

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 106 (1988)
Heft: 41

Artikel: Gebäudeautomation
Autor: Troxler, Hans-Rudolf
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-85825>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Gebäudeautomation

Ein wichtiges und notwendiges Hilfsmittel für den effizienten und wirtschaftlichen Betrieb komplexer haustechnischer Anlagen ist die Gebäudeautomation. Diverse technologische und marktseitige Trends beeinflussen die Entwicklung dieses Führungs- und Automatisierungsmittels stark.

Die Ausrüstung der Gebäude mit technischen Anlagen hat insbesondere in den letzten 15 Jahren an Umfang, Viel-

VON HANS-RUDOLF TROXLER,
ZUG

falt und Komplexität stark zugenommen: Es ist kein Ende dieser Entwicklung zu sehen. Die Bedeutung dieser betriebstechnischen Anlagen lässt sich auch an den Kosten ermes sen, die für grössere Installationen 20% bis 40% der gesamten Gebäudekosten erreichen können.

Die gesteigerte Komplexität der Anlagen führt zu zunehmender Undurchsichtigkeit des Betriebsablaufes und zu gegenseitigen Abhängigkeiten. Dies wiederum stellt erhöhte Anforderungen an das betriebstechnische Personal hinsichtlich Überwachung, Bedienung, Wartung und Reparatur. Es entstehen damit neben den grossen Investitionen auch steigende Betriebskosten.

Begriffe und Markt

Unter *haustechnischen* oder *betriebs-technischen Anlagen* versteht man alle festinstallierten technischen Einrichtungen im Gebäude, die der funktionsgerechten Nutzung dienen. Sie umfassen damit z.B. die für die Behaglichkeit notwendigen Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage n, die elektrische Beleuchtung in Kombination mit Sonnenschutzstoren zur optimalen Nutzung des Tageslichtes; sämtliche Anlagen zur Versorgung mit Elektrizität, Gas, Kalt- und Warmwasser, die Sanitärtechnik; Anlagen zur Entsorgung von Abwasser, Abfall und Abgas; Transportanlagen wie Aufzüge, Rolltreppen; Sicherheitsanlagen wie Brandschutz, Einbruchssicherheit, Zutrittskontrollen usw. Nicht zu den betriebstechnischen Anlagen gehören Produktionsanlagen, Küchengeräte, Büroautomaten usw.

In Deutschland wurde der Begriff «Zentrale Leittechnik für betriebstechnische Anlagen von Gebäuden», abgekürzt ZLT-G, vom VDI in einer Richtlinie festgelegt und umschrieben. In der

Schweiz sind hingegen die Begriffe *Gebäudeautomation* oder *Gebäudeleittechnik* üblich. Im englischen Sprachraum wird der Ausdruck Building Control System (BCS) mit der Hauptgruppe Building Automation System (BAS) und Energy Management Controller (EMC) verwendet.

Im Prinzip versteht man darunter immer dasselbe, nämlich ein System zur *zentralen Führung, Überwachung und Optimierung verteilter haustechnischer Anlagen in Gebäuden oder Gebäudekomplexen*. Für den wirtschaftlichen und nutzungsgerechten Betrieb von Gebäuden wird vermehrt dezentrale DDC-Technik mit übergeordneter Gebäudeleittechnik eingesetzt. Durch diese Verlagerung der Intelligenz und den Trend zu Kleinsystemen sind die Grenzen zwischen übergeordneten und prozessnahen Komponenten nicht immer eindeutig.

Der Markt (ohne Inbetriebnahme, Sensoren, Aktuatoren usw.) für Gebäudeautomation im Bereich der Nichtwohnbauten wird in wenigen Jahren die Höhe von etwa 2 Mia. SFr. erreichen. Die Marktschwerpunkte sind Nordamerika und Europa. Es ist erfreulich festzustellen, dass die einschlägige Schweizer Industrie in Europa mit 30% bis 50% Marktanteil (je nach Abgrenzung) eine bedeutende Position einnimmt. Während die USA mit etwa 20% einen starken Anteil in Europa haben, sind die Japaner in fremden Märkten nur wenig vertreten. Dies dürfte auf das Fehlen von Systemlösungen und Ingenieurleistungen zurückzuführen sein.

Neben den klassischen Herstellern versuchen vermehrt auch Hersteller aus verwandten Bereichen wie Prozesstechnik, Computertechnik, Elektrotechnik usw. im Markt Fuss zu fassen. Es ist unübersehbar, dass Hersteller und einige Verwender vermehrt weltweit tätig werden. In den USA wird die Pneumatik zunehmend durch die Digitaltechnik (DDC) bedrängt, was zu einer Annäherung der eingesetzten Hardware und Software führt. Es entwickelt sich mehr und mehr ein Weltmarkt.

Einflussgrössen und Entwicklungstendenzen

Die Entwicklung der Gebäudeautomation wird weitgehend durch *Marktanforderungen* und die Fortschritte in der *Computer- und Nachrichtentechnik* bestimmt. Obwohl die gesamte Automatisierungstechnik vom Büro bis zur Produktion den gleichen technologischen Einflüssen ausgesetzt ist, sind die Detaillösungen spezifisch, insbesondere sind die zulässigen Kosten in der Gebäudeautomation wesentlich tiefer. Diese Differenzen werden in der Zukunft abnehmen, und es wird zu einer stärkeren gegenseitigen Beeinflussung kommen.

Die *Anforderungen des Marktes* an die Betriebsführung eines Gebäudes sind vielfältig, komplex und z.T. widersprüchlich. Je umfangreicher die Haustechnikanlagen, je aufwendiger die Betriebsführung, desto höher sind die Anforderungen an die installierte Gebäudeautomation. Behaglichkeit, Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Menschen in den Gebäuden erfordern Komfortbedingungen, wie z.B. richtige Temperatur und Feuchtigkeit, gute Luftqualität und Beleuchtung. Im allgemeinen müssen zudem die nachfolgenden Forderungen erfüllt werden:

- Minimale Investitions- und Betriebskosten
- Energieoptimaler und umweltgerechter Betrieb
- Abgestimmte Führung aller haustechnischen Anlagen
- Problemlos und flexibel in Abwicklung und Betrieb
- Rasche und richtige Reaktion in Ausnahme- und Notsituationen
- Hohe Sicherheit für Personen und Sachen
- Hohe Verfügbarkeit und Transparenz

Gebäude sind dynamische Gebilde mit dauernd wechselnden internen und externen Bedingungen. Die aufgeführten Forderungen sollen möglichst über die ganze Lebensdauer der Installationen erfüllt werden.

Die bekannten Innovationsschübe in der *Halbleiter- und Computertechnik* beeinflussen die Gebäudeautomation von der obersten Leitebene bis zu den peripheren Sensoren und Aktuatoren. Entscheidend bei der *Hardware* ist die gesteigerte Leistung, Funktionalität und Speicherkapazität, von den Arbeitsstationen über die Personalcomputer bis zum Ein-Chip-Mikrocomputer. In der *Software* werden immer mehr

Anwenderpakete und Hilfsmittel für verschiedene Aufgaben zur Verfügung stehen. In Zukunft werden sich ähnliche Betriebssystemstrukturen und ausschliesslich höhere oder gar anwendungsbezogene Programmiersprachen durchsetzen, was eine schnelle und flexible Anpassung an die wechselnden Bedürfnisse ermöglicht. Auch die *Bildschirmtechnik* und damit die Gestaltung der Benutzer-Schnittstelle wird wesentlich durch die Entwicklungen im Bereich der PCs und Arbeitsstationen geprägt. Hochauflösende und symbolgesteuerte Farbbildschirme werden in den nächsten Jahren zum Standard.

Die *Kommunikation* hat in den theoretischen Grundlagen und in der praktischen Realisierung grosse Fortschritte gemacht. Im Bereich der öffentlichen Weitbereichsnetze (WAN) ist *ISDN* (Integrated Services Digital Network) vor der Einführung und dürfte etwa 1995 flächendeckend als komfortables Transportnetz zur Verfügung stehen. Die *lokalen Netze* (LAN) sind durch die Forderungen der Büro-, Prozess- und Fabrikautomation geprägt. Verschiedene Technologien stehen heute noch in Konkurrenz. Ein direkter Einsatz dieser Netze für die Gebäudeautomation ist aus Kostengründen noch einige Jahre nicht möglich. Die für die Gebäudeautomation relevanten Aspekte werden in einem späteren Abschnitt behandelt. Abschliessend sind noch die Aktivitäten im Bereich der Wohnbauten zu erwähnen. Seit einiger Zeit wird in verschiedenen Ländern viel über *Smart-Houses*, *Home Electronic Systems*, *Casa Telematica*, *Domotique* usw. diskutiert. Eine klare Linie ist bis heute nicht erkennbar. Dies ist sicher auf die beschränkte Anzahl vernünftiger Aufgaben und Anwendungen sowie auf ein schlechtes Preis/Leistungsverhältnis zurückzuführen. Ein grundlegender Durchbruch ist in den nächsten Jahren nicht zu erwarten.

Die *Systemstruktur* der in der Gebäudeautomation eingesetzten Sortimente ist modular und hierarchisch. Man unterscheidet im allgemeinen zwischen den Stufen Prozessgeräte, Unterstationen, lokale Zentralen oder Unterzentralen und den Regionalzentralen. In der Praxis können einzelne Stufen fehlen, oder es werden Aufgaben einer benachbarten Stufe übernommen. Die bereits in vielen Systemen realisierte Verlagerung der zentralen zur *dezentralen Intelligenz* setzt sich durch. Die Prozessgeräte oder Unterstationen werden dadurch immer autonomer, was auch der Forderung nach hoher Verfügbarkeit entgegenkommt. *DDC-Systeme* (direct digital control) ersetzen die klassischen, analogen Regel- und Steuergerä-

te der Regeltechnik. Damit sind anspruchsvolle Algorithmen wie adaptive Regel- oder Optimierungsfunktionen realisierbar. Gleichzeitig werden von den Zentralen Aufgaben der klassischen Datenverarbeitung (EDV) übernommen. *Personalcomputer* werden integrierender Bestandteil der Systeme auf allen Stufen. Sie werden als Zentralen, MIS- und Bedienstationen eingesetzt. Durch die Verlagerung der Intelligenz und den Einsatz der PCs werden *Kleinsysteme* einen stark wachsenden Marktanteil gewinnen. Auf der anderen Seite zeigt sich auch der Bedarf, alle haustechnischen Anlagen und Systeme, mindestens auf der obersten Stufe, zu integrieren. Es entstehen die *integrierten Leitsysteme*. Im Bereich der *Benutzer-Schnittstelle* und der *Engineering-Werkzeuge* (Projektierung, Konfiguration, Inbetriebnahme usw.) sind durch die Entwicklungen in der Computertechnologie kaum Grenzen gesetzt. Eine detaillierte Behandlung all dieser Tendenzen ist im Rahmen dieser Ausführungen nicht möglich. Vier z.T. besonders aktuelle Schwerpunkte werden jedoch nachfolgend etwas vertieft dargestellt.

Kommunikation und Systemöffnung

Bei Anlagen mit klassischer Regeltechnik und konventioneller ZLT wurde die Regeltechnik meist zusammen mit den BTA und unabhängig von der Leittechnik ausgeschrieben und vergeben. Die Verbindungen zwischen diesen Systemen beschränkte sich auf einige analoge Führungsgrössen, Alarime und Befehle sowie diverse Messgrössen. Durch die Integration von Leittechnik und intelligenten Unterstationen wurde eine umfassende Kommunikation zwischen den Unterstationen und den übergeordneten Systemkomponenten notwendig. Für die Kommunikation werden Übertragungskanäle mittlerer Leistungsfähigkeit und systemspezifischen Kommunikationsprotokolle eingesetzt; es sind *geschlossene Systeme*. Die Übertragung ausserhalb des Gebäudes erfolgt weitgehend über das öffentliche Telefonwählnetz oder über Mietleitungen. Der langsame Wählvorgang und der nicht völlig gesicherte Zugriffsschutz werden akzeptiert.

Durch die Verlagerung der Intelligenz und die DDC-Technik gewinnt die Öffnung der Systeme stark an Gewicht. Die Einführung von Regionalsystemen unterstützt diese Forderung zusätzlich, da der Bau oder die Sanierung solcher Anlagen sich oft über Jahre erstrecken. Kein Anwender möchte sich über eine solche Zeitdauer, bei den im allgemeinen hohen Investitionen, an einen Her-

steller binden. All dies und der Teilerfolg in der Büro- und Fabrikautomation führt zu einem zunehmenden *Druck von der Anwenderseite zur Öffnung der Systeme der Gebäudeautomation*. Von der Kopplung von Fremdgeräten darf kurzfristig nur eine sehr begrenzte Funktionalität erwartet werden. Prozessdatenaustausch und Bedienung von Punktdaten werden weitgehend möglich sein. Die Benutzung verteilter Optimierungsfunktionen, die Konfiguration und Programmierung sowie die Bedienung von Programmen über die Systemgrenze hinweg werden nur in Ausnahmefällen möglich sein.

Wesentliche Vorarbeiten für *offene Systeme* wurden in der ISO durch das *OSI-Referenzmodell* (Open System Interconnection) geschaffen. Die Entwicklung der notwendigen Kommunikationsprotokolle und -strukturen sind sehr aufwendig. In vielen nationalen und internationalen Pilotprojekten wird die Entwicklung und Erprobung seit einigen Jahren vorangetrieben. Auch die Projekte MAP für die Fabrikautomation und TOP für die Büroautomation basieren auf dem OSI-Modell. Durch direkte Zusammenarbeit von Herstellern und Anwendern wurden bereits beachtliche Erfolge erzielt. Nach wie vor existieren aber für die Protokolle der oberen Schichten keine Standards. Damit dürfte eine weiterreichende Kompatibilität erst in den neunziger Jahren realisierbar sein. Für den direkten Einsatz in der Gebäudeautomation sind diese Lösungen im allgemeinen zu komplex und vor allem noch viel zu teuer. Dies gilt auch für die meisten lokalen Netze (LAN) der Büroautomation und der Personalcomputer. Ein wichtiger Schritt zur Öffnung in der Gebäudeautomation sind die beiden nachfolgend aufgeführten Projekte in der BRD.

Standardisierungsprojekte in der BRD

Das *firmenneutrale Datenübertragungssystem FND* für die zentrale Leittechnik wurde von einem staatlichen Verwender (Oberfinanzdirektion Stuttgart) gefordert und vorangetrieben. Ziel ist die Kopplung autarker, digitaler Teilsysteme unterschiedlicher Hersteller. Die Kommunikations-Protokolle für diesen Inselbetrieb werden den koordinierten Einsatz übergeordneter, aber nicht verteilter Softwarepakete (z.B. Energiemanagement, Wartung, Überwachung), ermöglichen. Für den vorbestimmten und beschränkten Satz von Funktionen stellt FND ein offenes System dar. Das Projekt wird heute von Branchenverbänden (AMEV/VDMA) und namhaften Herstellern (Johnson, Honeywell, L&G) unterstützt. Bis Frühjahr 89

(ISH) ist neben einem Pilotprojekt eine Multivendoranlage geplant.

Das Verbundprojekt *Feldbus/Profibus* wird von Herstellern (Siemens, AEG, BBC, Honeywell, L&G, Sauter u.a.), Instituten und mit Unterstützung des BMFT (50%) realisiert. Ziel ist ein offenes System auf Stufe der Automatisierungsgeräte und bezweckt die Kopplung von Komponenten verschiedener Hersteller in einem räumlich verteilten System. Der Profibus wird für ein breites Anwendungsgebiet ausgelegt (Fertigungs- und Verfahrensprozesse), die Applikation in der Gebäudeautomation stellt nur ein Teilprojekt dar. Auch hier ist eine Multivendoranlage bis Frühjahr 89 (ISH) geplant.

Beide Projekte haben in kurzer Zeit verschiedene Schwierigkeiten überwunden; die Zielsetzung funktionell und terminlich ist sehr anspruchsvoll. Die Überschneidungen in Teilbereichen hofft man später aufeinander abzustimmen. Für die internationale Durchsetzung hat der Profibus wegen seiner breit ausgelegten Spezifikation langfristig die bessere Chance. Der FND dagegen dürfte mittelfristig wegen des stark beschränkten Funktionsumfanges und den Realisierungsmöglichkeiten auf Stufe Zentrale rascher zum Ziel kommen. Neben Sicherheit und Übersichtlichkeit spricht auch die Frage der Gewährleistung für FND. Welches der Systeme sich schlussendlich in der Gebäudeautomation durchsetzen wird, ist eine Frage der Marktakzeptanz und des Aufwand/Nutzenverhältnisses. Die Erfolge der Startphase lassen berechnete Hoffnung, dass hier entscheidende Schritte in Richtung *Systemöffnung* ausgelöst wurden.

Regionalsysteme

Steigende Betriebskosten, hohe Verfügbarkeit, zunehmende Vorschriften und Komplexität der Anlagen stellen immer höhere Forderungen an das Energie- und Instandhaltungsmanagement. Für viele Firmen, Institutionen und staatliche Stellen, insbesondere auch solche mit einer Vielzahl weitverzweigter kleiner Liegenschaften, wird die Lösung dieses Problems immer mehr ein Kosten- und Personalproblem. Als Folge werden diese Aufgaben vermehrt spezialisierten Organisationen übertragen, die Teile des gesamten Gebäudemanagements übernehmen. Dank den Kommunikationsmöglichkeiten über öffentliche Telefonnetze sind die Systeme der Gebäudeautomation vermehrt zu *Regionalsystemen* ausbaubar. Sie stellen damit ein zweckmässiges Informations- und Führungswerkzeug dar.

Datenaustausch, Alarmierung, Diagnose und Steuerung sind auf praktisch beliebige Distanzen möglich.

Grundlage für ein wirksames *Energiemanagement*, regional oder lokal, ist die Erfassung und Verdichtung der notwendigen Daten. Nur so können Verbrauch und Einsparmöglichkeiten quantifiziert und fundierte Entscheidungen getroffen werden. Die notwendigen Daten sind bei modernen Systemen in den Prozessgeräten vorhanden und erlauben übergeordnete Optimierungs- und Vergleichsmöglichkeiten. Die Zusammenfassung in regionalen Zentren erlaubt zusätzliche Investitionen zur Optimierung der Energieaufwendungen.

Der immer grössere Aufwand für die *Instandhaltung* zwingt zur verstärkten Kontrolle und zum gezielten Einsatz der Mittel. Durch fortlaufende Überwachung des Anlagenzustandes können notwendige Eingriffe rechtzeitig und nicht nur periodisch vorgenommen werden. Unnötige Reparaturkosten werden verhindert und gleichzeitig die Verfügbarkeit und Lebensdauer der Installationen erhöht. Eine wichtige Aufgabe der Wartungsorganisation ist die *Einsatzplanung*. Sie hat die Verfügbarkeit von Spezialisten und Material unter Berücksichtigung der Prioritäten sicherzustellen. Auch für diese Aufgabe werden immer bessere Planungs- und Optimierungshilfsmittel zur Verfügung stehen.

Regionalsysteme und spezialisierte Organisationen für Energiemanagement und Wartung werden dank immer besserem Aufwand/Nutzenverhältnis in den kommenden Jahren eine starke Verbreitung erfahren und sich in immer kleineren Anlagen ausdehnen. Es ist anzunehmen, dass sowohl die Regionalsysteme wie auch die Dienstleistungsfirmen, zusätzliche Aufgaben übernehmen werden.

Expertensysteme

Vielversprechend für wichtige Teile der Haustechnik und für die Gebäudeautomation sind die in letzter Zeit erzielten Fortschritte bei den *wissensbasierten Expertensystemen*, einem Teilbereich der «Artificial Intelligence». Die jetzt zur Verfügung stehenden Sprachen und Hilfsmittel erlauben, dass nicht nur Informatiker, sondern immer mehr auch Anwendungsspezialisten (Experten) mit diesen Systemen umgehen können. Der notwendige Anwendungsbezug ist damit sichergestellt. Expertensysteme zeichnen sich gegenüber konventionellen Datenbanken und Entscheidungshilfsmitteln durch folgende Eigenschaften aus:

- änderbare und erweiterbare Wissensbasis
- Fähigkeit, Schlussfolgerungen zu ziehen und zu begründen
- verständliche Erklärungen zu Ergebnissen und Antworten
- anwendungs- und benutzerorientierte Dialoge, z.B. Text, Symbole, Grafik

Verschiedene Aufgabenstellungen in der Gebäudeautomation bieten sich für den Einsatz dieser Programmpakete an. Mit *Diagnose-Expertensystemen* werden im Dialog mögliche Fehlerursachen ermittelt, begründet und nach Möglichkeit Massnahmen vorgeschlagen. Diagnosesysteme sind on-line oder off-line konzipierbar. Eine weitere Anwendung für Expertensysteme bietet sich im Bereich der *Projektierung und Konfigurierung*. Es wird möglich sein, dass z.B. die Spezifikation einer Unterstation mit Unterstützung eines Expertensystems definiert und anschliessend automatisch die richtige Konfiguration abgeleitet wird. Erwähnenswert sind auch die *Echtzeitexpertensysteme*, die in direkter Kopplung mit haustechnischen Prozessen, Interpretationen über Betriebsverhalten oder Rückschlüsse auf nicht messbare Parameter ermöglichen.

Expertensysteme sind in vielen Bereichen mit grossen Hoffnungen verknüpft. Es kann sein, dass die Möglichkeiten für die nahe Zukunft überschätzt bzw. die Aufwendungen unterschätzt werden. In der Gebäudeautomation und andern Teilen der Haustechnik werden sie jedoch mit Sicherheit entscheidende Innovationsschritte auslösen.

Schlussbemerkungen

Umfang und Komplexität der haustechnischen Anlagen und der Komponenten der Gebäudeautomation sind stark zunehmend und einem dauernden Wechsel unterworfen. Die technischen Lösungsmöglichkeiten in der Gebäudeautomation sind beinahe unbegrenzt und werden nur durch die Realisierungskapazität und Kosten begrenzt. Das umfassende Zusammenspiel aller Aspekte und Systeme in der Haustechnik erfordert eine gesamtheitliche Denkweise und stellt hohe Anforderungen an Wissen und Können der beteiligten Haustechnikfachleute. Eine gute Grundausbildung und permanente Weiterbildung sind für eine erfolgreiche Tätigkeit mehr denn je die entscheidende Voraussetzung.

Adresse des Verfassers: Dr. H.R. Troxler, Landis & Gyr Zug AG, CH-6301 Zug.