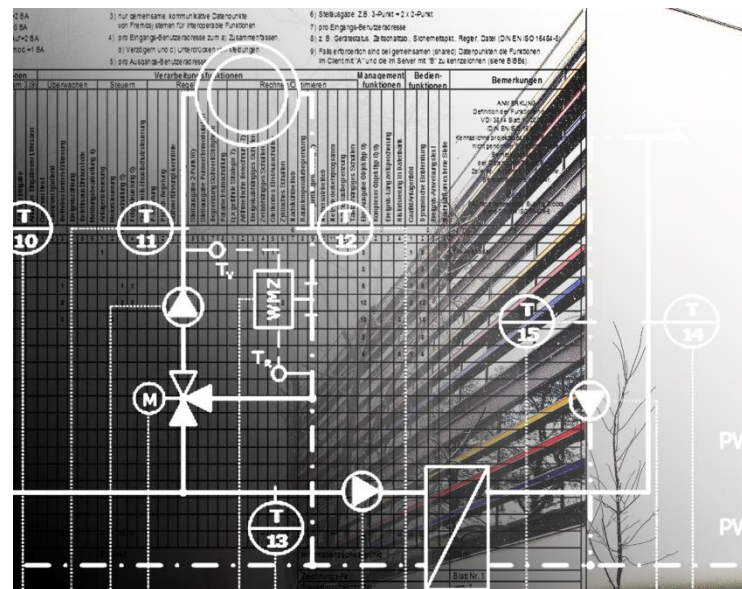


# Leitfaden zur Gebäudeautomation in öffentlichen Gebäuden zur energetischen Optimierung und Effizienzsteigerung gebäudetechnischer Anlagen



In Kooperation zwischen:

**Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (SenStadtWohn) und Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW Berlin)**

## **Impressum**

### **Herausgeber**

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen  
Referat Z MI  
Württembergische Straße 6  
10707 Berlin

### **Inhalte und Bearbeitung**

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin  
Prof. Dr.-Ing. habil. Birgit Müller  
Prof. Dr.-Ing. Olaf Zeidler  
M.Eng. Maxim Geier  
M.Eng. André Badura

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen  
Dipl.-Ing. Wolfram Müller  
Dipl.-Ing. Kathrin Richter-Kowalewski  
Dipl.-Ing. Andreas Ulbrieg

**Redaktionsstand:** 12.03.2018

### **Kritik und Anregungen** bitte weiterleiten an:

Wolfram Müller (Z MI 32)

[wolfram.mueller@sensw.berlin.de](mailto:wolfram.mueller@sensw.berlin.de)

Tel. (030) 9(0)139-4321

Fax. (030) 9(0)139-4291

### **Information im Internet**

<http://gebaeudeautomation.htw-berlin.de>

# Inhaltsverzeichnis

IMPRESSUM.....	I
INHALTSVERZEICHNIS.....	II
VORWORT .....	1
1 EINLEITUNG .....	2
1.1 PROBLEMSTELLUNG .....	3
1.2 ZIELE UND ZIELGRUPPEN .....	4
1.3 AUFGABEN DER GEBÄUDEAUTOMATION .....	5
2 STRUKTUR DER GEBÄUDEAUTOMATION.....	7
2.1 MANAGEMENTEBENE .....	8
2.2 AUTOMATIONSEBENE .....	10
2.3 FELDEBENE .....	10
2.4 KOMMUNIKATIONSSYSTEME DER GA .....	12
2.4.1 Betriebsarten der Kommunikation.....	12
2.4.2 Übertragungsmedien und Netzstrukturen .....	13
2.4.3 Protokolle in der Gebäudeautomation.....	13
2.4.4 IT-Sicherheit.....	18
3 ANFORDERUNGEN AN DAS GA-KONZEPT.....	20
3.1 BEDIENBARKEIT UND VISUALISIERUNG .....	20
3.2 DATENPUNKTE UND INFORMATIONSSCHWERPUNKTE .....	21
3.2.1 Datenpunkte .....	21
3.2.2 Informationsschwerpunkte (ISP) .....	22
3.3 WIRTSCHAFTLICHKEIT.....	23
3.4 ÜBERWACHUNG UND OPTIMIERUNG .....	24
3.5 SYSTEMINTEGRATION .....	24
4 HINWEISE ZUR PLANUNG.....	26
4.1 GRUNDLAGEN.....	26
4.2 GA-REFERENZMODELL (BERLIN) – PLANUNGSVORGABEN.....	27
5 HINWEISE ZUR AUSSCHREIBUNG .....	27
6 HINWEISE ZUR AUSFÜHRUNG .....	30

6.1	AUFGABEN DES GEWERKPLANERS .....	30
6.2	AUFGABEN DES GEBÄUDEAUTOMATION-PLANERS .....	31
6.3	BETEILIGUNG VON NUTZER UND BETREIBER .....	32
7	HINWEISE ZUR ABNAHME UND PROBEBETRIEB .....	32
8	HINWEISE ZUR DOKUMENTATION .....	33
8.1	AUTOMATIONSSCHEMA .....	33
8.2	GA-FUNKTIONSLISTE .....	33
9	MONITORING UND CONTROLLING .....	34
10	ZUSAMMENFASSUNG .....	35
11	BEGRIFFSDEFINITIONEN .....	36
12	LITERATURVERZEICHNIS .....	41
13	ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....	46
14	ANHANG A.....	46

# **Leitfaden zur Gebäudeautomation in öffentlichen Gebäuden**

## **Vorwort**

Der vorliegende Leitfaden wurde im Rahmen der Kooperation zwischen der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen (SenStadtWohn) und der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW Berlin) erarbeitet.

Beim privaten und öffentlichen Bauen kommt der technischen Gebäudeausrüstung zunehmend größere Bedeutung zu. Eine Ursache liegt in den Anforderungen, die heute an effiziente und nachhaltige Gebäude zu stellen sind (siehe Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden). Wichtig ist daher eine integrale Planung von Gebäuden. Dabei werden alle Fachplaner und Gewerke frühzeitig in den Prozess einbezogen. Eine zentrale Rolle kommt dabei der Gebäudeautomation in der technischen Gebäudeausrüstung zu. Sie ist integraler Bestandteil beim Neubau aber auch bei der Sanierung von Bestandsgebäuden. Ein besonderer Anwendungsbereich der Gebäudeautomation ist in dem effizienten Betrieb der Heizungsanlage in Wechselwirkung beispielsweise mit einer Lüftungsanlage und anderen Steuer- und Regeltechniken zu sehen. Bei erfolgreicher Automation lassen sich große Einsparpotenziale ohne Einschränkung der Behaglichkeit erzielen.

Da einerseits der technische Fortschritt im Bereich der Gebäudeautomation in jüngster Vergangenheit besonders groß war, sind andererseits die Erfahrungen in den öffentlichen Dienststellen vergleichsweise gering einzuschätzen. Der Leitfaden soll hier eine praxistaugliche Hilfestellung für die Träger, Planer und Betreiber der öffentlichen Gebäude bieten. Besonders zu betonen ist, dass die Technik dem Menschen dienen soll. Mit anderen Worten, bei der Auslegung von Regelschemata und der Anzahl der Datenpunkte kann nur eine Beschränkung auf den tatsächlich sinnvollen Umfang effizient sein.

# 1 Einleitung

Eine Vielzahl öffentlicher und privater Gebäude in Deutschland ist nicht saniert oder ungenügend wärmegeklämt. So liegt der Energieverbrauch für Heizung, Warmwasser und Beleuchtung im Gebäudebereich bei rund 40 Prozent des Gesamt-Energieverbrauchs. Dies entspricht fast 30 Prozent des gesamten CO<sub>2</sub>-Ausstoßes [23,24].

Durch Gebäudeautomation (GA) ist es möglich, den Energieeinsatz in Gebäuden zu reduzieren. Die Gebäudeautomation als eigenständiges Gewerk erfasst gewerkübergreifend Informationen der technischen Gebäudeausrüstung und ermöglicht, durch Überwachungs-, Steuer-, Regel- und Optimierungseinrichtungen, dass nur der erforderliche Energieeinsatz für den Gebäudebetrieb aufgewendet wird. In der Energieeinsparverordnung ist die Gebäudeautomation bereits als Bestandteil des Referenzgebäudes hinterlegt.

Einige Studien belegen, dass durch GA die vorhandene Anlagentechnik effizienter eingesetzt werden kann und Einsparpotentiale bis zu 30 Prozent realistisch sind [27]. Gemäß DIN EN 15232 sind durch Gebäudeautomation Einsparpotentiale gegenüber Referenzgebäuden (Klasse C nach Vorgabe EnEV) im Bereich der Nichtwohngebäude von bis zu 30 Prozent (Klasse A) möglich [13].

Die Umsetzung der GA erfolgt auf der Grundlage eines Gebäudeautomationskonzeptes, welches unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen der Gebäude und technischer Anlagen sowie der betrieblichen und übergeordneten Anforderungen zu erarbeiten ist [1].

Der vorliegende Leitfaden richtet sich an alle Berufsgruppen, die am Bau, an der Bewirtschaftung und Nutzung öffentlicher Gebäude beteiligt sind, beschreibt wesentliche Anforderungen an die Gebäudeautomation, gibt Empfehlungen zur technischen und praktischen Umsetzung und beinhaltet Planungsvorgaben, die insbesondere für die Planer eine Hilfestellung darstellen sollen. Diese sind in der Anlage „GA-Referenzmodell (Berlin) – Planungsvorgaben“ zu finden.

## **1.1 Problemstellung**

Der Grundgedanke der Gebäudeautomation ist, durch automatisierte Prozesse Gebäude energetisch sparsam zu betreiben. Dabei ist zu beachten, dass mit steigender Leistungsfähigkeit der GA-Systeme die Komplexität, die Bedienung und die Fehleranfälligkeit steigen [1].

Um Energie-, Wasser- und Kosteneinsparungen durch die Gebäudeautomation (GA) zu erzielen, ist zunächst eine fachkundige Planung und Ausführung der GA und der technischen Anlagen notwendig. Voraussetzung ist ein detailliertes Zählerkonzept für die verschiedenen Verbrauchsmedien, das in einer Liegenschaft mindestens gebäudescharf auszulegen ist. Der Umfang und die Funktionalität der GA sollen nach dem Grundsatz „so viel wie nötig und nicht so viel wie möglich“ geplant und ausgeführt werden, denn ein hoher GA-Grad ist nicht unbedingt mit einer hohen Energieeffizienz gleichzusetzen. Um einen dauerhaften energieoptimierten Betrieb der GA sicherzustellen, ist eine Qualifizierung des Betriebspersonals hinsichtlich der Technik und ihrer Einsatzmöglichkeiten erforderlich [1].

Vom Fachpersonal sind Betriebsabläufe, Einstellungen und Parametrierungen fortlaufend zu überprüfen und zu optimieren [1]. Eine Vielzahl von Herstellern und Installationsunternehmen bieten Gebäudeautomationssysteme an. Bei Erstausrüstungen und Anlagenerweiterungen ist zu beachten, dass nur zertifizierte GA-Komponenten mit offener Kommunikation nach DIN EN ISO 16484-5 eingebaut werden. So ist eine hersteller- und gewerkübergreifende Kommunikation sichergestellt [1].

Eine Zertifizierung von GA-Komponenten kann die Installation und die Inbetriebnahme der GA vereinfachen sowie bei der Problembeseitigung hilfreich sein. Dies erhöht die Nutzerzufriedenheit, die Investitionsbereitschaft und trägt zum Investitionsschutz bei [1].

## **1.2 Ziele und Zielgruppen**

Der vorliegende Leitfaden gibt Empfehlungen zur Gebäudeautomation in öffentlichen Gebäuden, zeigt Grundlagen auf und beschreibt die Anforderungen an die Automationskonzepte mit erforderlichen Komponenten, Funktionen und Betriebsweisen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen. Ferner sind Hinweise zur Planung, Ausschreibung, Ausführung, Abnahme und Probetrieb der GA aufgeführt. In den dazugehörigen Planungsvorgaben sind Vorgaben für Planer und Beispiele zu Gebäudeautomationskonzepten zu finden. Die Leitfadenempfehlungen sollen dazu beitragen die Forderungen der Energieeinsparverordnung hinsichtlich Gebäudeautomation in öffentlichen Gebäuden umzusetzen.

Durch Überwachungs-, Steuer- und Regelfunktionen sollen gebäudetechnische Anlagen in ihrer Funktionalität optimiert und verbessert werden. Der Energieeinsatz im Gebäude soll auf den notwendigen Bedarf reduziert werden.

Der Leitfaden richtet sich an die Bauherren für öffentliche Projekte, an die Planer der Gebäudeautomation und die ausführenden Firmen die an der Errichtung, Umbau oder Sanierung sowie der Bewirtschaftung und Nutzung öffentlicher Gebäude beteiligt sind.

Der Leitfaden ersetzt nicht die detaillierte Planung. Relevante Planungsvorgaben sind im GA-Referenzmodell (Berlin) – Planungsvorgaben beschrieben. Der Leitfaden soll eine Vereinheitlichung und Standardisierung der MSR-Technik in öffentlichen Gebäuden Berlins ermöglichen.



### **1.3 Aufgaben der Gebäudeautomation**

Die Vielzahl der technischen Anlagen eines Gebäudes wie z.B. Heizung, Lüftung, Beleuchtung, Gefahrenmeldung bestehen aus gewerkspezifischen Prozessteilen und Komponenten der Gebäudeautomation. Durch anlagenübergreifende Einrichtungen können Verknüpfungen dieser einzelnen Anlagenteile zentral bedient und verwaltet werden [1].

Durch eine anlagenübergreifende GA können Prozesse im Gebäude beobachtet und der Anlagenbetrieb effizienter werden.

Wichtig dabei ist die ganzheitliche Betrachtung bei der Planung, der Ausführung und der Bedienung der technischen Gebäudeausrüstung [1].

Auch bei Aufschaltung technischer Anlagen auf eine übergeordnete GA müssen die einzelnen technischen Anlagen unabhängig von der Managementebene funktionsfähig bleiben [1]. Bei und nach Störungen (zum Beispiel nach einem Stromausfall) sollen grundlegende Funktionen der technischen Anlagen selbstständig oder durch einfache Eingriffe aufrechterhalten werden können [1].

Zur Gebäudeautomation gehören die klassischen Aufgaben der MSR-Technik wie: Schalten, Stellen, Melden, Zählen, Messen, Steuern, Regeln und Rechnen [22]. Zusätzliche Aufgaben der GA ergeben sich durch die anlagenübergreifende Funktionsweise und Verknüpfung zu übergeordneten Einrichtungen für Bedienung und Management [1]. Dadurch ermöglicht die Gebäudeautomation zum Beispiel [22]:

- zeitabhängiges Schalten,
- ereignisabhängiges Schalten,
- Beleuchtungssteuerung (tageslichtabhängig),
- tarifabhängiges Schalten,
- gleitendes Schalten,
- adaptive Regelkurven,
- raumlastabhängige Sollwertführung von zentralen Anlagen,
- TGA-Wirkungsgradoptimierung (Kälteaggregat, Eisspeicher, Wärmeerzeuger, Wärmetauscher),
- Sonnenschutzsteuerung,

- Nachtkühlbetrieb (Kühlung der Raumspeichermasse),
- bedarfsabhängige Regelung mit Luftqualitätsfühlern,
- Drehzahlregelung von Pumpen und Ventilatoren
- Energiezufuhr-Abschaltung über Fensterkontakt (z.B. Raumluftanlagen).

Die umfangreiche Funktionalität der Gebäudeautomation trägt bei zur

- Optimierung / Minimierung der Energieverbräuche,
- Minimierung der Energiekosten,
- Minderung des Instandhaltungsaufwandes / Instandhaltungskosten,
- Vermeidung erhöhter Folgekosten durch Früherkennung von Schäden,
- Erhöhung der Lebensdauer der technischen Gebäudeausrüstung,
- Erhöhung der Verfügbarkeit der technischen Gebäudeausrüstung,
- Optimierung des Personaleinsatzes,
- Zentralisierung der Betriebsführung.

Sie ermöglicht so dem GA-Betreiber gesetzliche Vorgaben, wie

- Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und effektive Energienutzung (Energieeinsparungsgesetz)

zu erfüllen [22].

## **2 Struktur der Gebäudeautomation**

Nach [3] wird die Gebäudeautomation in 3 Ebenen aufgeteilt – siehe Abbildung 2-1. In der Managementebene befindet sich die übergeordnete Beobachtungs- und Bedieneinheit für alle Prozesse im Gebäude. Betriebs-, Alarm- und Störmeldungen laufen hier auf, Informationen werden hier erfasst, bewertet und archiviert. In der Automatisierungsebene werden die Prozesse der Feldebene geregelt, Informationen gesammelt und nach festgelegten Vorgaben an die Managementebene weitergegeben. Umgekehrt werden Vorgaben aus der Managementebene in laufende Prozesse eingefügt und an die Feldgeräte weitergegeben. In der Feldebene wird die Verbindung zwischen Feldgeräten und Automatisierungssystem hergestellt [1].

Jedes GA-System wird projektspezifisch in Abhängigkeit von den gestellten Anforderungen konfiguriert. Dabei wird die Funktionalität durch Hardware- und Softwarekomponenten bestimmt [3].

Die Hardwarekomponenten sind:

- Feldgeräte,
- Automationseinrichtungen,
- Verkabelung,
- Kommunikationseinrichtungen,
- Recheneinrichtungen.

Zu den Softwarekomponenten gehören Programme zur Ausführung der Funktionen und darüber hinaus gehörende Dienstleistungen [3].

## 2.1 Managementebene

Durch die Managementebene wird ein gezieltes Überwachen und Einwirken auf die Prozessabläufe ermöglicht. Aufgaben nach [4] sind u.a. das Überwachen, Befehlen, Protokollieren, Bilanzieren etc. Die Hardware besteht in der Regel aus einem Personal Computer, wobei ein Standard-PC ausreichend ist [1]. Je nach Anforderung an die Datensicherung ist diese redundant auszuführen. Die Nutzung einer übergeordneten Managementfunktion setzt ein interoperables Gesamtsystem voraus [1]. In der Managementebene laufen die Daten aus allen Teilbereichen zusammen. Im Regelfall werden hier keine besonderen Anforderungen an die Reaktionszeiten gestellt, da zum Beispiel die Anzeige eines Betriebszustandes mit einigen Sekunden Verzögerung unkritisch ist [20]. Die Managementebene wird normalerweise durch den Einsatz von Datenverarbeitungseinrichtungen unterstützt [3]. Sie ist eine Schnittstelle zu Anwendungen wie [3]:

- Wartungs- und Instandhaltungsmanagement,
- Analyse von Echtzeitdaten oder langfristigen Ereignisaufzeichnungen,
- Analyse archivierter historischer Daten aus Datenbanken,
- Personenruf-Systemen,
- Gefahrenmeldungen.

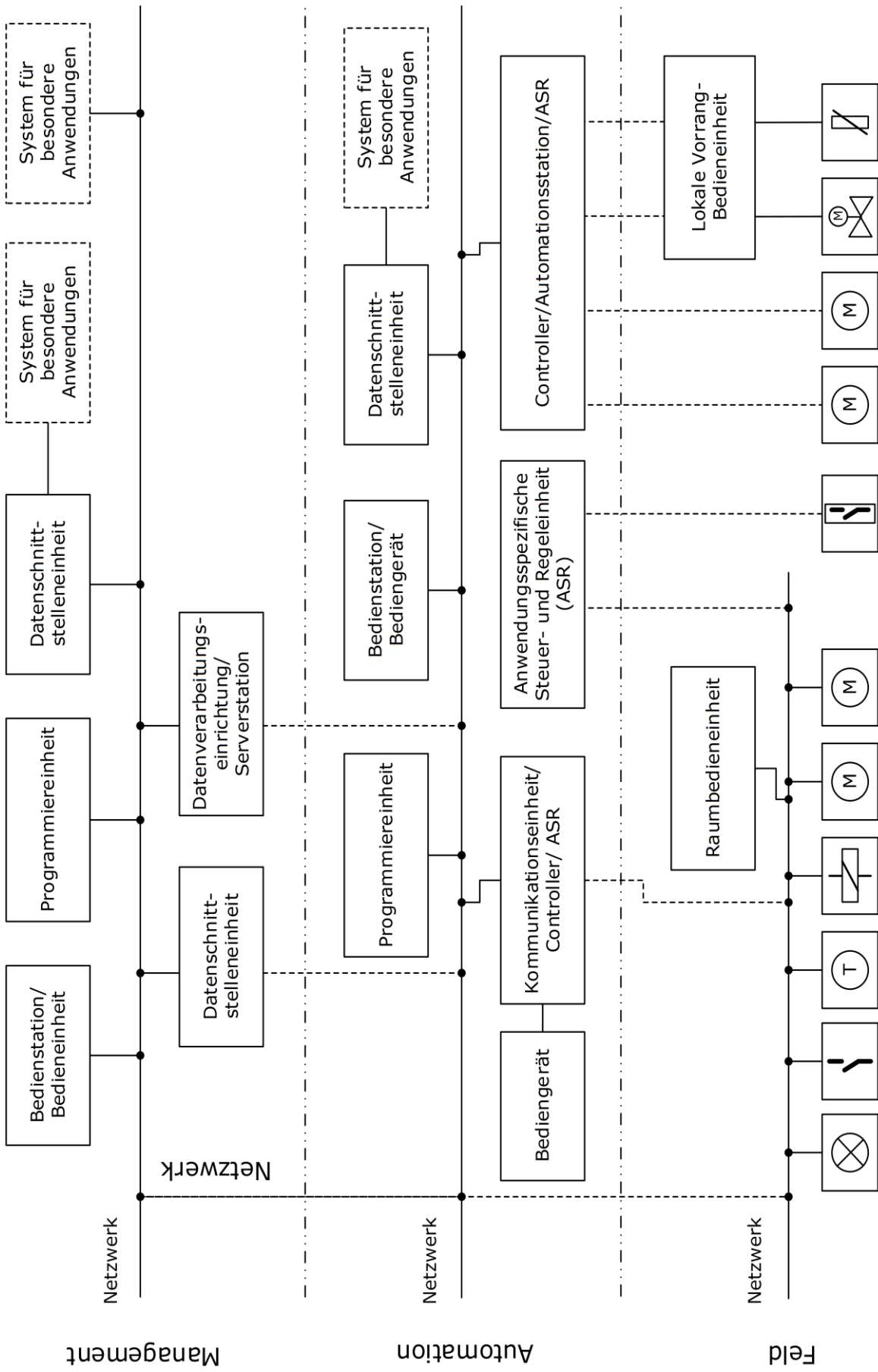


Abbildung 2-1: Struktur der Gebäudeautomation gemäß DIN EN ISO 16484-2

## **2.2 Automationsebene**

Im Bereich der Gebäudeautomation üblicherweise verwendete Automatisierungseinrichtungen werden als DDC (Direct Digital Control) bezeichnet. DDC besitzen heute in der Regel einen Mikrocomputer. Im modularen Aufbau aus einer Prozessoreinheit und dem Bussystem bestehend werden über die DDC die Eingangs- und Ausgangsbausteine angesteuert [4]. Dies stellt die Verbindung zur Feldebene dar. Notwendige physikalische Eingabe- und Ausgabefunktionen für die Gebäudeautomation werden über den Bus der DDC angeschlossen.

Automationseinrichtungen bieten die erforderliche Hardwareumgebung für die folgenden Hauptaufgaben eines GA-Systems [3]:

- DDC-Regelung, Automation,
- Energieverbrauchs- und Betriebsoptimierung,
- Anlagen-Betriebsüberwachung,
- Alarm-, Störungs-, Wartungs- und Betriebsinformationen,
- automatische und manuelle Steuerung (lokale Vorrang-Bedienung (LVB) ist hier nicht enthalten),
- Daten für Statistik und Analyse von Werten und Zuständen,
- Informationsaustausch zwischen Verarbeitungsfunktionen, Feldgeräten und Funktionen der Bedien- und Managementprogramme.

Die Module der DDC sollen mit LVB ausgestattet werden. Nach einem Spannungsausfall muss die DDC den Betrieb unabhängig von der Managementebene wieder aufnehmen können.

## **2.3 Feldebene**

In der Feldebene werden die unterschiedlichen Feldgeräte wie Sensoren und Aktoren der verschiedenen technischen Anlagen betrieben. Die Aufgaben Stellen, Schalten, Messen, Zählen und Melden werden durch die Feldebene erfüllt. Die Informationen werden an die Automationsebene und bei Bedarf an die Managementebene übertragen.

Neue Feldgeräte werden zunehmend mit Kommunikationssystemen ausgeliefert, so dass diese über ein Bus-System aufgeschaltet werden können und Aufgaben aus der Automatisierungsebene übernehmen können [1]. In der Feldebene werden für Prozessdaten in der Regel nur geringe Datenübertragungsraten verlangt.

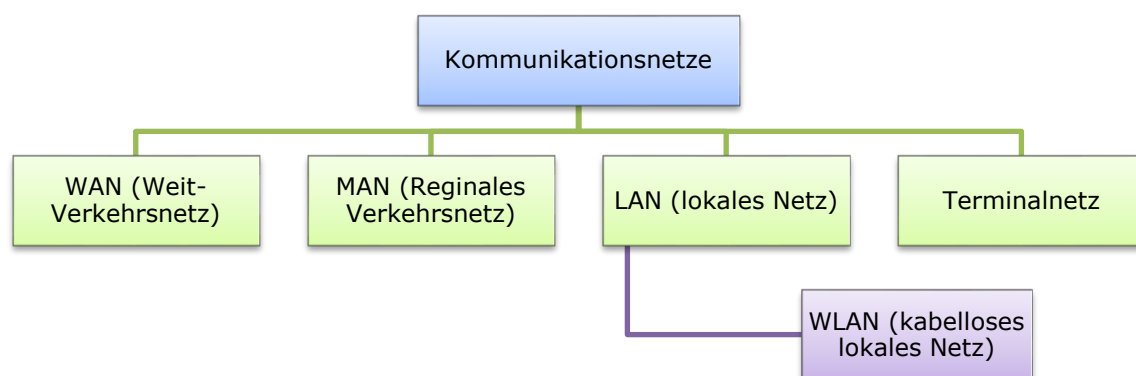
In einigen Fällen sind schnelle Reaktionszeiten erforderlich, so dass Informationen von Sensoren in der notwendigen Zeit Aktoren erreichen, zum Beispiel der Druck auf einen Taster zum Schalten der Beleuchtung [20]. Die Informationen aus der Feldebene und Befehle für die Feldebene sind später Datenpunkten zuzuordnen. Sensoren für Temperaturmessungen geben entweder Widerstände oder einen Spannungs- oder Stromwert als Ausgangssignal aus. Für die Druck- oder Feuchtemessung ist in der Regel ein Messumformer notwendig. Dieser wandelt die erfasste physikalische Größe in ein Spannungs- oder Stromsignal um – einen Analogwert. Die DIN EN ISO 16484-2 gibt Bereiche  $0(2) - 10\text{ V}$  oder  $0(4) - 20\text{ mA}$  an. Sensoren, die einen Widerstandswert wiedergeben, benötigen in der Regel keine Spannungsversorgung. In Abhängigkeit des verwendeten Widerstandes ist ein Zwei-, Drei- oder Vierleitersystem zu verwenden um Einwirkungen der Leitungslänge auf den Messwert zu minimieren. Sensoren, die eine Spannung oder eine Stromstärke wiedergeben, benötigen eine Spannungsversorgung. Die ausgehenden Signale der Sensoren sind in der Gebäudeautomation den Analogen Eingängen zugeordnet.

Aktoren wie zum Beispiel ein Schalter der Ein/Aus schaltet oder ein Stellmotor für eine Lüftungsklappe werden auch über Signale wie Spannungen oder Stromstärken angesteuert. Gebräuchlich nach DIN EN ISO 16484-2 sind Signale mit  $0(2) - 10\text{ V}$  oder  $0(4) - 20\text{ mA}$ . Diese Signale sind in der Gebäudeautomation analogen Ausgängen zugeordnet. Die Besonderheit der Aktoren ist, dass je nach Ausstattungsumfang diese Statusinformationen ausgegeben werden. Statusinformationen sind dann entweder wie bei Sensoren Spannungs- oder Stromwerte, sie können aber auch über potentialfreie Kontakte übermittelt werden. Ein Beispiel für einen Schalter kann ein Fensterkontakt sein. Ist das Fenster geschlossen, so ist der Schalter

geschlossen. Eine angelegte Spannung kann fließen und wird zum Beispiel an einem digitalen Eingang erfasst. Dort wird das Signal umgewandelt und als ein True-Wert (boolescher Wert = 1) der Verarbeitungseinheit weitergegeben. Auf diese Weise kann zum Beispiel auch eine Störmeldung eines Lüfters ausgegeben werden.

## 2.4 Kommunikationssysteme der GA

Die Gebäudeautomation erfolgt über größere Entfernungen kabelgebunden oder kabellos. Die Größe und Art des Objektes, zentral oder auch an mehreren Standorten, ist maßgebend für die Wahl des Kommunikationsnetzes – siehe Abbildung 2-2.



**Abbildung 2-2: Einteilung von Kommunikationsnetzen [2]**

Die GA-Komponenten werden mit Hilfe von Bussystemen und Kommunikationsprotokollen physikalisch und logisch zu einem interoperablen Gesamtsystem zusammengefasst.

### 2.4.1 Betriebsarten der Kommunikation

Bei der Kommunikation werden Informationen ausgetauscht, die in Nachrichten enthalten sind [2]. Je nach Größe der Nachrichten und einer Zeitvorgabe wie schnell die Informationen übermittelt sein müssen, werden geeignete Betriebsarten benötigt, um einen Informationsaustausch „zeitgerecht“ zu gestalten. Die möglichen Betriebsarten sind Simplex, Halbduplex und Duplex.



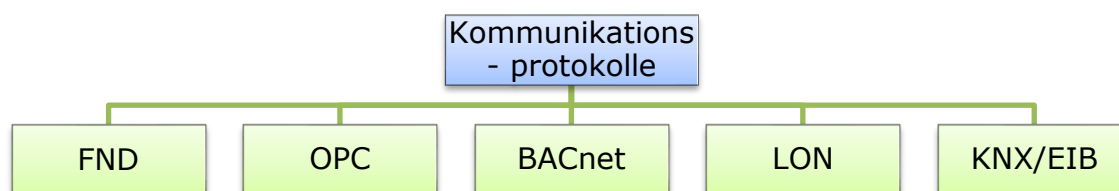
Neben der Betriebsart ist für den zeitgerechten Informationsaustausch auch die Datenmenge entscheidend.

### 2.4.2 Übertragungsmedien und Netzstrukturen

Als Übertragungsmedien können Kupferkabelnetze, Koaxialnetze, Funknetze oder Glasfasernetze verwendet werden [2]. Die physikalische Verbindung zwischen Geräten der Gebäudeautomation wird in unterschiedliche Netzstrukturen (Topologien) aufgeteilt. Unterschieden wird zwischen der Sternstruktur, Ringstruktur, Baumstruktur und Busstruktur. Der Zusammenschluss dieser Topologien wird über Gateways, Router oder Repeater realisiert. Diese dienen zusätzlich auch zur Erweiterung der Reichweite oder der Verstärkung von Signalen.

### 2.4.3 Protokolle in der Gebäudeautomation

Mehrere Kommunikationsprotokolle haben sich schon seit längerer Zeit durchgesetzt. Für die Gebäudeautomation sind dies – siehe Abbildung 2-3 – z.B. BACnet, LON, KNX/EIB und weitere. LON und KNX/EIB sind auf europäischer Ebene genormt, der BACnet-Standard ist zusätzlich auf internationaler Ebene genormt [14].



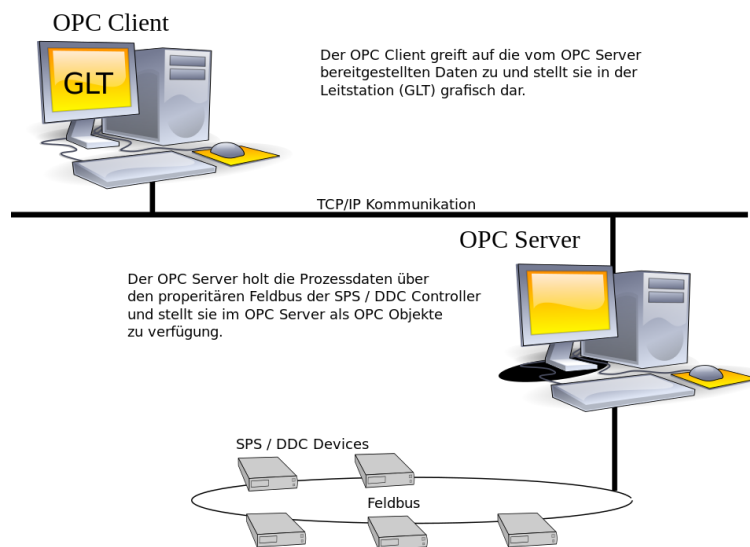
**Abbildung 2-3: Übersicht Kommunikationsprotokolle**

#### **OPC – OLE for Process Control**

OLE for Process Control, heute nur noch OPC genannt, ist neben den anschließend folgenden Protokollen ein Standard in derzeit verwendeten Automationssystemen. Ziel ist die herstellerunabhängige Kommunikation – ein einheitliches Software-Interface – welches durch OPC-konforme Treiber ermöglicht wird. Im Regelfall wird dieser vom Hersteller zur Verfügung gestellt

[9, 11]. Die Kommunikation zwischen Programmen und Prozessen für OLE beruht auf dem COM-Standard. COM ist das Component Object Model.

Eine Weiterentwicklung ist das Distributed Component Object Model – DCOM. Über diesen können die Dienste einer Software über ein Netzwerk, in der Regel TCP/IP, angeboten werden – Abbildung 2-4 [14]. Ein Vorteil ist die Client-Server-Architektur. Ein Client kann zur selben Zeit mehrere Server verwenden, ein Server kann mehreren Clients gleichzeitig seine Funktionalitäten zur Verfügung stellen.



**Abbildung 2-4: Aufbau der OPC Kommunikation [A4]**

Werden Sensoren und Aktoren verschiedener Hersteller für ein gemeinsames Netzwerk eingesetzt, so kann dies mit OPC realisiert werden. OPC ist jedoch kein Ersatz für Kommunikationsprotokolle. Für den Datenaustausch zwischen Geräten in einem Netzwerk ist OPC eine Schnittstelle im Betriebssystem. Es sind weitere Daten notwendig, mit denen entsprechende Treiber eingelesen oder abgesendet werden. Außerdem besteht die Abhängigkeit von einem Windows-Betriebssystem, auch wenn es mittlerweile OPC-Schnittstellen für Unix-Betriebssysteme gibt [14].

## **BACnet**

Das bekannteste standardisierte Kommunikationsprotokoll ist BACnet (Building Automation and Control network), genormt in DIN EN ISO 16484-5 „Systeme der Gebäudeautomation“. Es ist herstellerneutral und lizenzfrei und bietet sehr umfangreiche Dienste für die Aufgaben der Gebäudeautomation. Die BACnet-Norm unterliegt einem fortlaufenden Prozess. Dieser wird durch die BACnet Interest Group Europe (BIG-EU) – eine Interessengemeinschaft, in der sich Hersteller, Planer, Betreiber und Institute zusammengeschlossen haben – initiiert.

Ziel ist die ständige Anpassung an aktuelle Anforderungen in der Gebäudeautomation. BACnet ist auf mehreren Kommunikationsmedien nutzbar. In Europa ist dies häufig die IP-Kommunikation, in den USA wird die Master/Slave – Token Passing Kommunikation häufiger verwendet. Geräte mit dem BTL-Label (BACnet-getestete Geräte) sind auf Konformität mit dem BACnet-Protokoll getestet und verwendbar [9,10].

In der Gebäudeautomation ist BACnet auf jeder Ebene der GA nutzbar. In [20] wird beschrieben, dass die Stärken von BACnet auf der Managementebene liegen und daher oft als übergeordnetes System verwendet wird.

## **KNX/EIB – Konnex**

Konnex ist ein Zusammenschluss aus den drei Kommunikationssystemen EIB, EHA und BatiBUS. Der Hauptanteil liegt bei EIB – European Installation Bus Association. Der Ursprung des EIB-Kommunikationssystems liegt in der Installationstechnik. In der Regel wird das TP-Kommunikationsmedium verwendet. TP steht für Twisted-Pair-Verkabelung. Weitere Kommunikationsmedien sind Powerline und die Funk-Kommunikation. Anwendungsbereiche für KNX sind die Heizungs-, Klima- und Lüftungstechnik, die Beleuchtungssteuerung und weitere Anwendungen.

## **LON**

Das Kommunikationssystem LON bietet eine firmenneutrale Datenkommunikation für die Automations- und Feldebene. Die Topologie von LON ist sehr flexibel gestaltbar. Viele verschiedene Gewerke können so ihre Informationen untereinander austauschen. Ein Nachteil ist, dass Geräte unterschiedlicher Hersteller nicht miteinander kommunizieren können. Außerdem gibt es mehrere Engineering-Tools für LON die unterschiedliche Datenbanken verwenden. Wenn Projektpartner keine einheitliche Abstimmung über die zu verwendende Datenbank treffen, kann dies zu Problemen führen. Dennoch ist LON in der Gebäudeautomation weit verbreitet, was unter anderem an der freien Programmierbarkeit liegt. Es kann für jeden Knoten die spezielle Funktion implementiert werden [14].

## **FND – Firmenneutrales Datenübertragungsprotokoll**

Das firmenneutrale Datenübertragungsprotokoll dient zur standardisierten Datenübertragung zwischen proprietären Gebäudeautomationssystemen. Es wurde im Jahr 1984 initiiert und sollte offene Softwarelösungen mit freiem Wettbewerb ermöglichen. Somit kann eine firmen- und produktspezifische Abhängigkeit vermindert werden [1]. Das FND kommt hauptsächlich im öffentlichen Bereich zur Anwendung, siehe [www.fnd-forum.de](http://www.fnd-forum.de). Im privaten Sektor ist durch die aktuelle Entwicklung von BACnet/IP und KNX/IP der Einsatz von FND nicht so groß, da diese Systeme mittlerweile einen großen Interoperabilitätsbereich haben und die Kommunikation über Gateways sichergestellt wird.

DIN EN 15232 gibt eine Einteilung der Energieeffizienz der Gebäudeautomation in Klassen an. Jedoch werden keine direkten Anforderungen an die Kommunikation gestellt. Die Verwendung eines genormten und etablierten Kommunikationssystems ist selbstverständlich. Die Planung und Verwendung mehrerer Systeme stellt hohe Anforderungen an alle Beteiligten. Die Auswahl des Kommunikationssystems muss dabei den projektspezifischen

Anforderungen immer gerecht werden [14]. In Tabelle 2-1 sind die Einsatzbereiche der unterschiedlichen Kommunikations-Protokolle zusammengefasst.

**Tabelle 2-1: Kurzübersicht über die Kommunikationsprotokolle**

	<b>BACnet</b>	<b>KNX</b>	<b>LON</b>
<b>Normung</b>	DIN EN ISO 16484-5	DIN EN 50090	DIN EN 14908
- Europa/Nordamerika	✓/✓	✓/✗	✓/✗
<b>Verwendung auf</b>			
- Automationsebene	✓	✗	✓
- Leitebene	✓	✓	✓
- Feldebene	✓	✓	✓
<b>Kommunikation</b>			
- TCP/IP	✓	✓	✓
- Twisted Pair	✗	✓	✓
- M/S-TP	✓	✗	✗
- Funk	✗	✓	✓
<b>Programmierung</b>			
- allgemein	✓	✗	✓
- per ETS Tool	✗	✓	✗
<b>Übertragungsgeschwindigkeit</b>			
	Bis zu 100 Mbit/s	9.600 bit/s	Bis zu 1,25 Mbit/s

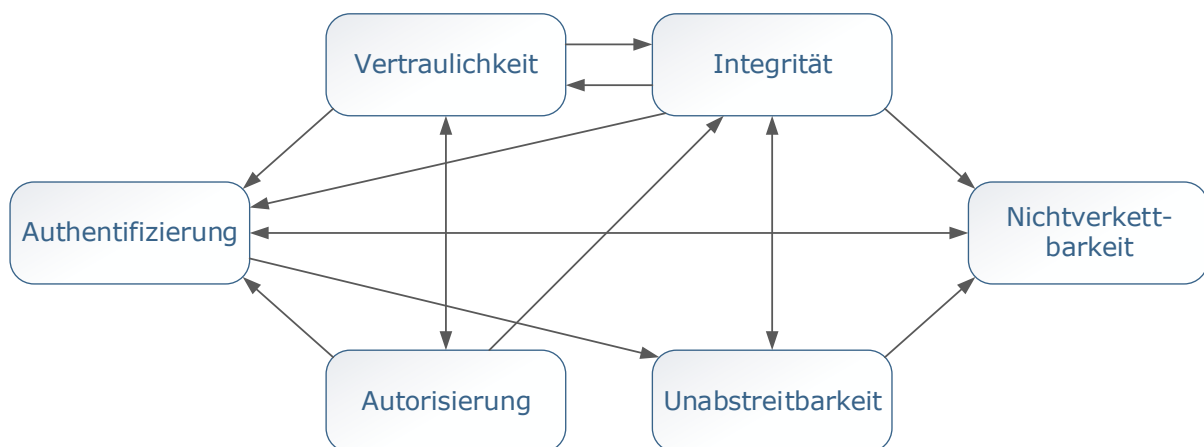
#### 2.4.4 IT-Sicherheit

„IT-Sicherheit umschreibt die Probleme und Gegenmaßnahmen, die sich bei der Verwendung moderner Informations- und Kommunikationssysteme durch die Einflussnahme Unbefugter ergeben (z.B. Eindringen in Computersysteme, Manipulation von Daten, etc.)“ [28]. Das Eindringen in Systeme kann in „passiv“ und „aktiv“ unterteilt werden. Beim passiven Eindringen werden Daten mitgehört/mitgelesen, beim aktiven Eindringen hingegen werden Daten verändert oder eine falsche Identität vorgegeben. Durch IT-Sicherheit soll das Mitlesen und Eindringen unterbunden werden [28].

Gebäudeautomation macht die Einbindung in ein Informations- und Kommunikationssystem notwendig, denn ohne Informationsaustausch ist eine „intelligente“ Wirkweise der GA kaum möglich. Daher sind immer die Fragen zu stellen:

- Welche Daten/Anlagen sind vorhanden?
- Welche Daten/Anlagen können manipuliert werden?
- Welche Auswirkung können diese Manipulationen haben (Datenverlust, Gefährdung von Menschen und/oder Anlagen)?

Das Problem für die IT-Sicherheit in der Gebäudeautomation entsteht, da es notwendig ist, einzelne Systeme miteinander zu verbinden – „zu vernetzen“ – und somit ein Zusammenwirken zu erreichen.



**Abbildung 2-5: Primäre Schutzziele und deren wechselseitige Abhängigkeiten [30]**

Diese Vernetzung setzt Schutzziele – Abbildung 2-5 – für die Datensicherheit voraus [30]. Die Vielzahl der verwendeten Protokolle in der Gebäudeautomation macht dies jedoch nicht einfach. Der größere Anteil der Protokolle weist große Sicherheitslücken auf. Oft bieten alte und drahtgebundene Protokolle keine IT-Sicherheit, da das Konzept des Protokolls dies nicht ermöglicht. Ein weiteres Problem ist die fehlende Informationsweitergabe an den IT-Sicherheitsbeauftragten, der einfache Schutzmaßnahmen wie Zugangsbegrenzungen, regelmäßige Änderung der Zugangsdaten, Einsatz einer Firewall veranlasst und überwacht.

In der Planung ist ein IT-Sicherheitskonzept zu erstellen und der Dokumentation der Gebäudeautomation – siehe Abschnitt 8 – beizufügen. Vorgaben für IT-Sicherheit sind dem GA-Referenzmodell (Berlin) – Planungsvorgaben zu entnehmen.

## **3 Anforderungen an das GA-Konzept**

### **3.1 Bedienbarkeit und Visualisierung**

Die Bedienung der GA in der Managementebene erfolgt in der Regel über eine Visualisierung. Eine gute Bedienbarkeit ist gekennzeichnet durch eine intuitive Gestaltung der Bedieneroberfläche, die einheitlich durch das gesamte Projekt dargestellt wird. Die Oberfläche soll eine standardisierte Darstellung enthalten und klar strukturiert sein. Die wichtigsten Parameter müssen sofort zu erkennen sein. Weitere Informationen eines Anlagenteils sollen zum Beispiel durch den Klick eines Buttons abrufbar sein.

Die Bezeichnung des Objektes ist jederzeit auf der Visualisierung dargestellt. Werden Änderungen von Parametern vorgenommen, werden diese durch eine Bestätigung (Mausklick oder Eingabetaste) übernommen.

In dem GA-Referenzmodell (Berlin) – Planungsvorgaben sind Beispiele für GA-Visualisierungen aufgeführt.

Es empfiehlt sich, nur relevante Informationen darzustellen. Funktionen, die selten genutzt werden, bringen kaum Nutzen oder verursachen sogar Nachteile. Viele Sonderfunktionen darzustellen führt in der Regel zu Einbußen in der Übersichtlichkeit. Standardisierte Grundfunktionen sind oft einfacher zu bedienen als ungebräuchliche GA-Funktionen. Der Mehraufwand für spezielle GA-Funktionen muss in jedem Fall dem Nutzen, eventuellem weiteren Schulungsbedarf für das Bedienpersonal und erhöhtem Service- und Wartungsaufwand gegenübergestellt werden [1].

Nutzer der Visualisierung können auf diese mit unterschiedlichen Prioritäten zugreifen. Mit den Prioritäten wird die Höhe der Zugriffsberechtigung festgelegt.



## 3.2 Datenpunkte und Informationsschwerpunkte

### 3.2.1 Datenpunkte

Ein einheitliches Adressierungs- und Bezeichnungssystem, auch Anlagenkennzeichnungssystem (AKS) genannt, ist unabdingbar für die Organisation der Gebäudeautomation. Es gilt nach der Festlegung zwischen den Projektbeteiligten für das gesamte Objekt. Dabei ist es wichtig, die Bezeichnung so kurz wie möglich, aber so lang wie nötig zu halten [5]. Beispiele für die Gliederung eines Objektes/Projekttes werden in der VDI 3814 - Blatt 1 und in der STLB-Bau 070 gegeben. Aus diesem Adressierungsbaustein sollten alle relevanten Informationen erkennbar sein. In der Visualisierung können je nach Benutzer und seinen Zugriffsrechten einzelne Stellen des Adressierungs-bausteins weggelassen werden, so dass dieser nur Daten in seinem Zuständigkeitsbereich erfassen kann. Das AKS für das Land Berlin könnte aus 28 Stellen bestehen. Es ist dann wie folgt auszuführen. Die Trennung erfolgt mittels Minuszeichen. Ein Beispielschlüssel lautet:  
B-03-005-01-03-HZ-01-BQ-010-X-0002

**Tab 3-1: Aufteilung AKS-Schlüssel**

Stelle	Beschreibung	Beispiel
1-3	Land / Landkreis	B
4-5	Bezirk	03
6-8	Objekt	005
9-10	Gebäude	01
11-12	Etage	03
13-14	Gewerk	HZ
15-16	Anlagennummer	01
17-18	Bauteil	BQ
19-21	Fortlaufende Nummer	010
22-24	Datenpunkttyp	X
25-28	Fortlaufende Nummer	0002

Datenpunkte werden in physikalische oder virtuelle Datenpunkte unterschieden. Die physikalischen Datenpunkte sind verknüpft mit den Feldgeräten, ein virtueller Datenpunkt ergibt sich aus einem Wert in der Verarbeitung [3, S.31].

Zum Einschalten der Lüftungsanlage werden folgende Vorgaben implementiert:

- kein Signal vom Frostschutzwächter (ein Schalter),
- Kohlendioxidgehalt überschreitet einen eingestellten Wert.

Daraus ergibt eine logische Verknüpfung als boolescher Wert – Lüftungsanlage ein.

In den Tabellen 9.1-11 ff GA-Referenzmodell (Berlin) – Planungsvorgaben sind Beispiele für die Zuordnung von Eigenschaften von Datenpunkten aufgeführt. Die Datenpunkte werden in der GA-Funktionsliste (siehe zum Beispiel Abbildung 6.1-4, GA-Referenzmodell (Berlin) – Planungsvorgaben) in den ersten beiden Abschnitten erfasst. Um ein Automationskonzept einrichten zu können, ist die Festlegung der GA-Funktionen notwendig. Zu den GA-Funktionen zählen neben den Datenpunkten auch Regelungsstrategien, die Langzeitspeicherung, die Visualisierung und viele mehr.

### **3.2.2 Informationsschwerpunkte (ISP)**

Ein Informationsschwerpunkt (ISP) in der Gebäudeautomation ist die räumliche Zusammenfassung von Datenpunkten zu einer oder mehreren Automations-einrichtungen. Durch die Zusammenfassung zu Informationsschwerpunkten werden GA-Anforderungen in der GA-Funktionsliste strukturiert dargestellt. Der Informationsschwerpunkt ist in einigen Sprachen nicht anwendbar und wird in diesen als Technikraum bezeichnet. Beispiele für ISP sind Kellerzentrale, Dachzentrale etc. [3, 13].

Eine Technikzentrale kann durchaus mehrere Informationsschwerpunkte haben, zum Beispiel wenn mehrere Lüftungsanlagen in einer Zentrale untergebracht sind. Die DIN EN ISO 16484-2 empfiehlt einzelne größere Teilanlagen mit eigenständigen Automationseinrichtungen auszurüsten, um Steuer- und Regelungsproblemen bei einem Netzwerkausfall vorzubeugen [3].

### **3.3 Wirtschaftlichkeit**

Im Abschnitt 1.1 wurde bereits aufgeführt, dass die Möglichkeiten des technisch machbaren in der Gebäudeautomation groß sind. Jedoch sind nicht alle möglichen Maßnahmen wirtschaftlich sinnvoll. Neben den im Regelfall höheren Investitionskosten fallen auch höhere Betriebskosten der technischen Anlagen und höhere Lebenszykluskosten der Gebäude an. Daher ist die Verwendung eines durchgängigen Gebäudeautomationskonzeptes zu untersuchen unter Beachtung

- der Systemintegration und der Interoperabilität,
- der geplanten Gebäudenutzung,
- der Anforderungen an Funktionalität,
- der möglichen Anpassung an eine Nutzungsänderung,
- der fortlaufenden Optimierung der technischen Anlagen und des Gebäudemanagements,
- des zu erwartenden Energieverbrauchs und der Einsparpotentiale [1].

Die Kosten und Einsparpotentiale der Gebäudeautomation sind in der Regel von der Funktionalität, der Anzahl und Verknüpfung der Datenpunkte der GA abhängig. Daher ist es notwendig, die Art und Anzahl der Datenpunkte einer Kosten-Nutzen-Abwägung zu unterziehen. Für eine Abschätzung des GA-Bedarfs kann die AMEV „Gebäudeautomation 2005“ als Orientierungshilfe verwendet werden [1].

Die Zertifizierung von Gebäuden nach zum Beispiel BNB, DGNB, LEED (Green Buildings), etc. nimmt immer mehr zu. Dabei zeigt die Zertifizierung je nach Abstufung auch wie ein Gebäude energetisch aufgestellt ist. Um eine fortführende Überwachung der Energieeffizienz zu ermöglichen, kommen Energiemanagementsysteme (EMS) zum Einsatz. Diese benötigen in der Regel eine Mindestausstattung an Gebäudeautomation zum Zählen und Speichern von Verbrauchsdaten. Das hat eine Erhöhung der Energiekosten zur Folge.

### **3.4 Überwachung und Optimierung**

Die Überwachung der technischen Gebäudeausrüstung ist ein wichtiger Aspekt, um einen effizienten Anlagenbetrieb sicherzustellen. Durch Überwachungen können Abweichungen des Regelbetriebs erkannt werden. Die Überwachung erfolgt unter anderem durch das Erfassen von Meldungen. In der Gebäudeautomation können die Meldungen in fünf Bereiche unterteilt werden. Die Betriebs-, Wartungs-, Stör-, Gefahrmeldung ohne Abschaltung und Gefahrmeldung mit Abschaltung sind die Meldungen der Gebäudeautomation. Je nach Bedarf werden sie im Arbeitsstrom- oder Ruhestromprinzip eingesetzt. Mögliche Formen der Meldungen sind unter 14 Anhang A aufgeführt.

Durch Überwachung können Informationen der Anlage/Anlagen erfasst werden, aus denen Optimierungskonzepte möglich sind. Die Gebäudeautomation muss diese Daten bereitstellen, was in der Regel über ein Netzwerk erfolgt. Unter Berücksichtigung der IT-Sicherheit (Abschnitt 2.4.4) können Optimierungskonzepte entwickelt werden.

### **3.5 Systemintegration**

„Die komplexen Zusammenhänge der heute eingesetzten technischen Gebäudesysteme und Anlagen sind ohne Normen und Standardmethoden nicht mehr beherrschbar, ein sinnvolles Zusammenwirken wird durch genormte Schnittstellen erst möglich. ... Vornehmlich ist der Architekt zuständig für die Integration aller Komponenten in seinem Gesamtwerk, siehe HOAI.“ [35] Um zum Beispiel eine raumluftechnische Anlage in Betrieb nehmen und möglichst effizient betreiben zu können, müssen Komponenten mit erweiterten Funktionen verwendet werden. In der Grundausstattung sind bereits elektrische Stellantriebe für Klappen mit Rückmeldung, Ventilatoren mit Drehzahlregelung und Rückmeldung, Temperatur- und Feuchtesensoren und weitere Komponenten vorhanden. Bisher bleibt nach der Planung in den einzelnen Gewerken eine weiterführende übergeordnete Planung aus, da diese im Regelfall nicht vertraglich vereinbart wird. Das Ergebnis ist eine Vielzahl unterschiedlicher MSR-Systeme in einem Gebäude, die ein einheitliches

Automations- und Bedienkonzept weder technisch noch wirtschaftlich realisierbar machen [1].

Wie auch in Abschnitt 4 beschrieben muss hier ein Verantwortlicher bestimmt werden, in der Regel die GA-Planer (somit auch Integrationsplaner), der die Bedingungen für eine Systemintegration der einzelnen Systemkomponenten vorgibt. Integration meint, dass unterschiedliche Teile des Automationssystems für den Datenaustausch und definierte funktionelle Zusammenarbeit miteinander verbunden werden [19].

Auf Grund der Vielzahl proprietärer Automationssysteme muss der Integrationsplaner dem Fachplaner Vorgaben zur Kommunikationsfähigkeit der Systemkomponenten geben. Der Fachplaner muss sicherstellen, dass Interoperabilitätsbereiche der Komponenten eine Kommunikation mit anderen Systemen zulassen. Ziel muss es sein, einheitliche Schnittstellen in einem Projekt festzulegen, um aus den vielen Teilsystemen ein Gesamtsystem zu erstellen. Mögliche Ziele von Bauherren und Betreibern können sein:

- Einsatz eines herstellerneutralen Systems zur Vermeidung der Abhängigkeit von einem Hersteller,
- Erweiterbarkeit des Gebäudeautomationssystems sicherzustellen,
- Modernisierung zu ermöglichen,
- Einheitliche Bedienbarkeit zu ermöglichen.

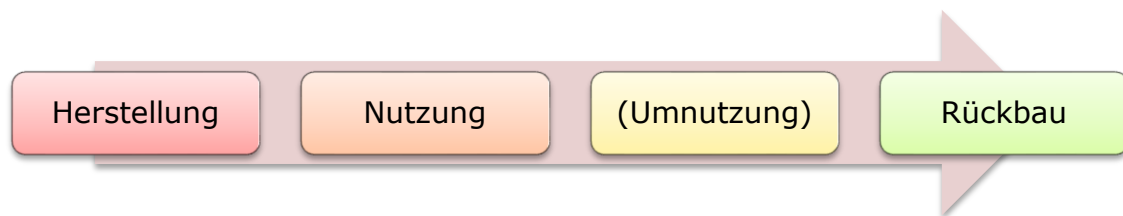
Dies ist in der Praxis nicht immer leicht zu realisieren, muss aber das Ziel im Projekt sein [19].

Eine Systemintegration kann durch die Verwendung von homogenen oder heterogenen Systemen erreicht werden. Homogene Systeme bestehen aus Komponenten eines Herstellers oder der Ersteller des GA-Systems nutzt Standardschnittstellen, um Fremdkomponenten in sein System zu integrieren. Bei heterogenen Systemen kombiniert man Komponenten unterschiedlicher Hersteller, indem über zusätzliche Schnittstellen die Informationen der Subsysteme übersetzt werden [19]. Durch den Einsatz von Gateways können so unterschiedliche Systeme zusammengeführt werden.

## 4 Hinweise zur Planung

### 4.1 Grundlagen

Im aktuellen Planungsprozess spielt die gesamtheitliche Betrachtung der Gebäudenutzung oft gar keine oder nur eine geringe Rolle. Während nach der Energieeinsparverordnung der Lebenszyklusprozess – Abbildung 4-1 – zu berücksichtigen ist, so ist dies bei der Planung eines Gebäudes mit einer GA noch nicht die Regel. Der Hauptanteil der GA-Planung erfolgt bei der Erstellung und bei der Umnutzung der Gebäude.



**Abbildung 4-1: Lebenszyklus eines Gebäudes**

In der Planung sind Funktionalität, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit der technischen Lösungen wesentliche Grundlagen für einen ordnungsgemäßen Anlagenbetrieb. Das Fundament für ein erfolgreiches Projekt wird somit schon in der Planung gelegt. Wird eine gewerkübergreifende Gebäudeautomation verlangt, eine Managementebene oder besondere Anforderungen an die GA gestellt, ist es notwendig, einen gewerkübergreifenden GA-Planer einzubeziehen [1].

Es ist erforderlich, die Planung, Ausschreibung und Bauüberwachung der Gebäudeautomation einem qualifizierten Gesamtverantwortlichen zu übertragen. Dieser hat den Nachweis der ausreichenden Fachkunde, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit zu erbringen. Nur mit der ausreichenden Fachkunde kann die Systemintegration sichergestellt werden und somit gewerkübergreifend eine funktionsfähige automatisierte technische Anlage erstellt werden. Für mögliche Erweiterungen oder Anpassungen in der Nutzung

ist es ebenfalls von Vorteil, einen GA-Planer mit guten, gewerkübergreifenden Fachkenntnissen und praktischen Erfahrungen einzusetzen [1].

Die Auswahl eines qualifizierten GA-Planers soll gut vorbereitet werden. Hilfreich können dabei Informationsgespräche mit erfahrenen Bauherren, Betreibern, Fachplanern, Fachfirmen und dieser Leitfaden sein. Besichtigungen bereits realisierter Projekte in ähnlicher Größe und Komplexität können nützlich sein [1].

#### **4.2 GA-Referenzmodell (Berlin) – Planungsvorgaben**

Das als Anlage vorliegende „GA-Referenzmodell (Berlin) – Planungsvorgaben“ beschreibt Vorgaben der Planung und Umsetzung der Gebäudeautomation für Neubau- und Sanierungsmaßnahmen des Landes Berlin. Diese sollen umgesetzt werden. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit, da jedes Projekt eigene Spezifikationen aufweist.

Ferner sind GA-Muster für die Planung der Gebäudeautomation öffentlicher Gebäude im „GA-Referenzmodell (Berlin) – Planungsvorgaben“ aufgeführt und erläutert.

### **5 Hinweise zur Ausschreibung**

DIN 276-1: 2008-12 gibt in der Kostengruppe 480 „Gebäudeautomation“ eine Zuordnung der Kosten vor. Kosten der gewerkübergreifenden Gebäudeautomationsleistungen und deren Komponenten sind der Kostengruppe 480 zuzuordnen. Die weiteren Unterteilungen der Kostengruppe sind in Tabelle 5-1 dargestellt.

Hinweis: „Die Kostengruppe 480 gilt im Normalfall nicht für funktional eigenständige Automationseinrichtungen an einzelnen technischen Anlagen. Die Kosten solcher Einrichtungen zählen zu den jeweiligen technischen Anlagen.“ [18]

**Tabelle 5-1: Kostengruppe 480 DIN 276-1 [18]**

<b>480</b>	<b>Gebäudeautomation</b>	Kosten der anlageübergreifenden Automation
481	Automationssysteme	Automationsstationen mit Bedien- und Beobachtungseinrichtungen, GA-Funktionen, Anwendungssoftware, Lizenzen, Sensoren und Aktoren, Schnittstelle zu Feldgeräten und anderen Automations-einrichtungen
482	Schaltschränke	Schaltschränke zur Aufnahme von Automationssystemen (KG 481) mit Leistungs-, Steuerungs- und Sicherungs-baugruppen einschließlich zugehöriger Kabel und Leitungen, Verlegesysteme soweit nicht in anderen Kostengruppe erfasst
483	Management- und Bedieneinrichtungen	Übergeordnete Einrichtungen für Gebäudeautomation und Gebäudemanagement mit Bedienstationen, Programmier-einrichtungen, Anwendungssoftware, Lizenzen, Servern, Schnittstellen zu Automationseinrichtungen und externen Einrichtungen
484	Raumautomationssysteme	Raumautomationsstationen mit Bedien- und Anzeigeeinrichtungen, Schnittstellen zu Feldgeräten und anderen Automationseinrichtungen
485	Übertragungsnetze	Netze zur Datenübertragung, soweit nicht in anderen Kostengruppen erfasst
489	Gebäudeautomation, sonstiges	



Für die Ausschreibung und Vergabe sind die Hinweise nach VOB/Teil C Allgemeine technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) Gebäudeautomation DIN 18386 und AMEV – 1. Ergänzung 2013 „GA-Planung und GA-Leistungsbild“ zu beachten.

Für jedes Projekt müssen Abgrenzungen zwischen der gewerkübergreifenden GA und einzelnen gewerkspezifischen MSR-Techniken getroffen werden. Honorare für Ingenieurleistungen der GA-Planer und Gewerkplaner müssen berücksichtigt werden (Kostengruppe 700).

Nach AMEV soll für die Gebäudeautomation als eigenständiges Gewerk ab einer Kostensumme von ca. 100.000 Euro für alle GA/MSR-Systeme eine Ausschreibung erfolgen [1]. Vor Beginn der Ausschreibung ist auf Grundlage des Automations- und Bedienkonzeptes eine Ausführungsplanung zu erstellen. Damit ist die Grundlage geschaffen, die Vergabe- und Vertragsunterlagen für die Ausschreibung zu erarbeiten. Folgende Unterlagen sind dafür mindestens erforderlich:

- Beschreibung der Baumaßnahme,
- Leistungsbeschreibung mit Installationshinweisen,
- Leistungsverzeichnis,
- Informationslisten und Funktionslisten nach DIN EN ISO 16484-3 (VDI 3814 Blatt 1) als Grundlage der Mengenermittlung und Dienstleistungen,
- Sonstige zur Beschreibung der Bauaufgabe erforderliche Unterlagen
- Beschreibung zu Funktion und Regelung

Zur technischen Beschreibung der betroffenen Anlagen sind Gebäude- und Lagepläne sowie ausgewählte Anlagenschemata beizulegen [1].

Die AMEV „Gebäudeautomation 2005“ empfiehlt zur Sicherung eines längerfristigen Investitionsschutzes die projektspezifische Programmier- Parametrier- Software für die Gebäudeautomationstechnik einschließlich aller notwendigen Lizenzen mit zum Bestandteil der Ausschreibung zu machen. Zur Ausschreibung gehören die vollständigen, mit Erläuterungen versehenen, für

das Projekt erstellten GA-Programme und GA-Parametrierungen. Sie sind in Quellform als von den Entwicklungs-Tools bearbeitbare Dateien mit zu übergeben [1].

## **6 Hinweise zur Ausführung**

Im Regelfall wird ein GA-Planer mit der reinen GA-Planung beauftragt. Dies schließt die Planung der übergeordneten Managementebene zusammen mit Dienstleistungen, Netzwerk und Peripherie, womöglich auch eine Bestandsaufnahme und Integration einer vorhandenen Gebäudeautomation mit ein. Um die Systemintegration sicherstellen zu können, kann der GA-Planer auch gewerkübergreifend mit der GA-Koordination beauftragt werden. In Abstimmung mit dem GA-Planer und den Planern der anderen Gewerke sind wesentliche Grundlagen, Aufgabenstellungen und Schnittstellen der beteiligten Gewerke durch den Bauherren festzulegen [1].

### **6.1 Aufgaben des Gewerkplaners**

Folgende Unterlagen hat der Gewerkplaner dem GA-Planer u.a. zur Verfügung zu stellen:

- Anlagenschemata und Funktionsbeschreibungen aller Anlagen,
- Auslegungsdaten für Motoren, Stellgeräte und Messwertgeber,
- Sammelstörungen der Anlagen und Art der Übergabe (Bus-System oder potentialfreier Kontakt),
- Angaben über die Daten, die übergeben werden,
- Ortsangaben für Aufstellorte der einzelnen Anlagen und Anlagenteile,
- Informationen über die künftigen Netzformen der elektrischen Versorgung,
- Informationen über Sicherheitskriterien wie z. B. Feueralarm, Zutritt und Einbruch.

Außerdem haben die Gewerkplaner dem GA-Planer die Anschlussbereitschaft der Gewerke-Anlagenteile der Gebäudeautomation zu melden [1].

## **6.2 Aufgaben des Gebäudeautomation-Planers**

Der GA-Planer hat die grundlegenden Planungsvorgaben für alle Gewerke zu erstellen. Er erstellt ein Pflichtenheft für die gewerkübergreifenden Funktionen wie zum Beispiel Tageslichtnutzung, Lichtlenkung, Entrauchung und Be-/Entlüftung. Zudem hat er folgende Informationen für die Gewerkeplaner zu erstellen:

- Anschlussbedingungen und Schnittstellen der GA-Managementebene zu anderen Systemen,
- Kommunikationsmedien,
- Datenprotokolle für TGA-Komponenten (z.B. Kältemaschinensteuerung, Pumpensteuerung)
- Zugriffs- und Datenschutz für Leit- und Automationsstationen,
- Integrationstiefe und -ebene für Systeme der Gewerke,
- Bedienkonzept,
- Art und Umfang der lokalen Handbedien- Anzeigeeinrichtungen,
- Einbaudaten für Geber- und Stellgeräte,
- Platzbedarf für GA-Einrichtungen,
- Energiebedarf für Schaltschränke,
- Schlitze und Durchbrüche.

Außerdem hat der GA-Planer bei der Dokumentation der integrierten TGA-Systeme, der Koordination, den Funktionsprüfungen und den Abnahmen/Übergaben mitzuwirken.

### **6.3 Beteiligung von Nutzer und Betreiber**

Für eine effiziente Nutzung der Gebäudeautomation müssen Nutzer und Betreiber mit in den Planungsprozess einbezogen werden. Nur so kann eine größtmögliche Akzeptanz der Automation erreicht werden. Sie sind über technische Möglichkeiten und wichtige Funktionen zu informieren. Gegebenenfalls muss zukünftiges verantwortliches Personal an Schulungen teilnehmen, um möglichst unmittelbar nach Inbetriebnahme die Anlagen zu überwachen und notwendige Maßnahmen veranlassen zu können.

Nutzer und Betreiber sollten sich bei Anforderungen an Bedien- und Beobachtungseinrichtungen auf relevante GA-Funktionen konzentrieren.

## **7 Hinweise zur Abnahme und Probetrieb**

Die zu erstellende Anlage gemäß der Auftragserteilung ist ordnungsgemäß zu dokumentieren. Die Gebäudeautomation ist ein sehr umfangreicher Teil eines Bauvorhabens. Der AMEV empfiehlt eine Übergabe der erstellten Betriebsunterlagen einen Monat vor der Abnahme an den Auftraggeber, so dass dieser die Möglichkeit hat, diese auf Vollständigkeit und Aktualität zu prüfen. Zum Teil bedarf es einer Einregulierung für bestimmte Anlagenteile, hier ist die VOB/C DIN 18386 Ziffer 3 zu beachten. Für jede GA-Funktion muss eine Einzelprüfung der Funktion stattfinden, ebenso ist die GA-Funktion auch am Bedienplatz zu überprüfen und dann zu protokollieren. Die Prüfung der Vollständigkeit hat anhand der ISO-Funktionslisten zu erfolgen [1].

Größere Bauvorhaben sollten erst nach Durchführung eines Probetriebes zur Abnahme freigegeben werden. Dauer, Umfang, Art des Probetriebs und Leistungen der beteiligten Auftragnehmer sind in Vertragsunterlagen zu vereinbaren. Die VDI 3814 Blatt 2 enthält eine Zusammenfassung der wichtigen Vorschriften und Regelwerke der Gebäudeautomation [1].

## 8 Hinweise zur Dokumentation

Die wesentlichen Regelwerke zur Dokumentation der GA-Planung nach VOB/C DIN 18386 sind in Tabelle 8-1 aufgeführt.

**Tab. 8-1: Regelwerke [2]**

	<b>Norm</b>	<b>Beschreibung</b>
1	DIN EN ISO 16484, VDI 3814	Automationsschema
2	DIN EN ISO 16484, VDI 3814	Funktionsliste
3	VDI 3814-6	Regel- und Steuerbeschreibungen
4	STLB-Bau 070	Leistungsverzeichnis – Texte
5	DIN EN ISO 16484 – VDI-TGA/BIG-EU	Leitfaden zur Ausschreibung interoperabler Gebäudeautomation

### 8.1 Automationsschema

Das Automationsschema erklärt zusammen mit der GA-Funktionsliste die Aufgabenstellung für die TGA. Die VDI 3814 – Blatt 1 stellt in Bild 2 ein Formblatt zur Verfügung.

In diesem Formblatt kann ein Anlagenteil eingefügt und die notwendigen Feldgeräte können bezeichnet werden. Beispiele für diese Feldgeräte-Bezeichnung sind ebenfalls in der VDI 3814 – Blatt 1/Tabelle 5 aufgeführt. Für jede zu automatisierende und zu beaufsichtigende Anlage ist ein Automationsschema zu erstellen [5].

### 8.2 GA-Funktionsliste

Die Art und der Umfang des Informationsaustausches zwischen der TGA und dem GA-System für jede Anlage, jedes Aggregat und jeden Datenpunkt wird in der GA-Funktionsliste festgehalten [5]. Somit wird eine herstellerunabhängige Beschreibung der Automationsanforderung und folglich ein Vergleich bei Ausschreibungen und Kostenkalkulationen ermöglicht.

Die GA-Funktionsliste wird als Kalkulationstabelle zum Addieren von Automationsfunktionen genutzt. Bei der Umsetzung eines Gebäudeautomationssystems entsteht ein großer Kostenaufwand. Dieser steht im direkten Zusammenhang mit der Anzahl und Art der für die Anwendungen erforderlichen Funktionen. In der Vorplanung ist durch Zählen von physikalischen Datenpunkten, z.B. Temperatursensoren und Motorstellantrieb, eine schnelle Kostenschätzung möglich [2, 5]. Zur Erstellung von GA-Funktionslisten können softwaregestützte Tools verwendet werden. Mit diesen können aus Regelschemen Datenpunktlisten und GA-Funktionslisten generiert werden.

## **9 Monitoring und Controlling**

Monitoring ist der erste Schritt zur Verbesserung der Energieeffizienz. Es ist dabei zu unterscheiden zwischen dem Inbetriebnahme-, Einregulierungs- und Langzeitmonitoring. Mit der quantitativen Erfassung der Verbrauchswerte, Betriebsstunden etc., dazu zählt auch die Speicherung der Daten, kann ein Vergleich zwischen geplanten Verbräuchen und den späteren Verbräuchen sowie ein Vergleich nach Optimierungsmaßnahmen erfolgen. Durch Monitoring kann aus dem Gesamtenergieverbrauch eines Objektes eine Zuordnung des anteiligen Energieverbrauches zu zum Beispiel einem Schulgebäude, einem Mehrzweckgebäude, der Sporthalle erfolgen oder energieintensiven Bereichen wie einem Theaterraum oder einer Küche erfolgen. Monitoring benötigt Verbrauchszähler. Die Montage und Implementierung ist beim Neubau im Regelfall kostengünstiger als im Bestand.

Wird Monitoring direkt im Neubau durchgeführt, kann sofort mit der Inbetriebnahme die Energieeffizienz der Anlagentechnik überwacht und gegebenenfalls optimiert werden.

## **10 Zusammenfassung**

Die stetig steigenden Energiekosten und die zunehmende Verschärfung der Klimaschutzforderungen erfordern neue technische und organisatorische Maßnahmen im Gebäudebetrieb, um den Energie- und Wasserverbrauch im Gebäudesektor nachhaltig zu senken und langfristig die Ziele der Bundesregierung und des Landes Berlin, den Gebäudebestand bis 2050 nahezu klimaneutral zu gestalten, zu erreichen.

Um eine Verbrauchsreduzierung in Gebäuden zu erzielen, muss zunächst die Gebäudetechnik auf den Bedarf des Nutzers eingestellt werden. Eine Verschwendung der verschiedenen Medien soll dadurch vermieden werden. Im laufenden Gebäudebetrieb gilt es, die Gebäudetechnik laufend zu überwachen und zu optimieren aber auch den Nutzer in die Verbrauchsreduzierung mit einzubeziehen.

Durch die Gebäudeautomation kann der Energie- und Wasserverbrauch in Gebäuden reduziert werden. GA ist ein eigenständiges Gewerk, welches gewerkübergreifend Informationen der technischen Gebäudeausrüstung erfasst und durch Überwachungs-, Steuer-, Regel- und Optimierungseinrichtungen den erforderlichen Energie- und Wassereinsatz im Gebäudebetrieb sicherstellt.

Die Gebäudeautomation ist bereits Bestandteil der Energieeinsparverordnung. Der vorliegende Leitfaden enthält wesentliche Informationen zur Gebäudeautomation, beschreibt deren Funktionalität, die Aufgaben, die technischen Voraussetzungen und stellt mit dem anliegenden „GA-Referenzmodell (Berlin) - Planungsvorgaben“ eine Grundlage für die Planung und praktische Umsetzung der Gebäudeautomation in öffentlichen Gebäuden Berlins dar.

## **11 Begriffsdefinitionen**

### **AMEV**

Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen

### **Arbeitsstromprinzip**

Beim Arbeitsstromprinzip ist ein Stromfluss bei aktivem Signal vorhanden. Dies kann zur Erfassung von Zustandsmeldungen verwendet werden, zum Beispiel ein angezogenes Relais, vgl. Ruhestromprinzip.

### **Authentisierung/ Authentifizierung**

Authentisierung bezeichnet den Nachweis eines Kommunikationspartners, dass er tatsächlich derjenige ist, der er vorgibt zu sein. Dies kann unter anderem durch Passwort-Eingabe, Chipkarte oder Biometrie erfolgen.

Einige Autoren unterscheiden im Deutschen zwischen den Begriffen Authentisierung, Authentifizierung und Authentikation. Mit Authentisierung wird dann die Vorlage eines Nachweises zur Identifikation bezeichnet, mit Authentifizierung die Überprüfung dieses Nachweises. Um den Text verständlich zu halten, verzichtet der IT-Grundschutz auf diese Unterscheidung [31].

### **Autorisierung**

Im Sinne der EDV ist die Autorisierung die Berechtigung des/der Zugriffs/Nutzung von Daten [32].

### **BNB**

Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude

### **DGNB**

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

### **DoS – Denial of Service**

Ziel eines DoS-Angriffes ist es, dass ein Computersystem nur noch eingeschränkt oder gar nicht mehr verfügbar ist. Dazu werden viele Datenpakete mit einem Verbindungsaufbauwunsch zu diesem System gesendet



und auf Grund der vielen Anfragen ist das System dann nicht mehr verfügbar [28].

### **Duplex**

Duplex, auch Duplex-Betrieb genannt, bedeutet Gegenbetrieb und ist gekennzeichnet durch eine gleichzeitige Kommunikation beider Partner. Beide können zur selben Zeit senden und empfangen [2].

### **Gebäudeautomation (GA)**

Als GA werden die Einrichtungen, Software und Dienstleistungen für automatische Steuerung und Regelung, Überwachung und Optimierung sowie für Bedienung und Management zum energieeffizienten, wirtschaftlichen und sicheren Betrieb der technischen Gebäudeausrüstung (TGA) verstanden. Die Gebäudeautomation (GA) ist eine Voraussetzung für ein umfassendes Gebäudemanagement. [5].

### **Halbduplex**

Der Halb-Duplex-Betrieb bedeutet Wechselbetrieb. Die Kommunikationspartner können abwechselnd senden und empfangen [2].

### **Implementierung**

Einbinden in ein Programm.

### **Insellösung**

Es ist ein komplett eigenständiges Netzwerk, welches keine Verbindung zu anderen Netzen (z.B. Internet) hat.

### **Integrität**

Im Sinne der IT-Sicherheit bedeutet Integrität die Richtigkeit der Daten, also dass keine unbefugte Veränderung an ihnen vorgenommen wurde [32].

### **Interoperabilität**

„Interoperabilität ist die Fähigkeit eines Programms oder Systems (dessen Schnittstellen vollständig offengelegt sind) mit anderen gegenwärtigen oder zukünftigen Produkten oder Systemen ohne Einschränkungen hinsichtlich Zugriff oder Implementierung zusammenzuarbeiten bzw. zu interagieren.“ [12]

### **Internet Protokoll (IP)**

IP wird im OSI-Schichtenmodell der Vermittlungsschicht zugeordnet und ermöglicht die zielgerichtete Weiterleitung von Datenpaketen durch ein komplexes Netz. Ermöglicht wird dies durch Einbettung der Absender- und Empfängeradresse im Datenpaket.

### **Schichtenmodell ISO/OSI Referenzmodell**

Das ISO-OSI-Referenzmodell ist ein allgemeiner Standard für offene Netzwerke. Es unterteilt die Netzwerkkommunikation in sieben Schichten und liefert Vorgaben zur konkreten Ausprägung von Netzwerken [37].

### **Kommunikation**

Kommunikation ist ein einseitiger oder wechselseitiger Austausch zwischen Menschen untereinander, technischen Einrichtungen untereinander oder Menschen und technischen Einrichtungen untereinander [2].

### **LEED**

Leadership in Energy and Environmental Design ist ein amerikanisches Zertifizierungssystem. Seit über 10 Jahren wird dieses Zertifizierungsverfahren für die Entwicklung und Planung von „Green Buildings“ eingesetzt.

### **Master/Slave – Token Passing (MS-TP)**

Beim MS-TP handelt es sich um ein Kanalzugriffsverfahren. Es gibt zwei Möglichkeiten des Zugriffs auf den Übertragungskanal zur Datenübertragung in der Kommunikationstechnik. Ein Verfahren ist das Zuteilungsverfahren, zu welchem MS-TP gehört. Ziel ist die Vermeidung von Überlagerung und Zerstörung von Dateninformationen. Bei MS-TP erhält zunächst ein priorisierter Teilnehmer (der Master) die Sendeberechtigung (den Token) an andere Teilnehmer (die Slaves). Ist der Master fertig oder eine Zeit abgelaufen, wird die Berechtigung weitergeleitet. Der Teilnehmer, der den Token hat, ist dann sendeberechtigt. BACnet verwendet dieses Verfahren [20].

### **Nichtverkettbarkeit**

Ziel der Nichtverkettbarkeit ist, dass personenbezogene Daten nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand für einen anderen als den ausgewiesenen Zweck erhoben, verarbeitet und genutzt werden können [33].

### **Normally closed/normally open**

Bezeichnet den Zustand von Schaltern/Relais in der Automation. Zum Beispiel sind Fensterkontakte im Normalfall geschlossen (normally closed). Wird ein Fenster geöffnet, wird der Kontakt unterbrochen und es gibt ein abfallendes Signal in der DDC.

### **OLE**

Object Linking and Embedding ist ein dynamisches Datenaustauschverfahren. Durch OLE können Daten zwischen verschiedenen Anwendungen miteinander verlinkt (linking) und eingefügt (embedded) werden. Ein Beispiel ist das Einfügen einer Excel-Tabelle in ein Word-Dokument [16].

### **Peer-to-Peer**

Es gibt Rechnernetzwerke, in denen alle Teilnehmer, im Gegensatz zum MS-TP Netz, alle gleichberechtigt sind. Alle Daten und Funktionen stehen jedem Teilnehmer im Netz zur Verfügung, ohne dass ein Server dafür verwendet wird. Ein Peer-to-Peer Netzwerk ist ein dezentrales Netz [18].

### **Protokoll**

In einem Protokoll wird festgelegt, wer in welcher Rangfolge zu welchem Zeitpunkt einen Vorgang durchführt. Dies ist notwendig, damit zum Beispiel bei der Kommunikation von Automationssystemen Nachrichten gesendet und empfangen werden können, ohne dass Informationen verloren gehen.

### **Ruhestromprinzip**

Beim Ruhestromprinzip fließt selbst in der Ruhestellung ein Strom. Wird der Stromfluss verändert, wird dies als Signal verwendet. Das Ruhestromprinzip kann ebenfalls als Drahtbruchsicherung verwendet werden. Sobald der Stromfluss komplett abbricht, ist ein möglicher Drahtbruch erkannt.

### **Simplex**

Im Simplex-Betrieb kann der Empfänger keine Signale zum Sender zurücksenden. Die Kommunikation ist nur in eine Richtung möglich.

### **Spoofing**

„Aktiver Angriff auf ein IT-System, bei dem eine falsche Identität vorgespiegelt wird. Beispiele: Falsche Absenderadresse in einer E-Mail, Vorspiegeln eines Servers“ [28]. Spoofing kann DNS-Server dazu veranlassen, eine falsche IP-Adresse herauszugeben. Somit kann der Angreifer unter Vorgabe eines falschen Namens an Daten gelangen [28].

### **Standard-PC**

Ein Desktop-PC mit LAN-Netzwerkkarte im aktuellen Standard, Maus und Tastatur, Monitor. Im Regelfall ist keine besondere Festplattenkapazität erforderlich, da die Daten von einem Server bereitgestellt werden.

### **Nicht-Abstreitbarkeit**

Im Bereich der IT-Sicherheit bedeutet Nicht-Abstreitbarkeit die Fähigkeit, das Auftreten eines behaupteten Ereignisses oder einer Handlung und die verursachenden Einheiten nachzuweisen, um Streitigkeiten über das Auftreten oder Nichtauftreten des Ereignisses oder der Handlung und die Beteiligung von Einheiten an dem Ereignis zu entscheiden [34].

### **Vertraulichkeit**

Im Sinne der IT-Sicherheit bedeutet die Vertraulichkeit, dass Daten vor Einsicht durch Dritte (Unbefugte) geschützt sind [32].

### **VPN-Client**

VPN – Virtual Private Network dient zur sicheren Datenübertragung im öffentlichen Netzwerk. Ein Teil des öffentlichen Netzes wird für eine Zeit „privatisiert“. Bei einer Verbindung zwischen 2 Teilnehmern kann die „private Verbindung“ als Tunnel gesehen werden (VPN-Tunneling). Verwendet man 2 VPN-Gateways, wird zwischen diesen eine sichere Verbindung aufgebaut [28].

## 12 Literaturverzeichnis

- [1] Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen: Hinweise für Planung, Ausführung und Betrieb der Gebäudeautomation in öffentlichen Gebäuden (Gebäudeautomation 2005). URL [http://www.amev-online.de/AMEV/DE/PlanenundBauen/Gebaeudeautomation/Download/ga2005\\_\\_blob=publicationFile.pdf](http://www.amev-online.de/AMEV/DE/PlanenundBauen/Gebaeudeautomation/Download/ga2005__blob=publicationFile.pdf). – Aktualisierungsdatum: 2011-11-21 – Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [2] Balow, Jörg: Systeme der Gebäudeautomation : Ein Handbuch zum Planen, Errichten, Nutzen. Karlsruhe : CCI Dialog, 2012. ISBN 3922420265 (Beraten + Planen. Grundlagen)
- [3] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN EN ISO 16484-2:2004-10 Systeme der Gebäudeautomation (GA) Teil 2: Hardware. URL <http://www.beuth.de/de/norm/din-en-iso-16484-2/64545244> – Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [4] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN EN ISO 16484-3:2005-12 Systeme der Gebäudeautomation (GA) Teil 3: Funktionen. URL <http://www.beuth.de/de/norm/din-en-iso-16484-3/84861547> – Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [5] Verein Deutscher Ingenieure e. V: VDI 3814 Blatt 1:2009-11 Gebäudeautomation (GA) Systemgrundlagen. URL <http://www.beuth.de/de/technische-regel/vdi-3814-blatt-1/119567941> – Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [6] Verein Deutscher Ingenieure e. V: VDI 3814 Blatt 2:2009-07 Gebäudeautomation (GA) Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln. URL <http://www.beuth.de/de/technische-regel/vdi-3814-blatt-2/118173523> – Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [7] Verein Deutscher Ingenieure e. V: VDI 3814 Blatt 3:2007-06 Gebäudeautomation (GA) Hinweise für das technische Gebäudemanagement Planung, Betrieb und Instandhaltung. URL

<http://www.beuth.de/de/technische-regel/vdi-3814-blatt-3/98249599> –  
Überprüfungsdatum 2015-02-13

- [8] Verein Deutscher Ingenieure e. V: VDI 3814 Blatt 4:2003-08  
Gebäudeautomation (GA) - Datenpunktlisten und Funktionen - Beispiele.  
URL <http://www.beuth.de/de/technische-regel/vdi-3814-blatt-4/65091426> – Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [9] Verein Deutscher Ingenieure e. V: VDI 3814 Blatt 5:2010-03  
Gebäudeautomation (GA) Hinweise zur Systemintegration. URL  
<http://www.beuth.de/de/technische-regel/vdi-3814-blatt-5/124569774> –  
Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [10] Verein Deutscher Ingenieure e. V: VDI 3814 Blatt 6:2008-07  
Gebäudeautomation (GA) Grafische Darstellung von Steuerungsaufgaben.  
URL <http://www.beuth.de/de/technische-regel/vdi-3814-blatt-6/108194423> – Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [11] Verein Deutscher Ingenieure e. V: VDI 3814 Blatt 7:2012-05  
Gebäudeautomation (GA) - Gestaltung von Benutzeroberflächen. URL  
<http://www.beuth.de/de/technische-regel/vdi-3814-blatt-7/151420475> –  
Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [12] Groupe de travail Interop - AFUL: Definition: Interoperabilität. URL  
<http://interoperability-definition.info/de/> – Überprüfungsdatum  
2015-02-13
- [13] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN EN 15232:2012-09  
Energieeffizienz von Gebäuden - Einfluss von Gebäudeautomation und  
Gebäudemanagement;. URL <http://www.beuth.de/de/norm/din-en-15232/154311868> – Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [14] Fischer, Peter (Hrsg.): Gebäudeautomation : Die unsichtbare Effizienz. 1.  
Aufl. Karlsruhe : Promotor-Verl.- und Förderungsges., 2009 (Beraten +  
planen)

- [15] BACnet Kommunikationsprotokoll in der Gebäudeautomation. URL  
<http://ca-computer-automation.de/bacnet/> – Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [16] ITWissen.info: OLE (object linking and embedding). URL  
<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/object-linking-and-embedding-OLE.html>. – Aktualisierungsdatum: 2013-07-16 –  
Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [17] OLE : object linking and embedding :: ITWissen.info. URL  
<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/object-linking-and-embedding-OLE.html>. – Aktualisierungsdatum: 2013-07-17 –  
Überprüfungsdatum 2015-09-11
- [18] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 276-1:2008-12: Kosten im Bauwesen - Teil 1: Kosten im Hochbau. URL  
<http://www.beuth.de/de/norm/din-276-1/111052676> –  
Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [19] Baumgarth, Siegfried: Digitale Gebäudeautomation. 3., vollst. überarb. und erg. Aufl. Berlin, Heidelberg, New York, Barcelona, Hongkong, London, Mailand, Paris, Tokio : Springer, 2004. ISBN 9783540004691  
(Engineering online library)
- [20] Merz, Hermann ; Hansemann, Thomas ; Hübner, Christof:  
Gebäudeautomation : Kommunikationssysteme mit EIB/KNX, LON und BACnet : mit 109 Tabellen und 93 Aufgaben. 2., neu bearb. Aufl.  
München : Fachbuchverl. Leipzig im Carl-Hanser-Verl, 2010. ISBN 3446421521
- [21] Vertragsbestandteile für die Fernwärmeversorgung – Vattenfall. URL  
<https://www.vattenfall.de/de/fernwaerme-berlin.htm> –  
Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [22] 2007 Bundesministerium der Verteidigung ; Wehrbereichsverwaltung West:  
Allgemeiner Umdruck 173 Handbuch Gebäudeautomation –  
Überprüfungsdatum 2015-02-13

- [23] Bundesregierung | CO2 - Gebäudesanierung - energieeffizient Bauen und Sanieren. URL [http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Energiewende/Energiesparen/CO2-Gebaeudesanierung/\\_node.html](http://www.bundesregierung.de/Webs/Breg/DE/Themen/Energiewende/Energiesparen/CO2-Gebaeudesanierung/_node.html) – Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [24] Internetseite des Bundesumweltministeriums - BMUB: Gebäudesanierung. URL <http://www.bmub.bund.de/themen/bauen/energieeffizientes-bauen-und-sanieren/gebaeudesanierung/> – Überprüfungsdatum 2015-02-13
- [25] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 1988-300:2012-05 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen - Teil 300: Ermittlung der Rohrdurchmesser; Technische Regel des DVGW. URL <http://www.beuth.de/de/norm/din-1988-300/151964210> – Überprüfungsdatum 2015-02-16
- [26] Magistrat der Stadt Frankfurt am Main Dezernat Planen, Bauen, Wohnen und Grundbesitz Hochbauamt: Leitlinien zum wirtschaftlichen Bauen 2014. URL <http://www.energiemanagement.stadt-frankfurt.de/Investive-Massnahmen/Leitlinien-wirtschaftliches-Bauen/Leitlinien-wirtschaftliches-Bauen.pdf>. – Aktualisierungsdatum: 2014-01-14 – Überprüfungsdatum 2015-02-16
- [27] Heidemann, Achim: Nachhaltigkeit durch Gebäudeautomation : Auswirkungen von Gebäudeautomation auf die Nachhaltigkeit von Gebäuden im Lebenszyklus. 1. Aufl. Stockach, Baden : TGA-Verl., 2013. ISBN 9783954320035
- [28] Poguntke, Werner: Basiswissen IT-Sicherheit : Das Wichtigste für den Schutz von Systemen und Daten. 3. Aufl. Dortmund : W3L-Verl., 2013. ISBN 9783868340419 (Informatik)
- [29] Energie- & Umweltbüro e.V.: FND Forum. URL <http://www.fnd-forum.de/verein/fnd-infobrief-1.htm>. – Aktualisierungsdatum: 2012-08-19 – Überprüfungsdatum 2015-09-14



- [30] Sikora, Axel (2015): Sicherheit für die Kommunikation im Haus, in: Bussysteme; 1/2015; Verlag Interpublic. URL <http://www.irb.fraunhofer.de/literaturbeschaffung.jsp?id=2013119014212&from=rss> – Überprüfungsdatum 2015-09-14
- [31] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik: BSI: 4 Glossar und Begriffsdefinitionen. URL [https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/ITGrundschutzKataloge/Inhalt/Glossar/glossar\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/ITGrundschutz/ITGrundschutzKataloge/Inhalt/Glossar/glossar_node.html). – Aktualisierungsdatum: 2015-09-14 – Überprüfungsdatum 2015-09-14
- [32] Hans-Werner Moritz, Thomas Dreier: Sicherheit im Netz - Datensicherheit. URL <http://svs.informatik.uni-hamburg.de/publications/2002/FePf12002HBECCommSi.pdf> – Überprüfungsdatum 2015-09-14
- [33] Der Hessische Datenschutzbeauftragte: Rechtliche Grundlagen - Zulässigkeit - Der Hessische Datenschutzbeauftragte. URL <https://www.datenschutz.hessen.de/sontk04.htm#entry4024> – Überprüfungsdatum 2015-09-14
- [34] Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN ISO/IEC 27000:2011-07 Informationstechnik - IT-Sicherheitsverfahren - Informationssicherheits- Managementsysteme - Überblick und Terminologie (ISO/IEC 27000:2009). URL <http://www.beuth.de/de/norm/din-iso-iec-27000/140845763> – Überprüfungsdatum 2015-09-14
- [35] Kranz, Hans Rudolf: BACnet Gebäudeautomation 1.12 : Grundlagen in deutscher Sprache ; mit CD-ROM ; [mit Zitaten aus der Weltnorm DIN EN ISO 16484-5]. 3., vollst. überarb. Aufl., Januar 2013. Karlsruhe : CCI Dialog, 2013. ISBN 9783922420255 (cci-Buch Beraten + Planen)
- [36] Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik BMUB: Hinweise für Planung, Ausführung und Betrieb der Gebäudeautomation in öffentlichen Gebäuden: 1. Ergänzung 2013: GA-Planung und GA-Leistungsbild. URL <http://www.amev->

online.de/AMEVInhalt/Planen/Geb%C3%A4udeautomation/GA%202005/g  
a2005-1erg.pdf – Überprüfungsdatum 2015-09-14

[37]Lemke, Claudia ; Brenner, Walter: Einführung in die Wirtschaftsinformatik :  
Band 1: Verstehen des digitalen Zeitalters. Berlin : Springer Gabler, 2015.  
ISBN 9783662440643

## 13 Abbildungsverzeichnis

[A4]

[http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/bf/OPC\\_20051023.s  
vg/960px-OPC\\_20051023.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/bf/OPC_20051023.svg/960px-OPC_20051023.svg.png)

## 14 Anhang A

Die am häufigsten verwendeten Meldungsarten der Gebäudeautomations-  
systeme sind:

<b>Betriebsmeldung:</b>	
<i>Anzeige des Zustandes einer Komponente:</i>	Pumpe ein/aus
<i>Bearbeitung der Meldung:</i>	Durch das Arbeitsstromprinzip
<i>Anzeige:</i>	Entweder keine Anzeige oder grünes Dauerlicht
<i>Wirkung:</i>	Keine

<b>Wartungsmeldung:</b>	
<i>Anzeige des Zustandes einer Komponente:</i>	Filter einer RLT-Anlage – Wartung
<i>Bearbeitung der Meldung:</i>	Durch das Ruhestromprinzip oder Arbeitsstromprinzip
<i>Anzeige:</i>	Blinken einer Leuchte, nach Quittierung Dauerlicht, nach Wartung aus
<i>Wirkung:</i>	Keine, Anlagenbetrieb kann fortgesetzt werden

<b>Störmeldung:</b>	
<i>Anzeige des Zustandes einer Komponente:</i>	Ventilator – Störung
<i>Bearbeitung der Meldung:</i>	Durch das Ruhestromprinzip
<i>Anzeige:</i>	Blinken einer Leuchte (schnelles Blinkintervall), nach Quittierung Dauerlicht, nach Störungsbeseitigung aus
<i>Wirkung:</i>	Abhängig von der Voreinstellung, wenn Betrieb möglich - keine Abschaltung, wenn Gefährdung der Anlage und/oder von Menschen besteht - Abschaltung.

<b>Gefahrmeldung ohne Abschaltung:</b>	
<i>Störung einer Komponente:</i>	Pumpe eines Verbraucherkreises
<i>Bearbeitung der Meldung:</i>	Durch das Ruhestromprinzip
<i>Anzeige:</i>	Schnelles Blinken einer Leuchte, Dauerlicht nach Quittierung, Aus nach Störungsbeseitigung
<i>Wirkung:</i>	Anlage wird nach dieser Meldung nicht abgeschaltet

<b>Gefahrmeldung mit Abschaltung:</b>	
<i>Störung einer Komponente:</i>	Brandschutzklappe geschlossen
<i>Bearbeitung der Meldung:</i>	Durch das Ruhestromprinzip
<i>Anzeige:</i>	Schnelles Blinken einer Leuchte, Dauerlicht nach Quittierung, Aus nach Störungsbeseitigung
<i>Wirkung:</i>	Anlage wird nach dieser Meldung abgeschaltet