

Gebäudeautomation - Viele Wege führen nach Rom: Konzeptionelle Umsetzung

Unabdingliche Grundvoraussetzung für eine "intelligente" Elektroinstallation ist zunächst der Ersatz von konventionellen mechanischen Schaltern und Reglern durch elektronisch ansteuerbare Aktoren (Relais, Halbleiterregler, Stellantriebe etc.). Nur damit lassen sich Schalt- und Steuerungsprozesse automatisieren sowie manuelle Eingriffe mit großen Freiheitsgraden der Bedienelemente abseits des Wirkungsortes vornehmen, weil die sensorischen Schaltleitungswege von der Lastverdrahtung zu den Leuchten, Jalousien und Geräten entkoppelt sind.

Diese Prämisse erfüllen praktisch alle der ansonsten höchst unterschiedlichen technischen Lösungskonzepte. Eine Analyse ihrer Vor- und Nachteile kann hier nur generalisiert auf Basis der Komfort-, Sicherheits- und Kostenaspekte vorgenommen werden und entbindet leider nicht von einer individuellen Bewertung anhand der persönlichen Anforderungen und finanziellen Handlungsspielräume.

Obleich Schnittstellen und Gateways für die Kopplung verschiedener Systeme zur Verfügung stehen, sollte man sich möglichst durchgreifend für eines der Systeme entscheiden. Ein unbedachter Mix der Systeme steigert die Komplexität der gesamten Gebäudeautomation, den Installations- und Programmieraufwand sowie die Betriebssicherheitsrisiken, was nur dann hinzunehmen wäre, wenn notwendige Funktionalitäten mit dem ansonsten bevorzugten System nicht zur Verfügung stehen.

Am einfachsten und kostengünstigsten lässt sich eine rudimentäre Gebäudeautomation auf Basis von Baumarkt- oder Elektronikversand-gängigen Add-on-Lösungen zur Nachrüstung konventioneller Elektroinstallationen realisieren. Steuerzentrale (sofern vorhanden), Sensoren/Schalter und Aktoren sind relativ frei platzierbar bzw. in UP-Dosen oder als Zwischenstecker verbaubar und kommunizieren drahtlos per Funk oder auf dem vorhandenen Hausstromnetz (Powerline). Beide Verfahren zur Übermittlung der Steuersignale sind relativ störanfällig, die Funktechnik erhöht die ohnehin um sich greifende EMV-Belastung und die Powerline-Technik erfordert eine Stromnetz-nahe Sensorik sowie eine geeignete Verteilung der Stromkreise. Außerdem wirken die "aufgesetzten" Komponenten unprofessionell und lassen sich kaum lückenlos einsetzen, um z.B. eine Netztrennung aller fest oder an Steckdosen angeschlossenen Geräte in Abwesenheit oder Inaktivität zu gewährleisten. Diese Lösung erweist sich also allenfalls als Kompromiss zur einfachen Nachrüstung und sollte bei Neubauten nicht zum Einsatz kommen.

Unter den professionellen Lösungen für Neuinstallationen konkurrieren prinzipiell zwei verschiedene Systeme um die Gunst der Bauherren, nämlich die PC-gestützte zentrale mit dezentralen Steuerungen auf Basis verteilter "intelligenter" Bus-Komponenten (EIB, LON etc., s.u.). Mit beiden Lösungen kann zunächst die 230V-Schaltverdrahtung völlig entfallen, die zumindest bei einer komplexen konventionellen Elektroinstallation deren ansonsten vorhandenen Kostenvorteil zunichte macht.

Die zentrale Steuerungslösung erweist sich zudem als ausgesprochen kostengünstig, da sie im Wesentlichen mit einem PC, dem entsprechenden Interface, einer Relais-Backplane und der erforderlichen Steuerungssoftware auskommt. Als nachteilig erweist sich der notwendigerweise zentrale Abgang aller Laststromkreise, die geringe Ausfallsicherheit sowie die Hard- und Software-mäßige Störanfälligkeit des Gesamtsystems. Wie "elegant" eine komplette Haussteuerung unter dem Betriebssystem Windows abzustürzen vermag, lässt sich gelegentlich in entsprechenden Musterobjekten eindrucksvoll bewundern.

Bus-Aktoren sind dezentral mit kurzen Leitungswegen nahe am Stromverbraucher zu platzieren. Dennoch sei von einer diffusen Installation dieser Komponenten im gesamten Gebäude abgeraten. Sinnvoll ist deren Konzentration als REG (Reiheneinbaugeräte) in mehreren (Unter-)Verteilungen an den Lastschwerpunkten des Gebäudes. Damit erzielt man nicht nur bessere Kontroll- und Servicebedingungen, sondern auch eine Netzfreeschaltung der Leitungen zu Wohn- und Schlafräumen, insbesondere während der nächtlichen Inaktivitätsphase.

Für die Bus-Systeme sprechen weitere Eigenschaften, denen zentrale PC-Steuerungen keine adäquaten Alternativen entgegensetzen vermögen. Dazu gehört zunächst einmal, dass die namhaften Bus-Systeme nicht als unausgeglichene Neuentwicklungen, sondern als weitgehend ausgereifte Systeme mit jahrelanger Praxisbewährung auftreten. Außerdem basieren Sie auf herstellerübergreifenden Standards mit ausgesprochen hohen Qualitätsansprüchen, was sowohl der Verfügbarkeit aus unterschiedlichen Quellen als auch der Betriebssicherheit zugute kommt. Nicht zuletzt überzeugen Bus-Komponenten

aufgrund der einfachen Prozessoren mit niedrigen Taktfrequenzen durch eine äußerst geringe Leistungsaufnahme. Die Vielzahl der im Octagonhaus eingesetzten Bus-Komponenten bleiben in der Gesamtleistungsaufnahme unter 30 Watt, was mit einer PC-gestützten Steuerung kaum zu unterbieten wäre.

Herausragendes Merkmal eines Bus-Systems ist jedoch die auf die gleichberechtigten Komponenten verteilte "Intelligenz" bei Verzicht auf eine übergeordnete Steuerzentrale. Die BCUs (Bus Coupling Units) der Komponenten verfügen über eigene Prozessorleistung, nicht-flüchtige Programmspeicher (EEPROMs bzw. Flash-Speicher) sowie RAM für die temporären Daten. Damit wird die Steuerung der Bus-Komponente weitestgehend autark, so dass nur Komponenten-übergreifende Nachrichten (Befehle, Ereignisse, Messwerte und Zustände) auf dem Bus auszutauschen sind.

Dadurch lässt sich die Komplexität des Gesamtsystems auf kleinere Steuerungseinheiten auflösen, und Ausfälle einzelner Komponenten gefährden nicht grundsätzlich die Funktion des Gesamtsystems. Für die Laufzeitumgebung des Systems bedarf es keines PCs. Ein solcher steht über eine Schnittstelle (USB oder RS232) temporär oder dauerhaft ausschließlich zum Zweck der Programmierung/Parametrierung von Komponenten mit dem Bus-System in Verbindung.

Die Gratwanderung zwischen einer notwendigen Integration der Hauselektronik einerseits und Vermeidung schwer handhabbarer und ausfallgefährdeter zentralistischer Systeme andererseits, lässt sich auch an weiteren Beispielen aus Technik und Natur verdeutlichen. Die zentralen Steuerungssysteme erinnern an die "Dinosaurier" der EDV, die als Mainframes die gesamte Rechenleistung für alle angeschlossenen "dummen" Terminals erbringen mussten. Mit dem Siegeszug des PC (persönlicher Computer, nicht Personalcomputer) Anfang der 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts, wurde die zunächst aufkommende Euphorie über die an jedem Arbeitsplatz autark verfügbare Rechenleistung schnell gedämpft, weil ein Zugriff auf gemeinsame Daten und ein Informationsaustausch zwischen den PCs nicht oder nur sehr umständlich via Datenträger möglich war.

Diesem Zustand entspricht eine durch elektronische Einzelkomponenten aufgepeppte konventionelle Elektroinstallation, z.B. in Form solitärer Jalousiensteuerungen, deren Zeiteinstellungen und Sonnenstandssensoren sich nicht koordinieren lassen. Es lag also auf der Hand, dass die Lösung des Problems sowohl im Bereich der EDV als auch in der Elektroinstallation nur in einer Vernetzung der "intelligenten" Komponenten zu finden war, die einen direkten Nachrichtenaustausch der Komponenten auf einem gemeinsamen Medium möglich macht.

Wie stark sich die Komplexität aufwendiger Steuerungssysteme abstrahieren lässt, zeigt sich auch in der Software-Entwicklung beim Übergang vom alles umfassenden "Spaguetti-Code" zur Gliederung in Klassen und Funktionen, die ihrerseits eine bestimmte Aufgabe relativ autark erledigen und nur die notwendigen Informationen über Parameter und Rückgabewerte mit der Umgebung austauschen. Aber auch biologische Steuerungssysteme unterliegen einer entsprechend arbeitsteiligen Delegation von Spezialaufgaben. Es wäre z.B. fatal, wenn das Großhirn jede Bewegung des Körpers explizit unter Auswertung aller sensorischen Informationen des Gleichgewichtssinnes, der Muskelspindeln etc. steuern müsste. Deshalb beschränkt sich der motorische Cortex weitgehend auf die Bewegungsintension, während sich die Komponenten Kleinhirn, Rückenmark etc. um die feinmotorische Steuerung kümmern.

Als Schlussfolgerung ergibt sich, dass eine umfassende zentrale Steuerung in einem komplexen System weder notwendig noch sinnvoll erscheint. Im Umkehrschluss sollte ein solches in funktional gekapselte Einheiten zerlegt werden, die ihre Aufgaben möglichst selbstständig erledigen und nur über diejenigen Informationen miteinander kommunizieren, die von übergreifender Bedeutung oder zur Koordination erforderlich sind.

Zu Ersteren gehören z.B. die von jeweils einer Komponente bereitgestellten und von zahlreichen Komponenten verwendeten Parameter wie Uhrzeit, Außen- und Innentemperatur, Helligkeit etc.. Zu Letzteren zählen Befehle und Zustandsänderungen einer Komponente, die Reaktionen anderer Bus-Teilnehmer nach sich ziehen, z.B. die Zustandsänderung eines Binäreinganges bei Öffnung einer mit Riegelkontakt bestückten Terrassentür, die abhängig von anderen Bedingungen (Anwesenheit) entweder Sicherheitskomponenten oder einen Jalousien-Aktor anspricht, um den Behang am Ausgang einzufahren.

Die physischen Ebenen einer Bus-basierten Gebäudesteuerung sind grundsätzlich auf die Bus-Komponenten und ggf. nachgelagerte Gerätesteuern beschränkt. Das Gebäude als Ganzes repräsentiert ausschließlich eine virtuelle Steuerungsebene ohne Hardware-Korrelat. Die Frage, in wieweit das Gebäude selbst wiederum in eine übergeordnete Steuerungsebene einzubetten ist, gibt Anlass zu heftigen, emotional aufgeladenen Diskussionen und erscheint kaum konsensfähig. Es sei einmal

gestattet, dass der Autor auch als IT-Profi die trendige Internet-Vernetzung von Gebäuden unter Abwägung von Risiken und Nutzen in Frage stellt, selbst wenn eine solche grundsätzlich sowohl mit zentralen Steuerungsrechnern als auch mit Bus-Systemen via Gateways möglich ist.

Die Befürworter eines Internet-Zugriffs auf die Gebäudesteuerung und insbesondere die Profiteure als Anbieter der entsprechenden Software oder Kommunikationsressourcen scheuen sich nicht, wider besseres Wissen die Sicherheit solcher Lösungen gegenüber dem potenziellen Anwender glauben zu machen. Dabei stellen die von ihnen angebotenen Software-Produkte nahezu täglich unter Beweis, wie angreifbar diese gegen Systemeinbrüche, P(assword)fishing etc. durch das unsichere IP-Protokoll, aktive Dokumente, Programmfehler mit Pufferüberläufen und andere Schwachstellen sind. Herscharen von Administratoren verteidigen weltweit täglich ihre Systeme gegen allerlei einzuschleusende Viren, Würmer und Trojaner, indem sie jeweils die neuesten Updates/Patches installieren, Virens Scanner aktualisieren und Firewalls konfigurieren - nicht ohne, aber durchaus nur mit bescheidenem Erfolg. Ob der Hausherr gewillt ist, sich täglich mit den offenen "Scheunentoren" seiner Haussteuerung zu befassen, darf ernsthaft bezweifelt werden, womit dem "house hacking" mit erheblichen Konsequenzen für die Sicherheit des Gebäudes kein wirksamer Widerstand entgegensteht.

Fragwürdig erscheint allerdings auch der Nutzen einer Web-Integration der Gebäudesteuerung. Wie wir bereits ausführlich dargelegt haben, gehört es ja gerade zur Kernaufgabe einer Gebäudeautomation, möglichst alle technischen Prozesse im Gebäude autark und interventionsfrei zu steuern. Die relevanten Parameter können überwiegend am oder im Gebäude durch entsprechende Sensoren oder Spezialkomponenten (z.B. die per DCF77-Funkuhr atomgenau synchronisierte Bus-Zeitbasis) gewonnen werden, so dass es zur Automation definitiv keiner Außenvernetzung bedarf. Ob denn manuelle Steuerungseingriffe von jedem Ort der Welt aus nicht nur "cool", sondern auch erforderlich sind, wird entweder mit betretenem Schweigen oder aber mit abenteuerlichen Anwendungsszenarien beantwortet.

Am nächsten an der Realität zeigt sich da noch der Wunsch, die Heizung vor der Rückkehr aus dem Urlaub hochzufahren, was allerdings generell nicht zwingend und beim Passivhaus sogar unsinnig wäre. Weitere Anwendungsbeispiele bewegen sich mehr auf der Ebene von Partygags, erscheinen als "an den Haaren herbeigezogen" oder widersprechen sogar den Grundprinzipien einer sinnvollen Gebäudeautomation.

Zu Ersteren gehört die berühmte Steuerung der Waschmaschine über das natürlich wireless vernetzte Notebook am Urlaubsstrand und soll hier nicht nochmals kommentiert werden. Ähnliches gilt für die Aktivierung der Mikrowelle oder Kaffeemaschine aus dem Büro, weil VBIPs (very busy internet people) natürlich keine Zeit haben, nach dem Eintreffen zu Hause einige Minuten auf die entsprechenden Produkte zu warten und dafür vielleicht auch in Kauf nehmen, dass die Pizza nach der Stauheimfahrt doch wieder kalt aus der Mikrowelle kommt.

Von geradezu durchschlagender Logik zeugt auch die typische Rechtfertigung zur Vernetzung "intelligenter" Häuser, nämlich die Möglichkeit, aus dem Auto oder Büro prüfen zu können, ob man den Herd versehentlich angelassen hat, um ihn dann telematisch fernausschalten zu können. Aber welches Armutszeugnis wird damit der Gebäudeautomation unterstellt, wenn diese nicht in der Lage wäre, beim Verlassen des Gebäudes alle unnötigen elektrischen Verbraucher selbstständig abzuschalten? Mit Spannung erwartet der Autor jedenfalls die ersten sinnvollen Anwendungsbeispiele einer Web-integrierten Haussteuerung, welche die damit verbundenen Sicherheitsrisiken adäquat aufzuwiegen vermögen.

Bleiben wir also bei der Prämisse, die gesamte Gebäudeautomation so autark wie irgend möglich zu implementieren. Das setzt sich auch auf der Ebene der Bus-Komponenten fort, deren "Eigenintelligenz" die übergeordneten Nachrichten von Details befreit und damit zur Reduzierung der Komplexität des Gesamtsystems und des Datenverkehrs auf dem Netzwerk (Bus) beiträgt. Einige relativ einfache Beispiele sollen dies verdeutlichen:

Zum Schalten einer Lampe bedarf es nur einer Nachricht mit Nutzinformation im Umfang von einem Bit, also 0=aus oder 1=ein (Schließer), unabhängig davon, welche Bus-Komponente diese automatisch (z.B. Präsenzmelder oder zentraler Helligkeitssensor) oder manuell (Tastendruck an einem Binäreingang) auslöst. Dabei muss die befehlsauslösende Komponente keine Informationen darüber besitzen, welche Detailanforderungen zusätzlich bei der Steuerung der einzelnen Leuchte zu berücksichtigen sind, weil dies nach spezifischer Parametrierung vom Bus-Aktor selbst übernommen wird. Er kennt die lokalen Anforderungen und kann entsprechend verzögert ein- und/oder ausschalten, selbstständig ausschalten (inadäquat als "Treppenlichtfunktion" bezeichnet) sowie die Schaltanforderung mit einer anderen Nachricht logisch verknüpfen (UND, ODER, Sperrfunktion etc.).

Auch ein Jalousien-Aktor kommt prinzipiell mit zwei verschiedenen 1-Bit-Nachrichten zum vollständigen Öffnen bzw. Schließen und zum Kippen der Lamellen aus. Das virtuelle Gesamtsteuerungssystem bzw. die befehlsauslösende Komponente benötigt keinerlei Informationen über die Dauer der Behangfahrt oder die Geschwindigkeit der Lamellenverstellung. Auf Basis der passend zu Art und Größe der angeschlossenen Jalousie eingestellten Parameter, schaltet der Aktor selbstständig nach Erreichen der jeweiligen Endposition bzw. eines vordefinierten Lamellenschrittes das Relais ab.

Bus-fähige Heizkreis-Stellantriebe übernehmen ebenfalls einen großen Eigenanteil an den sie betreffenden Steuerungsprozessen. Die Bus-Nachrichten beschränken sich auf maximal 1 Byte Nutzinformation zur Mitteilung des gewünschten prozentualen Öffnungswertes. Nur am Rande sei erwähnt, dass in einem Passivhaus keine derartige Feinregulierung erforderlich und durch einen 1-Bit-Zwangssteuerungswert zum Öffnen oder Schließen zu ersetzen ist. Der Stellantrieb ermittelt selbst die Hubweite des Heizkreisventils (Kalibrierung) und sorgt mit regelmäßigen vollständigen Öffnungs- und Schließungsvorgängen auch bei längerer Nichtnutzung für dauerhaft gangbare Ventile. Dazu bedarf es keinerlei übergeordneter Steuerungsbefehle.

Unzweifelhaft gibt es noch subsidiäre Steuerungseinheiten unter der Ebene der Bus-Komponenten, nämlich die internen elektronischen Steuerungen komplexer haustechnischer Geräte. Ob dies auch in Zukunft so sein sollte, darüber scheiden sich die Geister. Viele Automatisierungsgurus drängen auf eine umfassende Integration der Gerätesteueringen in die Bus- oder Zentralrechner-basierte Gebäudesteuerung. Es dürfte kaum verwundern, dass der Autor auch hier eine andere Meinung vertritt und wiederum wehement eine verteilte "Intelligenz" favorisiert. Wie schwierig oder letztlich gar unmöglich es ist, herstellernerneutrale geräteübergreifende Schnittstellen und Steuerungsstandards zu definieren und durchzusetzen, durften nicht nur die Forscher des Fraunhofer Institutes mit dem InHaus-Projekt schmerzlich erfahren.

Auf keinen Fall sollte diese Erkenntnis Anlass zur Kapitulation beim Bemühen um eine integrierte Gebäudeautomation geben. Im Gegenteil ist eine solche aus Komfort- und Sicherheitsgründen dringend geboten. Aber muss man deshalb unter hartnäckiger Ignoranz vorhandener trivialer Lösungsansätze gleich "das Kind mit dem Bade ausschütten"? Dass es unter Einsatz dezentraler "Intelligenz" auch ohne aufwendige Schnittstellen und Programmlogik einer übergeordneten Steuerung geht, haben wir bereits im Zusammenhang mit der Erörterung diverser Geräte unter dem Thema Haustechnik dargelegt. Die herausragende Bedeutung einer sinnvollen Delegation detaillierter Steuerungsprozesse auf das Gerät selbst, rechtfertigt eine erneute grundsätzliche und beispielhafte Reflexion dieses Themas.

Die interne Gerätesteuerung sollte alle Aufgaben erfüllen, welche nicht unmittelbar von irgendwelchen Außeninformationen abhängen. Dazu kann der Hersteller seine tiefgreifenden Kenntnisse über die Funktion des Gerätes und Spezialisten-Know-how im eigenen Hause einsetzen. Da dieser Teil der Steuerung nicht mit Komponenten anderer Hersteller kommunizieren muss, sind proprietäre und geräteoptimierte Lösungen abseits irgendwelcher Standards möglich und auch sinnvoll.

Allerdings wäre es hilfreich, wenn die Entwickler bei der Implementierung der wenigen verbleibenden außenabhängigen Funktionalitäten über den Tellerrand hinausschauen und nicht die erforderlichen Schnittstellen vergessen würden, was leider noch viel zu oft geschieht. Das wiederum erfordert keine geistigen Höhenflüge der Entwickler, denn der Schnittstellenbedarf beschränkt sich in der Regel auf einfache potenzialfreie Ein- und Ausgänge, die zum direkten Anschluss an herkömmliche Bus-Aktoren und Binärbausteine geeignet sind.

Betrachten wir nochmals das Beispiel Lüftungsanlage und stellen fest, dass die einzige übergeordnete Steuerungsanforderung mit der Umschaltung von drei Volumenströmen (abwesend, normal, intensiv) erschöpft ist, die mit zwei Bus-Aktor-Ausgängen zu erschlagen wäre. Als Rückmeldung an den Bus liefert die Anlage ausschließlich eine Sammelstörmeldung via Binäreingang, die auch einen notwendigen Filterwechsel signalisiert. Da man sich in diesem ohnehin selten eintretenden Fall auch einmal zur Anlage begeben kann bzw. muss, reicht eine Stördifferenzierung an einem Display der Anlage völlig aus. Die nicht ganz unerheblichen internen Steuerungsprozesse zur drehzahlgeregelten Volumenbalancierung von Zu- und Abluftventilator, zur Prüfung des Filters durch Differenzdruckmessung etc. bleiben für die übrige Haussteuerung zu recht verborgen. Das bedeutet natürlich, nicht an einem Bus-Panel oder Monitor im Schlafzimmer die Drehzahl der Lüftermotoren ablesen zu können. Aber wer mag sich aus welchen rationalen Gründen für diese Information interessieren?

Anhand der Steuerung des Wärmeerzeugers lässt sich die Forderung nach einer Beibehaltung dezentraler "Intelligenz" untermauern, die nur wenige Befehle, Zustandsinformationen oder Ereignisse von außen entgegenzunehmen hat. Für die Warmwasserversorgung beschränkt sich die Außenintervention

auf eine Aktivitäts-abhängige Schaltung der Zirkulationspumpe sowie ggf. auf eine Abschaltung der Wärmeerzeugung bei längerer Abwesenheit. Die interne Steuerung sorgt für eine relativ konstante vordefinierte Temperatur des Wärmespeichers durch Ausgleich des Wärmeverlustes aufgrund der Warmwasserabnahme und geringen (bei entsprechender Isolierung) Transmission an Speicherbehälter und Leitungen.

Auch die Bereitstellung von Heizwärme kommt mit einem oder wenigen (beim Octagonhaus Heizen, Heizen Pool, Kühlen) Bus-Aktor-Befehlen aus und überlässt die Temperaturregelung von Pufferspeicher und Heizkreisvorlauf der internen Gerätesteuerung, die nur einmalig objektspezifisch korrekt zu parametrieren ist. Als Rückmeldung zum Bus reicht auch bei dieser Anlage eine Sammelstörmeldung auf einen Binäreingang völlig aus. Auf eine solche sollte man, wie bei der Lüftungsanlage oder anderen haustechnischen Geräten, auf keinen Fall verzichten, da diese im Wohnbereich akustisch und/oder optisch signalisiert werden kann, während der Installationsraum gewöhnlich nur selten betreten wird.

Ein Beweis dafür, ob Küchengeräte heute mit angemessenen technischen Mitteln zu Vernetzen sind oder überhaupt einer Vernetzung bedürfen, steht bis heute trotz aller publizistisch wirksamen High-Tech-Gags noch aus. Die Fernsteuerung eines Geschirrspülers entbehrt jeglichen Nutzens. Das gilt grundsätzlich auch für Herd und Backofen, die zudem noch ein erhebliches Sicherheitsrisiko darstellen würden. Offen bleibt, wie gut man den Backofen oder die Mikrowelle über ein Rezept-Download aus dem Internet programmieren kann oder will, und wie sich ein selbstverwaltender Internet-Kühlschrank sinnvoll in die Praxis umsetzen lässt. Auf einem Weg sollten sich jedoch alle nicht dauerbetriebenen Geräte mit der Gebäudeautomation in Verbindung setzen, nämlich über die Schaltung ihrer Stromversorgung via Bus-Aktoren, damit sie beim Verlassen des Gebäudes oder bei Nachtschaltung sicher deaktiviert werden.