



Transferverein
Südwestfalen

Kontakt

Dipl.-Ing. Andreas Becker
Tel.: 0 23 71 / 91 90 15
Mobil: 0172 / 6 90 93 83
becker@transferverein-sw.de

Dipl.-Ing. Hans-Joachim Hageböling
Tel.: 0 23 71 / 91 90 14
Mobil: 0172 / 6 93 64 17
hageboelling@transferverein-sw.de

Projektkoordination:
Jochen Schröder, Jens Sandmeier
GWS im Märkischen Kreis mbH
Lindenstr. 45, 58762 Altena
Tel. 0 23 52 / 92 72-0
schroeder@gws-mk.de, sandmeier@gws-mk.de

www.transferverein-sw.de

Zukunftsstudie - Zusammenfassung

(Die vollständige Studie kann kostenlos über den
Transferverbund Südwestfalen bezogen werden)

TRENDANALYSE IN DER GEBÄUDETECHNIK - KURZBERICHT

Prof. Dr.-Ing. Patrick Scheunemann; Anny Langhammer, B.A.

Fachhochschule Südwestfalen / HSK.i – Institut für Innovationen
September 2011 - März 2012

Die Studie „Trendanalyse in der Gebäudetechnik“¹ befasst sich mit Szenarien der zukünftigen Entwicklung im Bereich der Gebäudeautomation, insbesondere den Vernetzungsstandards und dem Bezug zu „Green Buildings“.

Die Studie wurde von der Fachhochschule Südwestfalen, vertreten durch das Institut für Innovationen HSK.i, auf Initiative des Vereins Gebäudetechnik Südwestfalen e.V. erarbeitet. Im Rahmen des REGIONALE-Projektes „Branchenkompetenzen Südwestfalen“ wurde die Studie vom Land Nordrhein-Westfalen und der Europäischen Union gefördert.

Aufgrund steigender Anforderungen bezüglich der Energieeffizienz von Gebäuden ergeben sich für die Unternehmen zusätzliche Anforderungen an die Produkte. Diese müssen sich zunehmend mit anderen Komponenten mittels einer busbasierten Installationstechnik vernetzen lassen, um im automatisierten Zusammenspiel Energieeinsparungen realisieren zu können.

ZIELE DER STUDIE UND VORGEHENSWEISE

Um die Studie möglichst bedarfsgerecht durchzuführen, wurde zu Beginn des Projektes ein Workshop mit Vertretern der beteiligten Unternehmen zur Definition der wichtigsten Kernfragestellungen formuliert, deren Beantwortung das Ziel der Studie darstellt:

- Welche Folgen hat die Vernetzung in der Gebäudetechnik für Produkte in den Anwendungsbereichen Neubau und Nachrüstung unter Berücksichtigung der sich abzeichnenden Standards?
- Durch welche externen Einflüsse werden die weitere Entwicklung und der Einsatz der Vernetzung in der Gebäudetechnik getrieben?
- Welchen Nutzen bringt Vernetzung in der Gebäudetechnik aus funktionaler Sicht, insbe-

sondere in den Bereichen „Green Building“ und „Dezentrale Energieversorgung“?

In einer Recherche- und Analysephase wurden neben Experteninterviews Patentrecherchen zur Ermittlung von Aktivitäts- und aktuellen Problemschwerpunkten sowie eine Analyse vorhandener Studien aus den Bereichen Multimedia, Green Building, Smart Metering und Gebäudevernetzung zu den Kernfragestellungen durchgeführt. Die Ergebnisse wurden verglichen und zu Aussageschwerpunkten zusammengefasst.

AUSSAGEN VORHANDENER STUDIEN

Individuelle Lösungen und fachgerechte Planung

Aufgrund der stark unterschiedlichen Anforderungen privater und gewerblicher Auftraggeber und der unterschiedlichen Gestaltung und Nutzung von Gebäuden sind individuelle Lösungen zu erarbeiten und fachgerecht zu installieren. Mit steigenden Anforderungen und zunehmender Komplexität wächst der Planungsaufwand, während gleichzeitig niedrige Investitionskosten für eine busbasierte Installationstechnik in Büro und Heim gefordert werden. Eine Betreuung nach der Installation ist erforderlich.

Intuitiv zu bedienende Bedienelemente

Nutzer bevorzugen einheitliche und intuitiv zu bedienende Elemente. Auch sollen unterschiedliche Nutzerprofile einfach realisierbar sein.

Standardisierte und interoperable Komponenten

Forderung nach standardisierten und interoperablen Produkten und Technologien zur Vermeidung von Einzelentwicklungen und autark geplanten Teilsystemen mit vielen Schnittstellen.

Anforderungen der Verbraucher

Bei einer Vernetzung werden Kosten- und Energieeinsparungen sowie eine hohe Zuverlässigkeit, Robustheit und Investitionssicherheit erwartet.

¹ siehe auch Langfassung der Studie mit vollständigem Quellenverzeichnis

Aufklärung über Datenschutzbestimmungen und Kosten

Hinsichtlich der Vernetzungstechnologien haben Verbraucher große Bedenken bzgl. des Datenschutzes und der Kosten. Hier werden transparente Datenschutzbestimmungen und Aufklärungskampagnen gefordert, die über die anfallenden Kosten informieren.

Vorbereitung auf eine busbasierte Installations-technik

Häufig werden Leerrohrsysteme zur Vorbereitung auf eine busbasierte Installationstechnik – teilweise in Sterntopologie – gefordert. Für kleinere Projekte im Heimbereich und etagenweise bei gleichzeitiger kabelgebundener Hauptverteilung erscheinen Funksysteme sinnvoll.

Steigende Bitraten

Im Bereich der Kommunikations- und Multimediaanwendung sind weiter steigende Bitraten zu erwarten (Verzehnfachung alle fünf Jahre). Diese Steigerungsrate trifft für die Kernfunktionen der Gebäudeautomatisierung nicht zu.

Energieeinsparpotentiale

Mit steigendem Automatisierungsgrad sind zunehmende Einsparpotentiale bezüglich des Energieverbrauchs zu erwarten. Dabei sind die Ergebnisse stark abhängig vom Nutzerverhalten sowie von den Gebäudeparametern. Die vorliegenden Studien stellen die Einsparpotentiale anhand von Beispielgebäuden oder -räumen exemplarisch dar, allgemeingültige Aussagen bezüglich weiterer Potentiale fehlen oft.

Smart Metering

Energieversorger sehen neue Produktfelder in lastabhängigen und zeitvariablen Tarifmodellen. Die Spreizung der Stromtarife soll dabei ebenso zur Steigerung der Akzeptanz von Smart Metern beitragen. Die primäre Zielgruppe wird in Gewerbe- und Industriekunden und lediglich teilweise in privaten Haushalten gesehen.

Funkbasierte Automatisierung: Funktionssicherheit

Die Studie „Koexistenz von Funksystemen in der Automatisierungstechnik“ schreibt, dass funkba-

sierte Systeme prinzipiell (mit einem Koexistenzmanagement) funktionieren.²

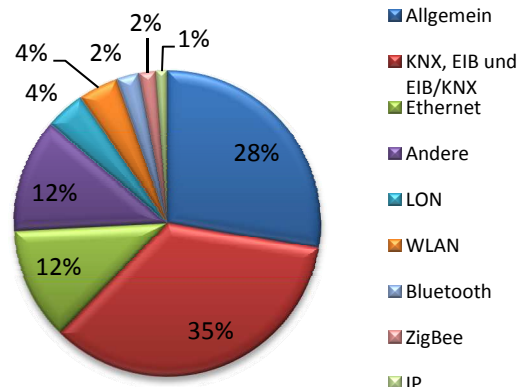
Auf der anderen Seite heißt es, dass drahtlose Verbindungen alleine nicht ausreichen. Funkbasierte Systeme seien zu fehleranfällig und nur über kurze Distanzen zu realisieren. Es empfiehlt sich eine vorerst leitungsgebundene Weiterverteilung des Breitbandsignals.³

PATENTRECHERCHEN

Eine erste Patentrecherche ergab einen Überblick über die durch die Erfindung angegangenen Problemstellungen. Von 300 analysierten Patenten wurden 50 als relevant eingestuft, wobei sich folgende Schwerpunkte ergaben:

- Energie-Management
- Nieder-Gleichspannungs-Versorgung
- Energiespeicherung
- Bussysteme / Vernetzung
- Kommunikationsschnittstellen
- Gesundheit / Hygiene / Assistenz
- Bedienung durch den Endnutzer
- Modernisierung / Nachrüstung
- Wartung / Inbetriebnahme
- Datennetzsicherheit

Eine zweite Patentrecherche wurde mit dem Ziel durchgeführt, eine Übersicht über die im Rahmen der aktuellen Entwicklungstätigkeiten in der Gebäudetechnik relevanten Bussysteme zu erhalten. Aus 330 analysierten Patenten ergaben sich folgende Nennungen:



² Vgl. ZVEI 2008: Koexistenz von Funksystemen in der Automatisierungstechnik

³ Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2011: Wege zur Haus- und Heimvernetzung

ENTWICKLUNGSTENDENZEN

Im Folgenden werden mögliche Entwicklungstendenzen bezüglich der aufgestellten Fragestellungen zusammengefasst:

VERNETZUNGSSTANDARDS

Anhand der Aufteilung der gebäudetechnischen Anwendungen in zwei Bereiche unterschiedlicher Anforderungen werden zwei Szenarien bezüglich der Vernetzungsstandards aufgestellt.

- Anwendungsbereich A: hohe Anforderung an Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Nutzungsdauer bei vergleichsweise geringer Übertragungsrate (Gebäudeautomatisierung, Sicherheitstechnik und ggf. Gesundheitsmonitoring);
- Anwendungsbereich B: hohe und schnell steigende Anforderung an Übertragungsrate bei geringeren Anforderungen an Verfügbarkeit (Kommunikations- und Multimediaanwendungen)

Im ersten Szenario wird von einer vollständigen Integration der Gebäudeautomation in eine schnellere Kommunikationsnetzvariante (Ethernet, Funk, Powerline) ausgegangen, im zweiten von der Beibehaltung und weiteren Festigung einer getrennten busbasierten Gebäudeinstallation (KNX). Die Vorteile des ersten Szenarios sind:

- Nur *eine* Verkabelung neben der elektrischen Energieversorgung;
- Hohe Datenübertragungsrate für *alle* Anwendungen, damit mögliche Zusatznutzen im Bereich der Automation;
- Ethernet-Komponenten werden in hohen Stückzahlen mit Methoden der Consumer-Elektronik preiswert hergestellt.

Dem stehen jedoch entgegen:

- Ab Fast-Ethernet Stern- oder Baumtopologie erforderlich, erhöhter Verkabelungsaufwand.
- Erforderliche Hubs/Switches erhöhen die Ausfallwahrscheinlichkeit einzelner Automatisierungsfunktionen.
- Bedingt durch die Abwicklung von Kommunikation und Multimediaanwendungen ist das Ethernet-Netz i. A. mit dem Internet verbunden und damit für Manipulation anfällig.
- Die Gebäudeautomation ist mit allen Komponenten an den jeweils verwendeten Ethernet-Standard gebunden, das erfordert Abwärts-

kompatibilität für bestehende Systeme und führt andererseits zu kürzeren Produktentwicklungszyklen; darüber hinaus ist die Investitionssicherheit für Komponenten und Verkabelung eingeschränkt.

- Es existiert keine einheitliche Vorgabe und Zertifizierung für Ethernet-Komponenten, die sicherstellt, dass beliebige Komponenten miteinander funktionieren. Da die Komponenten der Gebäudetechnik nun zusammen mit Kommunikations- und MultimediaKomponenten in einem Netz vereint sind, erschwert das die Wartung und Fehlerbehebung aus Sicht der Gebäudetechnik enorm.

Die vollständige Integration der Gebäudeautomation in ein vorhandenes, für Kommunikation und Multimediaanwendungen genutztes Netz birgt aus Sicht der Gebäudetechnik ein erhebliches Risiko. Produktlebenszyklen werden kürzer, es besteht die erhöhte Gefahr von Unverträglichkeiten mit fremden Komponenten und die Investitions- und Betriebssicherheit aus Sicht des Kunden kann niedriger ausfallen als bei einer Lösung mit getrenntem Automatisierungsnetz.

In einem zweiten Szenario bleibt die Trennung von Gebäudeautomatisierung und Kommunikations- und Multimediaanwendungen bestehen. Die Betrachtungen aus Szenario 1 und die grundlegend unterschiedlichen Anforderungen der Anwendungsbereiche A und B legen nahe, dass eine Trennung von Kommunikation/Multimedia und Gebäudeautomatisierung auch auf Netzebene sinnvoll ist und in Zukunft auch bleibt.

Das bedeutet zunächst, dass Kommunikations- und Multimediainfrastruktur hardwareseitig von der Automatisierungsinfrastruktur getrennt zu planen und auszuführen ist. Diese lässt sich dann im Weiteren auch getrennt warten und modernisieren und ist im Betrieb unabhängig von ersterer. Damit kann auch die Betrachtung im Szenario nahezu unabhängig vom Kommunikationsnetz erfolgen.

Die Auswertung der Studien zeigt bezüglich der Gebäudeautomatisierung, dass es sich in den meisten Fällen um individuelle Lösungen handelt, die mit standardisierten Komponenten individuell geplant, aufgebaut und gewartet werden müssen. Die komplexen Zusammenhänge, insbesondere bei einem energetisch optimierten Zusammenspiel der Gebäudesysteme, bedürfen darüber hinaus einer

kontinuierlichen Beobachtung und Verbesserung durch Abgleich der tatsächlichen Nutzungs- und Randbedingungen mit den der Planung zugrunde gelegten. Die damit verbundenen Aufwendungen sind zu einem großen Teil von der konkret ausgewählten Hardware unabhängig und treten bei allen automatisierten Systemen auf.

Die festgelegte *Übertragungsrate* von 9,6 kBit/s des KNX-Bus reicht für allgemeine Automatisierungsaufgaben im Gebäude aus⁵. Darüber hinaus sorgt sie für Störungsunempfindlichkeit und geringe Anforderungen an die Komponentenschnittstellen. Jedoch ist sie im Vergleich zu aktuellem Ethernet oder funkbasierten Lösungen nominell sehr klein (ca. Faktor 1: 1.000.000), was einen Vermarktungsnachteil darstellen kann. Konkurrierende Systeme können unter Verweis auf mehr (zukünftige) Möglichkeiten wirksam beworben werden.

Eine Erweiterung der KNX-Spezifikation auf mehrere festgelegte Übertragungsraten würde die Anwendung bei zeitkritischen Regelaufgaben oder datenintensiven Zusatzfunktionen erleichtern. Mit einer höheren Übertragungsrate ist typischerweise eine kürzere zulässige Übertragungsdistanz verbunden; dies muss dann bei der Planung berücksichtigt werden, ermöglicht trotz dieser Einschränkung immer noch die Wahl zwischen schnellen, weniger ausgedehnten und langsameren, ausgedehnten Netzen.

Ein häufig genannter Vorteil KNX-basierter Systeme ist die *Dezentralität* der Automatisierungsfunktionalität. Der Signalweg führt immer direkt vom Sender (Sensor) zum Empfänger (Aktor), ohne weitere aktive Übertragungs- oder Verarbeitungsglieder. Jede Einzelfunktion wird ausschließlich in den direkt beteiligten Komponenten abgelegt; ihre Ausführung ist auch sichergestellt, wenn andere Komponenten nicht korrekt arbeiten (es sei denn, sie stören den Bus).

Bei komplexen Steuer- und Regelungsfunktionen, bei denen eine Vielzahl von Prozessgrößen zu verarbeiten sind (z. B. Mehrgrößenregelung einer Heizungs-/Klimaanlage mit den Regelgrößen Lufttemperatur, Luftfeuchte, ggf. Wandtemperatur und Störgrößenerfassung von Fenster- und Türöffnung, Personenaktivität, Außenluftzustand, Sonneneinstrahlung, Windgeschwindigkeit etc.) ist die

Dezentralität kein Vorteil mehr, da nun keine einfache Kausalität (A bedingt B), sondern meist nicht-lineare und gekoppelte Abhängigkeiten herrschen. Im Extremfall muss jeder Akteur jedes Sensorsignal verarbeiten. In einem solchen Fall ist auch die Fehlertoleranz geringer, da bereits ein einzelner Fehler alle beteiligten Stellvorgänge beeinflusst. Eine derart gekoppelte Signalverarbeitung kann ebenso und leichter administrierbar in einem zentralen Steuergerät realisiert werden. D. h. dass für eine bestimmte Funktionsgruppe jegliche Prozesskommunikation ausschließlich zwischen den Komponenten und dem Steuergerät (Main Control Unit, MCU) und nicht zwischen den einzelnen Komponenten abläuft (Sensor → MCU und MCU → Akteur). In der MCU laufen alle Steuer- und Regelalgorithmen ab; dabei können Plausibilitätskontrollen zur Fehlererkennung ebenso wie bei Sensorausfall die angenäherte Rekonstruktion des fehlenden Messwertes aus Systemmodellen implementiert werden. Das kann die Zuverlässigkeit und Wartbarkeit des Systems gegenüber einer komplett dezentralen Ausführung sogar erhöhen. Vorbild können Bussysteme mit MCU z. B. aus der Fahrzeugtechnik sein.

Insbesondere mit Blick auf die Realisierung hochkomplexer und effizienzoptimierter Gebäudesystemtechnik in Green Buildings erscheint eine Zentralisierung der Entscheidungsfunktionen in einer MCU wahrscheinlich.

TREIBER DER VERNETZUNG

Die Treiber für die Installation einer Gebäudeautomatisierung *privater Bauherren* ergeben sich durch Megatrends wie z. B. dem Demographischen Wandel.

Die Gebäudeautomation gewinnt auch aufgrund der steigenden Kosten für Energie und Rohstoffe an Bedeutung. Die zunehmende Sensibilisierung hinsichtlich der Nachhaltigkeit und dem verstärkten nachhaltigen Denken führen dazu, dass schonender mit den vorhandenen natürlichen Ressourcen umgegangen wird.

Der durch eine Vernetzung im Gebäude entstehende Komfort und die Individualisierung der Wohnumgebung sind für private Bauherren weitere wichtige Treiber.

Eine dauernde kostenpflichtige Betreuung durch Dienstleister wird nicht akzeptabel sein. Zudem ist eine einheitliche, intuitive und zentrale Bedienung wichtig.

⁵ Durch den Einsatz von KNX werden Funktionen und automatisierte Abläufe in einem Gebäude sichergestellt. Vgl. Merz/Hansemann/Hübner 2007, S. 61, zit. n. ZVEI97

Trotz der genannten Treiber kann es gerade bei privaten Neubauvorhaben mit hohem Fremdkapitalanteil dazu führen, dass private Bauherren eine busbasierte Installationstechnik primär von den Anschaffungskosten abhängig machen und dass vorbereitende Maßnahmen, wie z. B. Lehrrohre oder vorsorgliche Verkabelung, unterlassen werden. In solchen Fällen können eher Kommunikationsnetze per Funk oder leitergebundene Systeme mit einfacher nachträglicher Verlegung erwartet werden.

Gewerbliche Entscheidungen für eine Gebäudeautomation hängen hingegen überwiegend vom Verhältnis von Kosten und Nutzen ab.

Aufgrund der Komplexität einer busbasierten Installationstechnik muss die Ausbildung der Systemintegratoren, die Beratung des Kunden durch Fachkräfte und die individuelle Planung pro Gebäude gewährleistet sein.

NUTZEN DER VERNETZUNG

In den betrachteten Studien werden Einsparungen der elektrischen Energie von 24 bis 50% und der Heizenergie bis 50% genannt. Mit steigendem Automatisierungsgrad der untersuchten Räume oder Gebäude werden allgemein steigende Einsparpotenziale angegeben. Zur Erzielung der größten angegebenen Einsparungen war dabei bereits ein erheblicher Planungs- und Umsetzungsaufwand erforderlich.

Die steigende Komplexität macht sich darin bemerkbar, dass keine isolierten Regelungsvorgänge nebeneinander existieren und in getrennten Gewerken geplant und eingestellt werden. Vielmehr sollten im Sinne einer gesamtheitlichen Optimierung des Energie- bzw. Ressourcenverbrauchs idealerweise *alle* gegenseitigen Abhängigkeiten in einer Mehrgrößenregelung *aller* relevanten Größen in allen relevanten Räumen eines Gebäudes unter Berücksichtigung der Lage und der äußeren und inneren Störgrößen betrachtet werden.

Prinzipiell sind Green Buildings bzw. Nullenergiegebäude mit Hilfe von Gebäudevernetzung und Automatisierung leichter zu realisieren. Die steigende Komplexität der Systeme erfordert aber auch die Erkenntnis, dass für deren Beherrschung gut ausgebildetes Personal, sowohl in Planung als auch Umsetzung, erforderlich ist und dass erhöhte Planungs- und Wartungskosten akzeptiert werden müssen. Die System- und Komponentenhersteller

werden hier auch entsprechende Planungstools entwickeln und zur Verfügung stellen müssen.

Hinsichtlich der Rolle des Smart Metering bezüglich Green Building bzw. der Gebäudeenergieeffizienz ist eine Differenzierung zwischen dem Nutzen für den Verbraucher und den Energieversorger zu treffen.

Ein Smart Meter kann dem Nutzer zeitlich hoch aufgelöste und ggf. einzelnen Entnahmestellen zugeordnete Verbrauchsinformationen zur Verfügung stellen, die ihm die Identifikation ineffizienter und energieintensiver Verbraucher und damit eine Verringerung seines Verbrauchs ermöglichen.

Den Energieversorgern wird es währenddessen möglich, die Verbrauchsdaten einzusehen und durch tarifliche Anreize Einfluss auf die Auslastung des Versorgungsnetzes zu nehmen.

Die Energiebilanz wird durch Smart Metering nicht verändert (abgesehen vom initialen Lerneffekt des Nutzers). Der eigentliche Effizienzsteigerungseffekt findet auf der Netzseite statt, wenn Kraftwerke länger in Betriebspunkten mit hohem Wirkungsgrad und das Netz gleichmäßiger betrieben werden kann. Insbesondere im Hinblick auf die Versorgungssicherheit bei zukünftig höherem Anteil regenerativer Energien mit schwankender Verfügbarkeit und stärkerer Dezentralisierung wird das Smart Metering in Verbindung mit netzzustandsabhängiger Verbraucherfernschaltung immer wichtiger werden. Dabei ordnet sich jedoch die Effizienz des Einzelgebäudes der des Gesamtversorgungssystems unter: Über den Zeitpunkt des Energieabrufs entscheidet nicht mehr nur der für das Gebäudesystem ideale Zeitpunkt, der sich ausschließlich aus den Gebäudezustandsgrößen und dem Nutzerverhalten ergibt, sondern auch der Netzzustand.

FAZIT

Die Studie zeigt die Vorteile einer von Kommunikations- und Multimedianezen getrennten busbasierten Installationstechnik in der Gebäudeautomation auf und legt anhand der Auswertung vorhandener Studien einen essentiellen Nutzen für die Energieeffizienz (Green Buildings) und das Zusammenspiel mit Smart Metering / Smart Grids dar. Es werden weitere – auch nicht-technische und emotionale – Treiber für die Bereiche Privat und Gewerbe genannt.