

# Bussysteme im Vergleich

B. Aschendorf, Dortmund

**Auf der Suche nach dem besten Gebäudebussystem zur Bedienung aller nur erdenklichen Kundenanfragen für kleine, mittlere und große Projekte wurden im Labor für Gebäudesystemtechnik der Fachhochschule Dortmund zahlreiche Bussysteme hinsichtlich ihrer Planbarkeit, Funktionalität, Hardware, Vernetzung, Medium, Programmierbarkeit, Installierbarkeit, Inbetriebnahme, Visualisierung, Verbindbarkeit mit anderen Systemen und der Kosten/Nutzen-Relation analysiert.**

## 1 Betrachtete Systeme

Zu den betrachteten Systemen zählen GIRA-Funkbus, PEHA-PHC, EIB-TP (Twisted Pair), EIB-Powerline, LON, LCN, X10, Döpke-Dupline, Siemens-Simatic S7-300, Siemens-Simatic S7-200, Siemens-Logo, Interbus, homeputer, 433-MHz-Funkbus, 868-MHz-Funkbus, Conrad C-Control und andere. Jedes der Systeme hat seine Stärken. Unterschiede gibt es jedoch bei der Marktausrichtung – entweder auf kleine, mittlere oder große Gebäude. Hinzu kommen spezielle Merkmale hinsichtlich der Eignung für Neubau, Nachinstallation oder Sanierung.

Im Folgenden wird eine Auswahl der Systeme mit ihren zentralen oder dezentralen Eigenschaften untersucht und anhand der Funktionalität, Programmierbarkeit, Installierbarkeit, Inbetriebnahme und anderer Kriterien analysiert.

### 1.1 EIB

EIB in den Varianten Twisted Pair (TP), Powerline (PLC) oder Funk (RF) gilt als vollständig dezentrales Gebäudebussystem. Zutreffend gilt diese Aussage klar für die direkte Kommunikation der Teilnehmer im Netzwerk untereinander. Die Intelligenz und damit das Programm zur Darstellung der Funktionalität befindet sich im Busankoppler selbst. Waren vormals die Möglichkeiten bei der BCU1 hinsichtlich des Speichers stark begrenzt, können bei der BCU2 größere Funktionalitäten in einen Busankoppler integriert werden. Einfache Funktionen der Gebäudesystemtechnik, wie beispielsweise Ein-/Aus-, Serien-, Kreuz- und Wechselschaltungen, Timersteuerungen und einfache Logiken lassen sich in den BCUs ablegen. Dies betrifft jedoch bei weitem nicht alle BCU-Typen und Hersteller. Die Programmierung erfolgt über die Software ETS der EIBA. Über die Geräteadressen können die Busankoppler programmiert und parametrierbar werden. Funktionalitäten werden jedoch über ein weiteres Adressierungskonzept, die Gruppenadressen, pro-

grammiert und ausgelöst. Bei genauerer Betrachtung der Realisierbarkeit von Komfort- und zentralen Steuerungsfunktionalitäten reichen diese Basiseigenschaften der BCUs jedoch bei weitem nicht aus. Zusätzlich benötigt werden Komponenten zum Aufbau von aufwändigen Logiken und Steuerungen, Zeit- und Ereignisbausteine, darüber hinaus Merker und Variablen. Diese notwendigen Funktionen werden beim EIB über Logik-, Ereignis-, Timer- und Controllerbausteine verfügbar gemacht, die teilweise sehr teuer sind und darüber hinaus meist nicht direkt über das Parametrier- und Programmierungstool ETS, sondern separat zu programmieren sind. Problematisch werden diese Steuerungs- und Automatisierungskomponenten in der Handhabung dann, wenn sie durch Hardware- oder Softwaredefekt ausfallen. Sollte der Programmierer derartige Ausfälle nicht bedacht haben, ist davon auszugehen, dass das gesamte oder zumindest große Teilkomplexe des Gebäudesystems trotz dezentraler Komponenten nicht mehr funktionsfähig sind. Die Fehlersuche und -behebung ist schwierig und nur durch Experten möglich. Kommt dann noch ein OPC-basierter zentraler Rechner zum Einsatz, können sich diese Probleme vervielfachen.

Auch die Inbetriebnahme erweist sich bei diesem vollständig dezentralen System als aufwändig. Es ist unmöglich, direkt in einem Zuge die gesamte Intelligenz ins System zu übertragen. Erforderlich ist in jedem Falle die Erstparametrierung der Busteilnehmer mit Geräteadressen in direkter Nähe, anschließend lassen sich Parameter, Geräteprogramm und Programmierung von zentraler Stelle auf

den Busankoppler übertragen. Dieser Prozess kann in Gruppen erfolgen, muss jedoch Stück für Stück überwacht werden. Durch Häkchen am jeweiligen Teilnehmer kann überprüft werden, ob die Teilnehmer im System ihre Adresse, ihr Programm, Parameter und Programmierung über Gruppen erhalten haben. Die weiteren Programmierungen für Logik-, Ereignisbausteine usw. müssen separat übertragen werden. Äußerst aufwändig ist die Fehlerbehebung an einem Busankoppler im gesamten System. Hier zeigen sich die erheblichen Probleme eines dezentralen Systems, da nach Lokalisierung des fehlerhaften Teilnehmers alle notwendigen Programmbestandteile, d. h. Adresse, Parametrierung, Programm und Programmierung neu übertragen werden müssen. Entsprechendes gilt bei einem Versionswechsel der BCU-Hardware. Zusammengefasst lässt sich festhalten, dass der EIB als völlig dezentrales System arbeitet, seine vollständigen Funktionalitäten jedoch erst mit zusätzlichen Komponenten, wie Controllern, Logik-, Ereignis- und Timerbausteinen, oder über einen zentralen OPC-Server erhält. Je nach Erfahrung des EIB-Programmierers kann der Ausfall eines Controllers zum Gesamtausfall des Gebäudesystems oder zumindest von Teilbereichen führen.

### 1.2 LON

Im Wesentlichen gelten die Aussagen für den EIB auch für den LON. Bis auf die größere Anzahl zur Verfügung stehender Medien – insbesondere schnellerer, mit denen Backbonestrukturen einfach aufgebaut werden können – unterscheiden sich die grundlegenden Eigenschaften der Systeme LON und EIB kaum. Unterschiede zeigen sich jedoch bei der Programmierung. Hier bieten sich verschiedene sehr unterschiedliche Programmierertools an. Weiterführende Funktionalitäten können beim LON über so genannte Plug-Ins realisiert werden. Auch die Inbetriebnahme ist vergleichbar aufwändig und ebenso das Risiko des Ausfalls des Gesamt- oder Einzelsystems – abhängig von der Erfahrung des Programmierers.

### 1.3 PHC

Ein völlig anderes Konzept stellt das Peha-House-Control-System (Bild 1) der Fa. Peha



1 Auf der Light+Building wurde PHCcompact vorgestellt. Das Installationssystem basiert auf PHC, kann aber ohne PC-Programmierung in Betrieb genommen werden.

Foto: Peha

#### Autor

Prof. Dr. Bernd Aschendorf ist Leiter des Labors für Elektrische Gebäudesystemtechnik an der Fachhochschule Dortmund.

dar. Auf der Basis einer SPS wurden dezentrale Komponenten – dies sind Eingangs-, Ausgangs-, Dimmer-, Tastermodule – über einen 4-Draht-Bus mit einer zentralen Steuereinheit, dem Controller, verbunden. Sensoren, wie Taster oder Schalter, werden dezentral direkt in die Unterputzdosen eingebracht und zentrale Schalteinrichtungen, wie Aktoren oder Dimmer, in Stromkreisverteilern in möglichst enger Nähe zum Verbraucher installiert. Die Intelligenz des Systems, die Steuereinheit mit einem notwendigen Netzteil, befindet sich an möglichst zentraler Stelle im Gebäude. Somit ist es dem Elektroplaner möglich, zwischen Dezentralität und Zentralität zu wählen, wie es ihm für die Realisierung der Gebäudetechnik geeignet erscheint. Manchmal ist es sinnvoll, gebräuchliche Elektroinstallationsmethoden mit Gebäudebussystemen zu verbinden. Größere Gebäudekomplexe können durch Zusammenschaltung mehrerer Steuereinheiten realisiert werden. Vorteil dieser zentralen Steuereinheit sind direkt verfügbare Merker und Variablen, Timer und komplexe Steuerungsmöglichkeiten.

Zur Programmierung steht ein proprietäres Programmierool gratis zur Verfügung. Mit ihm werden zunächst die einzelnen Teilnehmer mit Adressen versehen und deren Ein- und Ausgänge mit Namen und Funktionsbeschreibungen parametrisiert. Interessant an der Adressierung ist, dass – visualisiert über einen DIP-Schalterblock – die Einstellung der DIP-Schalter am Gerät genau vorgegeben wird. Damit ist klar, was am Gerät zu geschehen hat, da auch der Klemmenplan gleich miterstellt wird. Die Funktionalität des Gebäudebussystems wird durch zwei verschiedene Programmiermöglichkeiten erstellt, die Basis- und die Funktionsprogrammierung. Bei der Basisprogrammierung stehen Funktionen, wie z. B. Treppenlichtautomat oder WC-Lichtsteuerung mit Ventilator, direkt zur Verfügung und können einfach durch Zuordnung der beteiligten Sensoren und Aktoren sowie Definition der Parameter, beispielsweise Schaltzeiten, vervollständigt werden. Der Freiheit des Programmierers werden mit der Funktionsprogrammierung kaum Grenzen gesetzt. In Summe ist jedoch festzuhalten, dass die Übersicht in der Programmierung nur dann gewahrt bleibt, wenn saubere und exakte Benennungen und insbesondere viele Kommentare benutzt werden.

An die Programmierphase schließt sich die Inbetriebnahme an. Hierzu wird aus den programmierten Funktionalitäten ein Steuer-Code erzeugt und dieser in einem Zuge auf die Steuereinheit übertragen. Hierzu wird zunächst abgeglichen, ob am Gebäudebus alle programmierten Teilnehmer vorhanden sind und dann alle Teilnehmer in Betrieb genommen. Dieser Inbetriebnahmeprozess ist vergleichsweise einfach.

Bis auf fehlende Funktionen des Systems ist nur ein potentielles Problem zu nennen, das dieses Gebäudebussystem hinsichtlich der

Sicherheit in Frage stellt: Fällt die Steuereinheit aus, liegt keine Funktionalität mehr vor bis der Elektroinstallateur oder Bediener das System neu gestartet, die Programmierung neu übertragen oder die Steuereinheit mit Programmierung ausgetauscht hat.

**1.4 Dupline**

Auch beim Dupline-System von Döpke stellt ein Kanalgenerator mit Netzteil die Zentrale des Systems dar und stellt die wichtigen Grundlagen – Gerätekommunikation, Merker, Variablen und Timer – zur Verfügung. Die Vielfalt an dezentralen Komponenten ist jedoch größer als bei PHC und stellt auch dezentrale Schaltaktoren zur Verfügung, die direkt in Unterputzdosen hinter Tastern und Schaltern eingebaut werden können. Auch die Anzahl anderer Sensoren ist größer und einfacher applizierbar. Die Programmierung des Systems erfolgt über die proprietäre Software Proline, die im Vergleich zu anderen Gebäudebussystemen eine völlig andere Vorgehensweise erfordert. Hier werden in einer Matrix, die über Zeilen und Spalten die Geräteadresse darstellt, direkt die Geräte programmiert und mit Funktionalitäten versehen. Wie beim PHC erfolgt die Inbetriebnahme in einem Zuge, d. h. der Programmiercode wird erzeugt und direkt an den Kanalgenerator übertragen. Die Kommunikation läuft allerdings über einen 2-Draht-Bus.

Wesentlicher Unterschied zum PHC ist, dass zumindest grundlegende Funktionalitäten in einem eingeschränkten Notbetrieb zur Verfügung stehen. Dies ist bereits im Adressvorgabeprozess interessant, da mit einem Handprogrammiergerät die Adressen und Grundfunktionalitäten vergeben und kontrolliert werden können. Ein echter Notbetrieb ist jedoch nicht realisierbar.

**1.5 Funkbussysteme**

Als Nonplusultra gelten heutzutage Funkbussysteme. Ohne jegliche Bussteuerleitung können Geräte automatisiert werden. Alles scheint einfach und zuverlässig, doch eine genauere Betrachtung offenbart Nachteile.

Funkbussysteme gelten als völlig dezentrale Systeme. Die einfachsten, d. h. bereits die Billig- und Baumarktsysteme im 433-MHz- und 868-MHz-Band, aber auch die Funkbussysteme von Gira, Berker und Jung werden durch einfache Direktzuordnung von Sensor zu Aktor programmiert. Im einfachsten Falle wird der Aktor in den Programmierzustand versetzt und durch Auslösen des diesem zuzuordnenden Sensors programmiert. Die Programmierung erfolgt also dadurch, dass in einer Tabelle abgelegt wird, welcher Sensor diesen Aktor auslösen kann. Somit ist keine Zentrale notwendig, denn sämtliche Intelligenz ist in den Sensoren und Aktoren abgelegt, wenngleich nur mit hohem Aufwand auslesbar.

Der wesentliche Unterschied zwischen Billiggeräten und den Systemen der namhaften Hersteller liegt darin, dass sich bei den Billig-

systemen meist keine Hausadresse programmieren lässt. Somit kann prinzipiell der Nachbar die eigenen Aktoren auslösen. Die Betriebssicherheit ist also keinesfalls gegeben. Darüberhinaus bieten Anbieter wie Gira, Berker, Jung oder ELV eine wesentlich breitere Produktpalette verschiedenster Sensoren und Aktoren an.

Nachteilig bei den Funksystemen ist, dass bis auf geringfügige Parametrierungen, wie z. B. Ein-, Aus- oder Umschalten oder – falls verfügbar – Dimmen, keine weiteren Funktionalitäten vorhanden sind. Hinzu kommt, dass Sensoren und Aktoren nicht ohne elektrische Energie auskommen und somit über Batterien (oder drahtgebunden (!) aus dem Stromnetz) versorgt werden müssen.

Batterien sind jedoch irgendwann verbraucht, was zum Betriebsausfall führt. Ein Ausweg kann zwar die Anwendung des Piezo-Effekts, z. B. auf der Basis von Komponenten der Fa. EnOcean sein, das Schaltgefühl lässt jedoch noch Komfort vermissen.

Bei den Funkbussystemen der ersten Generation kommt ein weiterer Nachteil hinzu. Ohne eine Zentrale und somit ohne eine bidirektionale Kommunikation zwischen Sensoren und Aktoren fehlen dem System wesentliche Eigenschaften und Notwendigkeiten. Unidirektionale Kommunikation ist infolge der fehlenden Rückmeldung unsicher. Bei einfachen Anwendungen, z. B. Licht, erhält der Anwender das Feedback über die ausgelöste Funktion. Indirekte Funktionen, wie z. B. Heizungen, sind aufgrund der großen Tot- und Reaktionszeiten kaum überprüfbar, Alarmfunktionen schließen sich von vornherein aus. Ein großes Übel neben dem Fehlen von echten Automationsfunktionalitäten ist die nicht vorhandene systembasierte Dokumentation. Aufgrund der für jeden und somit auch den Bediener offenen Programmierbarkeit kann der



**② Auch Systeme, die aus der Industrieautomation stammen – hier die S7-300 –, können Aufgaben in der Gebäudeautomation übernehmen. Nachteilig ist die mitunter aufwändige Programmierung.** Foto: Siemens

Elektroinstallateur die Betriebssicherheit nur bei der Übergabe sicherstellen. Er sollte sich eine umfangreiche handschriftliche Dokumentation gegenzeichnen lassen, da anschließend das System lebt und beliebig geändert werden kann. Der Austausch von Geräten bei Ausfall von Komponenten kann zum Alptraum werden, da Dokumentationen meist nicht vorhanden sind. Alle Funktionalitäten dieser Komponenten und die von ihnen ausgehenden Befehle müssen neu programmiert werden.

Trotzdem stellen Funkbussysteme ohne Zentrale einfache Grundfunktionalitäten und bei Ankopplungsmöglichkeit an ein „echtes“ Gebäudebussystem als Zubringersystem eine gute Lösung dar. Von Gebäudeautomation und echter Komfortsteigerung kann jedoch bei alleiniger Automatisierung über Funkbussysteme ohne Zentrale keine Rede sein. Auch die Bedien- und Programmierkonzepte lassen noch Wünsche offen.

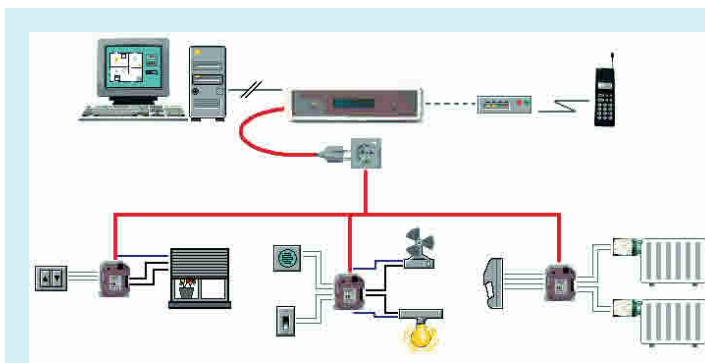
### 1.6 Marmitek- oder TIMAC-X10

Der X10 wurde vor etlichen Jahren als eines der ersten Gebäudebussysteme auf Powerline-Basis auf den Markt gebracht und von Busch-Jaeger unter dem Namen TIMAC-X10 vertrieben. Noch heute gibt es einen großen X10-Markt in England und den USA. Konsequenz auf Powerline setzend stehen als Zubringersysteme auch Funk- und Infrarot-Komponenten zur Verfügung. Das Programmierkonzept ist eindeutig und rein manuell: Die Adresse wird über zwei Drehschalter eingestellt, die Funktion direkt über die Funktionalität der Teilnehmer definiert. Die Ähnlichkeit zu heutigen Funkbussystemen ist frappierend. Für Geräte, die eine weitergehende Parametrierung zulassen, wie z. B. Dimmer und Timer, steht eine PC-basierte Oberfläche zur Verfügung, die gleichzeitig zur Visualisierung und einfachen Automation genutzt werden kann. Auch dieses System ist völlig dezentral, leider wurde keine Weiterentwicklung in Richtung Zentrale mit Gatewaymöglichkeiten betrieben.

### 1.7 SPS-Systeme

Auch Systeme, die aus der Industrieautomation stammen, wie beispielsweise S7-300 (Bild 2) oder S7-200 von Siemens, Interbus, aber auch Logikmodule wie Logo und Easy, können Aufgaben in der Gebäudeautomation übernehmen. Von ihrer klassischen Herkunft sind sie zentrale Systeme, die jedoch durch Profibus-DP, AS-Interface oder Interbus dezentralisiert werden können.

Der Ausfall der Zentrale oder auch nur eines Teilnehmers kann zum Ausfall des Gesamtsystems führen. Ein Grund, der gegen die klassischen SPS-Systeme in der Gebäudeautomation spricht, ist die aufwändige, zumeist auf IEC61131 oder logischen Verknüpfungen basierte Programmierung. Hilfsprogramme, mit denen Gebäudeautomationsaufgaben direkt realisiert werden können, sind allerdings verfügbar.



3 Das offene Konzept von Contronics bietet neben Powerline auch den Zugriff auf verschiedene andere Medien und Systeme.

Foto: Contronics

### 1.8 Homeputer

Mit ihrem Homeputer-System hat die Fa. Contronics in den zurückliegenden Jahren ein auf Powerline basiertes zentrales System entwickelt, das über das Stromversorgungssystem dezentrale Busankoppler, Signalstationen mit jeweils zwei Sensoren und zwei Aktoren ansteuert (Bild 3). Die Programmierung erfolgt visuell unterstützt durch direkte Zuordnung von Sensoren zu Aktoren, dies jedoch nur als Grundlage, denn das System setzt für komplexe Gebäudeautomationsaufgaben inklusive SMS- und sonstigen Messageservice keine Grenzen. Das offene Konzept der Zentrale verhält sich jedoch nicht bei Powerline, sondern bietet parallel auch den Zugriff auf verschiedene andere Medien und Systeme. Es ist somit in der Lage, konsequent die Vorteile vorhandener Systeme zu nutzen, bzw. diese Systeme mit anderen Systemen zu koppeln und mit einer zentralen Steuerung zu optimieren. Dieses Konzept wurde auch auf den Funkbus angewandt, in Planung sind Ankopplungen an andere Systeme, wie z. B. den EIB. Das System verfügt über eine optimale Visualisierung.

## 2 Ideales Bussystem

Zunächst ist festzuhalten, dass Gebäudebussysteme ökologischen und ökonomischen Nutzen bei hohem Komfortgrad und zu überschaubaren Investitionskosten bieten sollten. Nur durch eine weite Verbreitung lassen sich die derzeit hohen Kosten senken. Diese Maximalforderung kann nur durch einen Mix der Vorteile aller verfügbaren Gebäudebussysteme erreicht werden.

Alle derzeit verfügbaren Medien haben ihre Vor- und Nachteile. Funkbussysteme erfordern keine Stromversorgung, es reichen Batterien oder Kurzzeitenergieerzeuger, die jedoch meist nur unidirektionale Funktionalitäten und damit keine Rückmeldung bereithalten. Zwei- und Mehrdrahtleitungen sind nur mit hohem Aufwand nachrüstbar und verbieten sich daher für Erweiterungen und Sanierungen. Der Vorteil der äußerst geringen Störanfälligkeit lässt sich nur bei Neubauten anwenden. Powerline ist ins Gerede gekommen, weil die Stromnetze durch schlecht konstruierte Geräte, wie

z. B. Laptops und PCs mit Schaltnetzteilen und Energiesparlampen, „verseucht“ werden. Bei Elimination dieser Störquellen oder genauer Selektion von Anwendungen in nicht gestörten Stromkreisen bietet sich Powerline als hervorragendes Medium für Erweiterungs- und Sanierungsaufgaben an. Weitere Medien, wie beispielsweise Ethernet über Twisted Pair, Koaxialkabel oder Glasfaserstrecken, bieten sich aufgrund des hohen Verlegeaufwandes nur für Backbone-Aufgaben an.

Ideal für ein Gebäudebussystem wäre eine ausgewählte Mischung der Medien Funk, Powerline, Mehrdrahtleitung und Ethernet – jedoch ohne hohe Gatewaykosten.

Hinsichtlich der Frage „zentral oder dezentral?“ lässt sich folgende Antwort geben: Wer mehrere verschiedene Medien anwenden möchte und dies auch tun sollte, benötigt ein zentrales System, das das Management der verschiedenen Medien übernimmt. Dieses ohnehin bereits zentrale System lässt sich dann auch für die Programmierung der auf verschiedene Medien setzenden Systeme anwenden. Somit steht ein bidirektionales System zur Verfügung, das auch eine gute Dokumentation ermöglicht.

Die Programmierung sollte übersichtlich und einfach durchführbar sein, also nicht über Gruppenadressen, sondern über direkte Objektzuordnung wie beim Funkbussystem, aber mit wesentlich erweiterten Möglichkeiten. Desweiteren stehen Merker, Timer und weitere nützliche Tools zur Verfügung.

Ein zentrales System ohne dezentrale Komponenten ist selbstverständlich unsinnig. Die Automation sollte zentral angestoßen werden, aber die automatisierten Geräte dezentral über den Bus angesteuert werden. Wenn es sinnvoll ist, können dezentrale Komponenten zu dezentralen Zentralen in eigenen Stromkreisverteilern zusammengefasst werden.

Die Unsicherheit durch Ausfall einer Zentrale muss durch ein Notfallsystem abgefangen werden. Hier bieten sich die Methoden des LON oder EIB über eine oder mehrere Gruppenadressen an. Fällt die Zentrale aus oder ist nicht erreichbar, so erfolgt die Kommunikation einfach direkt zwischen den betroffenen Teilnehmern.