean.com.
- [16] ZigBee Alliance: www.zigbee.org.

Angaben zu den Autoren

Dr. Wolfgang Kastner ist Professor am Institut für Rechnergestützte Automation der Technischen Universität Wien (Arbeitsbereich für Automatisierungssysteme mit Schwerpunkt dezentrale Automation und Gebäudeautomation).

Technische Universität Wien, A-1040 Wien, k@auto.tuwien.ac.at

Georg Neugschwandtner ist Assistent am Institut für Rechnergestützte Automation der Technischen Universität Wien (Arbeitsbereich für Automatisierungssysteme mit Schwerpunkt Heim- und Gebäudeautomation).

Technische Universität Wien, A-1040 Wien, gn@auto.tuwien.ac.at

¹⁾ Eine DDC-Station (Direct Digital Control) ist der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) verwandt. Ihr Befehlssatz und die Anschlüsse zur Prozessperipherie sind speziell für regelungstechnische Aufgaben ausgelegt.

²⁾ Insbesondere bei der Konfiguration und Inbetriebnahme (Programm-Download) sind grössere Datenmengen zu übertragen. Da dieses jedoch nur vergleichsweise selten notwendig und nicht zeitkritisch ist, kann eine längere Übertragungsdauer in Kauf genommen werden.

³⁾ Im Gegensatz zu Ethernet garantiert ARCNET einen deterministischen Medienzugriff. Für BACnet kommt bevorzugt die kostengünstigste Twisted-Pair-Variante mit 156 kb/s zum Einsatz.

⁴⁾ Auch die klare Master-Slave-Auslegung des Medienzugriffs (im Gegensatz zu den auf Automations- und Managementebene üblichen Peer-to-Peer-Schemata) ermöglicht eine billigere Realisierung.

⁵⁾ Diese nicht triviale Beziehung von funktionaler und operativer Architektur ist vom OSI-Schichtenmodell bekannt.

Résumé

La communication des données dans l'automation domotique répartie

Standards ouverts – BACnet, LonWorks et KNX. L'automation domotique améliore le confort tout en réduisant la consommation d'énergie. Des systèmes répartis sont utilisés en fonction des conditions locales et des exigences fonctionnelles. Un accès centralisé à toutes les données est possible. Une tendance à une décentralisation plus poussée et à une affectation plus souple des appareils aux fonctions du système est en train de se dessiner. Les standards ouverts de communication gagnent en importance.