

# Das Digitale Gebäude – Netzwerke in der Gebäudeautomation

Dietmar Dietrich (\*), Peter Palensky (\*), Sandrine von Klot (\*\*), Dorothee Dietrich (\*\*\*)

\*) Technische Universität Wien, Institut für Computertechnik {dietrich@ict.tuwien.ac.at, palensky@ict.tuwien.ac.at}

\*\*) Mag.-Arch., Kunstuniversität Linz, Institut für Raum- und Designstrategien/Lb {klot@svk-architecture.at}

\*\*\*) Dipl.-Ing., Psychoanalytikerin in Ausbildung

## Kurzfassung

*Es ist offensichtlich: der Einfluss des Computers auf die Architektur nimmt dramatisch zu. Die Herstellungskosten verschieben sich zunehmend in Richtung Elektronik – beim Kraftfahrzeug erreichen sie bald die 40%-Marke (von ehemals 2 bis 3 %). Beim Gebäude muss man mit ähnlichen Werten rechnen. Der Beitrag soll die dahinter liegende Philosophie erläutern, welche Netze heute State-of-the-Art sind und was langfristig bzgl. der Automation auf uns zukommen wird.*

## 1 Zugrunde liegende Philosophie

Als man in den 70er und 80er Jahren versuchte, gewisse Funktionen im Kraftfahrzeug zu elektronisieren, hatte man nicht die geringste Ahnung davon, welche dramatische Entwicklung dies einmal nehmen wird. Sieht man Bilder von einem Kraftfahrzeugnetzwerk heute, assoziiert man das Nervensystem des Menschen – und der Experte weiß, man steht erst am Anfang einer neuen Technologie, bei der überall Unmengen an Sensoren integriert werden, an die gleichzeitig kleinste Computer angeflanscht werden, die dann zu so genannten Embedded Systems verschmelzen. So sind heute schon Kraftfahrzeugreifen in Entwicklung, in die bis zu sechs solche Kleinstcomputer integriert werden. Dass dies Auswirkungen auf alle Bereiche haben wird, in denen die Automation eine Rolle spielt, ist einleuchtend – also auch auf die Gebäudeautomation. Was ist nun das entscheidende Moment dabei?

In einem Film aus den 50er Jahren wurde folgendes Bild eines "automatisierten" Hauses – heute würde man dazu ein "Smart Home" sagen – gezeichnet, in dem sein stolzer Ingenieur friedlich schlief. Pünktlich läutete morgens ein mechanischer Wecker, der einen kleinen Ball in Bewegung setzte, wodurch eine Kerze entflammte, die einen Ofen entzündete, das Wasser im Wasserkessel begann zu sieden, und der Ingenieur konnte letztendlich aufstehen, sich warm duschen und seinen Kaffee genießen. Welches Verständnis von Automation spiegelt diese Szene wider? Die Kopplung der Prozesse erfolgt rein mechanisch. Was erwartet man von der Automation heute? Welche Philosophie liegt zugrunde, wenn man ein Tier oder sogar den Menschen als Vorbild für einen automatisierten Prozess heranzieht? Die Sensoren, die Nerven

und Muskeln in uns enthalten im Prinzip folgende Grundfunktionen: die Umsetzung physikalischer Größen in Nervenpotentiale, die Weiterleitung, die Informationsverarbeitung und wiederum die Umsetzung von nervösen Signalen in mechanische Größen durch Drüsen und Muskeln.

Setzt man dies in unsere Welt der technischen Automation um, kann dies mit den Embedded Systems gleichgesetzt werden. Für den Prozess werden Prozessgrößen mit vielen hunderten von Sensoren erfasst. Die Werte werden verarbeitet und lösen über Algorithmen Reaktionen aus. Folgen wir also den Architekturprinzipien der Natur – und das wird mit Sicherheit geschehen –, müssen wir für Prozesse jeweils möglichst viele Prozessdaten gewinnen – umso mehr und je präziser sie sind, umso feinfühlicher sind wir in der Lage, auch komplexe Prozesse zu steuern, um der Maschine ein möglichst genaues Referenzbild des Prozesses zu vermitteln, damit sie dann entsprechend adäquat über Algorithmen reagieren kann.

Damit wird eine entscheidende Aussage getroffen: Es kommt in diesem Fall nicht darauf an, Prozesse zu separieren, Abhängigkeiten zu linearisieren und eine geschlossene mathematische Beschreibung für einen Prozess zu finden, sondern möglichst viele, diversitäre Daten des Prozesses zu erfassen, die Abhängigkeiten der Subprozesse zu eruieren und adäquate Algorithmen zur Beeinflussung zu finden. Damit schaffen wir Referenzbilder der "Außenwelt" in all den kleinen Computern, leiten daraus Strategien ab, und können gezielt Maßnahmen treffen. Eine entscheidende Voraussetzung muss dabei zugrunde gelegt werden: alle Embedded Systems müssen untereinander kommunizieren können, was heute über die Feldbustechnik möglich wird – eine Technologie, über die der Ingenieur in den 50er Jahren nicht verfügte.

## 2 Das Zusammenführen und Optimieren von Prozessen

Die Anforderungen an die moderne Gebäude- und Heimautomation sind damit im Prinzip die gleichen wie in allen Automatisierungssystemen: Ursprünglich nur über mechanische Abläufe koordinierte Prozesse werden durch die IT-Infrastruktur explizit koordinierbar. Dabei sind in einem Gebäude die Prozesse so mannigfaltig wie die Bedürfnisse der in dem Gebäude tätigen Personen: Heizung, Klima, Beleuchtung, Beschattung, Lärmaufkommen, Wege von Personen, Brandschutz, Zutrittskontrolle und Panikvermeidung sind Prozessbeispiele, die im Extremfall völlig isoliert voneinander betrachtet und gelöst werden. Jeder dieser Prozesse hat mitunter seine eigene Regelung, seine eigene Infrastruktur und seine eigenen Gerätschaften. Natürlich hängen diese Prozesse zumeist eng von einander ab bzw. interagieren implizit. Der Prozess *Heizung* wird so zum Beispiel beeinflusst vom Prozess *Beschattung*, indem die Heizleistung der Sonneneinstrahlung genutzt oder vermieden werden kann. Diese und viele weitere Zusammenhänge sind aber über (mitunter ungewollte) physikalische Umstände gegeben und nicht explizit vorgegeben. Die Automatisierungstechnik kann nun eine gewollte und bewusste Verbindung herstellen. Prozesse, die automatisierungstechnisch erschlossen sind, können im Prinzip eine beliebige gemeinschaftliche Funktion wahrnehmen, kooperieren und aufeinander abgestimmt werden.

Der Zweck dieser informationstechnischen Erschließung von Prozessen ist im Allgemeinen Prozessoptimierung. Auf den ersten Blick wird beispielsweise der Komfort optimiert. Lichtszenarien und Klimaanlage stellen sich auf die unterschiedlichen Bewohner ein. Viele Funktionen sind fernbedienbar und der Luxus-Charakter des Gebäudes kann erheblich gesteigert werden. Ein anderes Ziel für Optimierung sind die Energiekosten. Praktisch alle Energie verbrauchenden Prozesse können mit der richtigen Logistik optimaler und sparsamer gefahren werden. Ein weiteres Beispiel für Optimierung ist Sicherheit. Als grundlegendes Bedürfnis von Menschen nimmt Sicherheit einen besonderen Platz in der Gebäudetechnik ein, wenn man die Folgekosten betrachtet. Gemeinsam ist all diesen Zielen, dass sie mit der Automatisierungstechnik kostengünstiger und im Idealfall auch zuverlässiger erreicht werden können.

## 3 Anforderungen an die Technik der Gebäudeautomation

Netzwerke der Gebäudeautomation sind ähnlich aufgebaut wie die Automationsnetze der industriellen Fertigung. Im Unterschied zu diesen sind sie aber

üblicherweise weit größer und erfordern daher einen strukturierten Aufbau und ein hoch entwickeltes Netzwerkmanagement. Die drei wichtigsten, weil international standardisierten Vertreter dieser Netzwerke sind LonWorks, KNX und BACnet [1, 2].

LonWorks ist im Gegensatz zu den beiden anderen als universelles Stuenetzwerk konzipiert, hat sich aber im Gebäudesektor am massivsten durchgesetzt [3]. Eine fast unbegrenzte Anzahl an „Knoten“ kann beliebig vernetzt werden, als Kommunikationsmedium dienen twisted pair-Kabel, Funk, 230-V-Leitungen, Ethernet, Infrarot oder optische Fasern.

KNX (entstanden aus den Technologien EIB, Batibus und EHS) verfügt über ein ähnlich mannigfaltiges Spektrum an Kommunikationsmedien wie LonWorks, ist aber im Allgemeinen in einer Baumstruktur vernetzt. Ein oft zitierter Unterschied zu LonWorks besteht darin, dass KNX für den Heimbereich und kleinen Zweckbau ausgelegt ist, ein Umstand, der sich aber erst bei sehr großen Gebäuden bemerkbar macht.

BACnet unterscheidet sich von den beiden erstgenannten insofern, als es seinen Hauptfokus auf Management-Funktionen ausgerichtet hat. Die Übertragungstechnik spielt eine untergeordnete Rolle. Es kann zum Beispiel Ethernet oder RS485 Twisted Pair verwendet werden. Bei BACnet wurden eine Vielzahl an *funktionellen Objekten* definiert, die Vorgänge und Funktionen in einem Gebäude widerspiegeln.

Technologisch gesehen sind diese drei Netzwerke verteilte Embedded Systems, jeder Lichtschalter hat also seinen kleinen, eingebetteten und vor allem vernetzten Computer. Die Flexibilität, die ein solches System bietet, ist bekannt. Per Software – de facto per Mausklick – lässt sich bestimmen, welche Leuchtkörper mit welchem Schalter oder Bedienelement angesteuert werden. Einmal verlegte Kabel brauchen somit nicht mehr geändert werden. Die „Knoten“ selbst sind robust in ihrem Design und besitzen keinerlei Tastatur oder Bildschirm, wie man es von konventionellen Computern gewöhnt ist. Der Haustechniker hingegen, der die Konfiguration des Netzwerks vornimmt, arbeitet sehr wohl mit grafischen Oberflächen. Mit diesen kann er die Funktionen des Systems parametrieren und anpassen.

Alle drei Technologien basieren auf offenen Standards und haben strenge Interoperabilitätsvorschriften, die garantieren, dass Geräte unterschiedlicher Hersteller reibungslos eine gemeinsame Funktion erfüllen können. Informationen zu diesen Netzwerken findet man am Besten bei den entsprechenden User-Organisationen ([www.lonmark.org](http://www.lonmark.org), [www.konnex.org](http://www.konnex.org), [www.bacnet.org](http://www.bacnet.org)).

Die nun aktuellen, neuen Anforderungen an diese Netze sind hauptsächlich in erweiterten Diensten zu finden. Die Konvergenz von Automatisierungs- mit

Entertainment-Funktionen zieht nahe liegender Weise eine Verschmelzung der Gebäudetechnik mit Multi-medienetzwerken nach sich. Ebenso verhält es sich mit der Office- und Internet-Welt. Es ist also der aktuelle Trend, Übergänge zwischen diesen verschiedenen Welten anzubieten. Der Nutzen daraus ist erneut in der Vernetzung von Prozessen zu finden: Die Heizung kann per Internet die Wetterprognose in ihre Strategie mit einbeziehen, die Ferndiagnose von Gebäuden wird vereinfacht, und Daten aus dem Gebäude können direkt in automatisierte Geschäftsprozesse einfließen. Eine der omnipräsenten Schlüsseltechnologien ist dabei das Internet Protocol (IP). Wird heute das Gebäudesystem an IP-basierte Systeme angebunden, werden morgen Gebäudesysteme mit hoher Wahrscheinlichkeit durchgängig auf IP basieren [4]. Das nahtlose Vernetzen und Verwenden von Diensten legt nahe, auf Protokollebene mehr und mehr zu vereinheitlichen.

## 4 Architektur

Haben ursächlich spezifizierte Funktionsdiagramme im städtischen Gefüge für einen Kanon differenzierter Gebäudetypologien gesorgt, so kann man die heutige Zeit als Vorboten eines sich nachhaltig wandelnden urbanen Erscheinungsbildes lesen: Kommunikation, Unterhaltung, Sicherheit erhalten Einzug in fast jedes Haus, ganz gleich welchen Typs oder welcher Größenordnung. Weiterführend werden Gebäude weniger in ihrem städtebaulichen Setting als vielmehr im Kontext 'szenario-orientierter Netzwerke' wahrgenommen.

Städtebau erscheint in der Folge kaum mehr durch Bilder, Ansichten, bzw. strategische Interventionen in festgeschriebenen Stadtdiagrammen beherrschbar, sondern vielmehr durch die Erkenntnis der verschiedensten im Stadtgebilde ablaufenden Prozesse und das sinnvolle architektonische Entsprechen darauf.

Experimentelle Ansätze im Rahmen heutiger Raumproduktion beschäftigen sich mit einer Art 'Biomorphismus', die anklingen lassen, dass die Bedeutung unserer Behausungen aus Ressourcen der Erde durch jahrhundertelange Distanzierungen abstrakt geworden ist – und wir jetzt anstreben, mit Hilfe neuer Technologien natürliche Bedingungen (Licht, Klima, Energiedynamik) wie Landschaft als Medien zu erschließen, aus denen eine veränderte Architektur inspiriert werden könnte. Die mögliche Zusammenführung divergenter Systeme innerhalb sowie außerhalb von Gebäuden lässt vermuten, dass die Bedeutung klar abgegrenzter, konturierter Bauvolumen zugunsten von offenen, vernetzten Raumsystemen abnehmen wird. Hier gelte es neue typologische Übersetzungen zu finden.

## 5 Vision

Damit wird zwangsweise die Frage aufgeworfen: Was ist der nächste evolutionäre Schritt in der Automatisierungstechnik? Die Netzwerke (Feldbusse) mit all ihren Sensoren, Aktoren und Embedded Systems liefern zunehmend eine nicht mehr so leicht überschaubare Flut von Daten einerseits, und andererseits werden der Automatisierung immer komplexere Funktionen abverlangt bis hin zur Abschätzung geeigneter Strategien. Die Natur kann uns auch hier den geeigneten Weg weisen [5]. Nimmt man den Menschen als Vorbild, legt man also bionische Überlegungen zugrunde, gibt es im wesentlichen zwei Forschungsgebiete, die uns Technikern hier entscheidende wissenschaftliche Grundlagen zur Verfügung stellen können: die Neurologie und die Psychoanalyse. Die Neurologie [5] kann erklären, wie über Symbolisierung [6] eine schier unendliche Flut von Daten sinnbringend zusammengefasst und interpretiert wird, und legt damit in einem hierarchischen Modell eines komplexen IT-Systems das Fundament für die unteren Schichten offen.

Das Modell der Psychoanalyse, das ursprünglich auf den Theorien Sigmund Freuds aufbaut, erklärt die komplexen Funktionszusammenhänge im Gehirn. Es ist in einem Modell auf einem höheren abstrakten Level zu sehen wie das der Symbolisierung. Damit wird aber offensichtlich, dass komplexe Automatisierungssysteme in Zukunft nicht umhin kommen, sich mit den Ergebnissen der Psychoanalyse intensiv auseinanderzusetzen und deren Begriffswelt und Methoden zu zumindest teilweise anzueignen. Dann wird man auch verstehen, warum die Systeme Bewusstsein, Vorbewusstes und Unbewusstes nicht nur philosophischen Erörterungen überlassen werden können, sondern, eine enorme wirtschaftliche Bedeutung auch für Maschinen gewinnen werden, da sie die Grundvoraussetzung für die Entwicklung schwieriger Strategieentscheidungen in komplexen Steuerungssystemen sein sollten.

Wir stehen damit am Anfang einer Entwicklung, die das dem Transistor ähneln dürfte. Es hat letztendlich über 50 Jahre gedauert, bis damit ein IT-Netzwerk geschaffen wurde, das alle ursprünglichen Vorstellungen übertraf.

## 6 Literatur

- [1] Dietrich, D.; Loy, D.; Schweinzer, H.-J.: LON-Technologie; Verteilte Systeme in der Anwendung; Hüthig Verlag, 2. Auflage, 1999

- [2] Dietrich, D.; Kastner, W.; Sauter T. (ed.): EIB Gebäudebussystem; Hüthig, Heidelberg, 2000
- [3] Kabitzsch, K.; Dietrich, D.; Pratl, G., LonWorks - Gewerkeübergreifende Systeme - Neue Wege in der Planung; VDE Verlag GmbH Berlin, Offenbach, 2002
- [4] Sauter, T.; Neumann, P., Feldbus, Internet und Mobilkommunikation wachsen zusammen, VDE Kongress 2002, Dresden, 21.-23. Oct. 2002, pp. 245-250
- [5] Lurija, A. R.: Das Gehirn in Aktion, Einführung in die Neuropsychologie; rororo science, 6. Aufl. Oktober 2001
- [6] Pratl, G.: Symbolization and Processing of Ambient Sensor Data; Dissertation am Institut für Computertechnik, TU Wien; expected March 2006