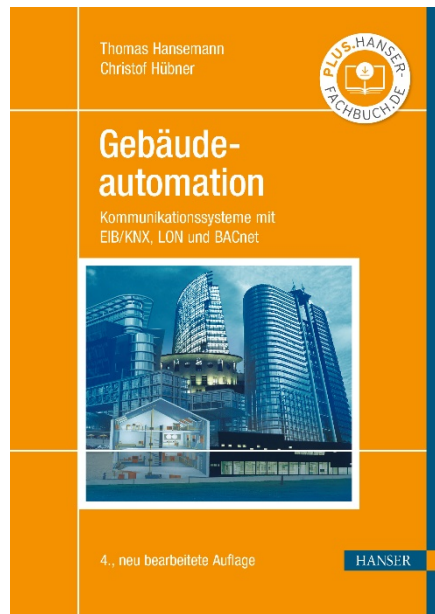


HANSER



Leseprobe

zu

„Gebäudeautomation“

von Thomas Hansemann und Christof Hübner

ISBN (Buch): 978-3-446-46286-1

ISBN (E-Book): 978-3-446-46357-8

Weitere Informationen und Bestellungen unter
<https://www.hanser-fachbuch.de/9783446462861>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

Vorwort zur 4. Auflage

In unserer modernen Industriegesellschaft werden immer mehr Abläufe und Prozesse automatisiert. Auch in Wohn- und Zweckgebäuden steigt weltweit der Grad der Automatisierung ständig an, weil sich die Bewohner und Betreiber immer mehr Komfort, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit wünschen.

Die Gebäudeautomation hat sich dabei in den letzten Jahren beständig weiterentwickelt und bietet kundengerechte Lösungen für alle Arten von Gebäuden. Die hier eingesetzten Sensoren, Aktoren, Steuer- und Regelgeräte sowie Visualisierungen benötigen zur Abwicklung teils sehr komplexer Funktionen geeignete industrielle Kommunikationssysteme für den Datenaustausch untereinander und ggf. zu externen Systemen. Hierbei kommen insbesondere (Gebäude-)Feldbusse und Computernetze zum Einsatz.

Dieses Buch liefert neben einer Einführung in die Gebäudeautomation und die Gebäudesystemtechnik auch detaillierte Einblicke in folgende Themengebiete:

- Einsatz der DDC-Automationsgeräte und Energiemanagementfunktionen
- Grundlagen der industriellen Kommunikationstechnik
- Europäischer Installationsbus (KNX)
- Local Operating Network (LON)
- TCP/IP-Computernetze und das Kommunikationsprotokoll BACnet.

Für die konstruktiven Rückmeldungen zu den ersten drei Auflagen bedanken wir uns bei allen Leserinnen und Lesern sehr herzlich. So konnten wir auch erfahren, dass unser Buch auch weiterhin an vielen Schulen, Berufsschulen, Fachhochschulen und Universitäten seinen Einsatz findet. Hierüber haben wir uns sehr gefreut. In der vorliegenden 4. Auflage wurden die Begrifflichkeiten an die aktuellen Normen angepasst und aktualisiert sowie eine Ergänzung zur Weiterentwicklung von BACnet in Kapitel 5 vorgenommen.

Auf der Internetseite *plus.hanserfachbuch.de* stehen die Lösungen der Übungsaufgaben zum Herunterladen bereit.

Mannheim, im Oktober 2020

Thomas Hansemann
Christof Hübner

Inhalt

1	Einführung in die Gebäudeautomation	13
1.1	Bedeutung der Gebäudeautomation	13
1.1.1	Automatisierungsfunktionen im privaten Wohnungsbau	13
1.1.2	Automatisierungssysteme in Zweckbauten	14
1.2	Gebäudeautomation vs. Gebäudesystemtechnik	15
1.2.1	Gewerke in der Gebäudeautomation	17
1.2.2	Gewerke in der Gebäudesystemtechnik	19
1.3	Strukturen	21
1.3.1	Hierarchische Struktur in der Gebäudeautomation	21
1.3.2	Hierarchische Struktur in der Gebäudesystemtechnik	24
1.4	Einsatz der DDC-Automationsgeräte	25
1.4.1	Grundfunktionen der Gebäudeautomation	25
1.4.2	Automationsschema	29
1.4.3	Funktionen innerhalb von Lüftungsanlagen	31
1.4.4	Liefer- und Leistungsumfang	34
1.5	Energiemanagementfunktionen	35
1.5.1	Amortisationszeit	35
1.5.2	Energiemanagementfunktionen auf der Automationsebene	36
1.5.3	Energiemanagementfunktionen auf der Managementebene	39
1.6	Komfort- und Energiemanagementfunktionen in der Raumautomation	43
1.7	Genormte Bussysteme und Netze in der Gebäudeautomation	44
1.7.1	Anforderungen	45
1.7.2	Einsatzgebiete	46
1.7.3	Stand der Normung	48
1.8	Übungsaufgaben	49
1.9	Literatur	50

2	Grundlagen der industriellen Kommunikationstechnik	51
2.1	Industrielle Kommunikation	51
2.1.1	Kommunikation über Feldbusse	51
2.1.2	Kommunikation über Computernetze	52
2.2	Digitale Datenübertragung	53
2.2.1	Grundbegriffe	53
2.2.2	Digitales Datenübertragungssystem	57
2.2.3	Quellencodierung/-decodierung	58
2.2.4	Kanalcodierung/-decodierung	60
2.2.5	Leitungscodierung/-decodierung	64
2.3	Kommunikation gemäß des ISO/OSI-Referenzmodells	67
2.3.1	Datenübertragung und Kommunikation	67
2.3.2	Regeln zum Ablauf einer Kommunikation	67
2.3.3	Die Schichten des ISO/OSI-Referenzmodells	68
2.4	Feldbus- und Netztopologien	70
2.5	Kanalzugriffsverfahren	70
2.5.1	Kanalzugriff nach Zuteilung	71
2.5.2	Kanalzugriff nach Bedarf	71
2.6	Übungsaufgaben	72
2.7	Literatur	73
3	Der Europäische Installationsbus KNX	74
3.1	Einführende Übersicht	74
3.1.1	Was ist KNX?	74
3.1.2	Historie des KNX	75
3.1.3	Der Nutzen von KNX	75
3.1.4	Motivation für die Beschäftigung mit dem KNX	76
3.2	Konventionelle Elektroinstallationstechnik	77
3.2.1	Sicherheitshinweise	77
3.2.2	Aufgabenstellung: Treppenhaus- und Flurbeleuchtung	78
3.2.3	Ausschaltung	79
3.2.4	Wechselschaltung	80
3.2.5	Kreuzschaltung	81
3.3	Überblick über den KNX	82
3.4	Übertragungsmedien und Eigenschaften von KNX.TP	83
3.4.1	Übertragungsmedien	83
3.4.2	Kriterien für die Auswahl des Übertragungsmediums	84
3.4.3	Eigenschaften von KNX.TP	84

3.5	Busgeräte	87
3.5.1	Typen und Ausführungsformen	87
3.5.2	Häufig eingesetzte Busgeräte	88
3.6	Topologie	91
3.6.1	Begriffsdefinition	91
3.6.2	Teilnehmer, Linien, Bereiche	92
3.6.3	Spannungsversorgungen	93
3.6.4	Koppler	94
3.6.5	Installationsrichtlinien	96
3.6.6	Blockschaltbilder und genormte Gerätesymbole	97
3.7	Teilnehmeradressierung	98
3.7.1	Physikalische Adressen	99
3.7.2	Gruppenadressen (logische Adressen)	101
3.7.3	Zieladressbit (Adresstyp)	103
3.8	Kommunikationsobjekte	103
3.8.1	Begriffsdefinition	103
3.8.2	Eigenschaften von Kommunikationsobjekten	104
3.8.3	Kommunikationsobjekte von Sensorapplikationen	105
3.8.4	Kommunikationsobjekte von Aktorapplikationen	106
3.8.5	Zuordnung von Kommunikationsobjekten zu Gruppenadressen	107
3.9	Nutzdaten	109
3.9.1	Aufruf von Diensten der Anwendungsschicht	110
3.9.2	EIB Interworking Standard (EIS)	110
3.9.3	Länge der Nutzdaten	112
3.10	Kommunikationsablauf	112
3.10.1	Telegrammarten	113
3.10.2	Struktur eines Standarddatentelegramms	114
3.10.3	Universal Asynchronous Receive Transmit (UART)	114
3.10.4	Busarbitrierung	115
3.10.5	Weiterleitung von Datentelegrammen	121
3.10.6	Datensicherung	122
3.10.7	Bestätigungstelegramme	123
3.10.8	Zeitlicher Ablauf der Kommunikation	125
3.11	Zusammenfassung der Telegrammstrukturen	127
3.11.1	Standarddatentelegramm	127
3.11.2	Bestätigungstelegramm	130
3.12	Hardware	130
3.12.1	„Äußere“ Hardware	131
3.12.2	„Innere“ Hardware	132

3.13	Software	135
3.13.1	Überblick	135
3.13.2	Softwarekomponenten eines Kompaktgeräts	136
3.13.3	Softwarekomponenten eines modularen Geräts	137
3.13.4	Systemsoftware	138
3.13.5	Anwendungsprogramme	138
3.13.6	Engineering Tool Software (ETS 5)	139
3.14	Schulungsanlage	142
3.15	Übungsprojekt Lichtsteuerung	144
3.15.1	Kundenauftrag	144
3.15.2	Benötigte Geräte	145
3.16	Projektierung mit der ETS 5	145
3.16.1	Vorüberlegungen	145
3.16.2	Starten der ETS 5	147
3.16.3	Neues Projekt anlegen	147
3.16.4	Produktdaten importieren	147
3.16.5	Bereiche und Linien definieren, Geräte einfügen	148
3.16.6	Geräteparameter einstellen	149
3.16.7	Gruppenadressen anlegen	153
3.16.8	Kommunikationsobjekte den Gruppenadressen zuordnen	154
3.17	Inbetriebnahme	156
3.17.1	Hardwareaufbau	156
3.17.2	Programmierung der Geräte	157
3.17.3	Test der Lichtsteuerung	158
3.17.4	Diagnose/Busmonitoring	158
3.18	Trends im Umfeld des KNX	160
3.18.1	Touchscreens	160
3.18.2	Integration der Gebäudesystemtechnik in IP-Netze	162
3.19	Übungsaufgaben	163
3.20	Literatur	166
4	Gebäudeautomation mit LonWorks	167
4.1	Technologischer Wandel in der Gebäudeautomation	167
4.2	Nutzen der LonWorks-Technologie	169
4.2.1	Einsatz in der Gebäudesystemtechnik	169
4.2.2	Einsatz der LON-Technik auf der Automationsebene	173
4.3	Historie der LonWorks-Technologie	174
4.3.1	Einsatzgebiete der LonWorks-Technologie	175
4.3.2	Organisationseinheiten	175
4.3.3	Normung	176

4.4	Grundlagen der LonWorks-Technologie	176
4.4.1	Elemente der LonWorks-Technologie	176
4.4.2	Aufbau und Funktionsweise eines LON-Knotens	178
4.5	Informationsübertragung zwischen LON-Geräten	187
4.5.1	Physikalische Netzstrukturen	187
4.5.2	Telegrammstruktur	191
4.5.3	Buszugriffsverfahren und Signalcodierung	192
4.5.4	Logische Netzwerkstrukturen mit Netzwerkvariablen	193
4.5.5	Interoperabilität von LON-Geräten	196
4.6	LonWorks-Tools	202
4.6.1	Entwicklerwerkzeuge LonBuilder und NodeBuilder	202
4.6.2	Inbetriebnahmewerkzeuge	202
4.7	Systemstrukturen der LonWorks-Technologie	206
4.7.1	Gebäudeautomationssystem mit LON	206
4.7.2	Web-Anbindung von LON-Netzen	207
4.8	Applikationsbeispiele	208
4.8.1	Lichtsteuerung über LON	208
4.8.2	Lichtsteuerung mit Panikschaltung über LON	210
4.9	Übungsaufgaben	212
4.10	Literatur	214
5	BACnet	215
5.1	Einführende Übersicht	215
5.1.1	Was ist BACnet?	215
5.1.2	BACnet-Organisationen	216
5.1.3	Einsatzgebiete	216
5.1.4	Grundkonzepte im Überblick	218
5.2	Bitübertragungsschicht und Sicherungsschicht	221
5.2.1	Master-Slave/Token-Passing	221
5.2.2	Point-to-Point-Verbindung	225
5.2.3	Ethernet	226
5.2.4	Attached Resource Computer Network (ARCNET)	245
5.2.5	LonTalk	245
5.3	Vermittlungsschicht	246
5.3.1	Aufgabe	246
5.3.2	Router	246
5.3.3	BACnet und das Internet Protocol (IP)	248
5.3.4	Transmission Control Protocol (TCP)	254
5.3.5	User Datagram Protocol (UDP)	257

5.3.6	Protokolle für die Zuordnung von MAC- und IP-Adressen	257
5.3.7	Vernetzung von BACnets über das Internet	259
5.4	Anwendungsschicht	261
5.4.1	Dateneinheit und Aufgaben	261
5.4.2	BACnet-Objektkonzept	262
5.4.3	Standardisierte Objekte	265
5.4.4	Dienste	283
5.4.5	Prozeduren	289
5.5	BACnet-Geräte und Interoperabilität	291
5.5.1	Interoperabilitätsbereiche (IOB) und -bausteine	292
5.5.2	Device-Profile	294
5.5.3	Protokollumsetzungsbestätigung und BTL-Zeichen	297
5.6	Gateways zu anderen Systemen	298
5.7	Weiterentwicklung von BACnet	299
5.8	Übungsaufgaben	299
5.9	Literatur	303
	Sachwortverzeichnis	304

1

Einführung in die Gebäudeautomation

■ 1.1 Bedeutung der Gebäudeautomation

Im privaten Wohnungsbau wie auch im Zweckbau nimmt der Automatisierungsgrad seit Jahren stetig zu. Dies hat seinen Grund zum einen im gesteigerten Komfortbedürfnis der Nutzer, zum anderen in der Bedeutung der Gebäudeautomation für die Energieeinsparung und das Energiemanagement. Im privaten Wohnungsbau kommt der Aspekt der Sicherheit hinzu, im Zweckbau wird eine große Flexibilität im Hinblick auf Nutzungsänderungen erwartet.

1.1.1 Automatisierungsfunktionen im privaten Wohnungsbau

Im privaten Wohnungsbau ist mittlerweile eine Vielzahl von Automatisierungsfunktionen beinahe unbemerkt zum Standard geworden. Eine Selbstverständlichkeit sind insbesondere in die Heizungsanlagen integrierte Regelungsfunktionen, die den Energieverbrauch optimieren. Wird heutzutage eine neue Anlage installiert, so gehören eine ausgeklügelte Brennersteuerung und eine optimierte Raumtemperaturregelung dazu. In die Komponenten zur Temperaturregelung werden üblicherweise ab Werk auch bereits Zeitschaltprogramme zur Nachtabsenkung integriert. Diese Programme sind beinahe unbemerkt zur Selbstverständlichkeit geworden, weil sie für einen Großteil der Anwendungen bereits mit der Erstinbetriebnahme ohne weiteren Aufwand funktionieren. Hierbei steht der Aspekt der Energieeinsparung im Vordergrund.

Als weiteres Beispiel für eine Automatisierungsfunktion im privaten Wohnungsbau kann man die automatische Lichtsteuerung heranziehen. In vielen Fällen schaltet sich die Außenbeleuchtung von Wohnanlagen durch installierte Bewegungsmelder selbsttätig ein. Hier wird die Wärmestrahlung einer sich nähernden Person von einem Sensor erfasst und mit den Signalen eines Helligkeitssensors so kombiniert, dass sich das Licht dann nur bei ausreichender Dunkelheit einschaltet. Auch wenn es sich hierbei um eine vergleichsweise einfache Automatisierungsfunktion handelt, so zeigt sich doch die Kombination einer so genannten Ereignissteuerung und einer logischen Verknüpfung. Bei diesem Beispiel steht der Aspekt des Komforts an erster Stelle.

Eine weitaus kompliziertere Funktion ergibt sich, wenn im Wohnhaus die zentrale Ein- oder Ausschaltung der gesamten Beleuchtung gewünscht wird. Versucht man einmal, eine derartige Aufgabe mit einer konventionellen Elektroinstallation zu lösen, so ist dies nur mit einem sehr hohen Verkabelungsaufwand umsetzbar. Hier zeigt sich, dass der Einsatz von Bussystemen und die damit verbundene Kommunikation zwischen allen Licht schaltenden Komponenten ganz neue Möglichkeiten eröffnen. Der Einsatz einer zentralen Einschaltfunktion vom Schlafzimmer aus lässt sich so im Sinne einer Panikschtaltung bei nächtlichen Geräuschen im Wohnhaus mit vertretbarem Aufwand realisieren. Hierbei handelt es sich in erster Linie um eine Funktion zur Befriedigung des Sicherheitsbedürfnisses.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass Automatisierungsfunktionen im privaten Wohnungsbau eine hohe Bedeutung in den Bereichen

- Wirtschaftlichkeit/Energieeinsparung,
- Komfort,
- Sicherheit

erlangt haben.

1.1.2 Automatisierungssysteme in Zweckbauten

Unter Zweckbauten versteht man Gebäude, die einen funktionalen Sinn erfüllen. Hierunter fallen beispielsweise Bürohäuser, Einkaufszentren, Krankenhäuser, Bahnhöfe, Flughafenterminals oder auch Tiefgaragen. Diese Art von Bauten steht daher im deutlichen Gegensatz zu den Gebäuden des privaten Wohnungsbaus. Insbesondere kann ein Zweckbau als ein Produkt verstanden werden.

In den heutigen Gebäuden findet man eine Vielzahl von Automatisierungssystemen. Neben Anlagen zur Wärmeerzeugung sind häufig auch Kälte- und Lüftungsanlagen installiert, siehe Bild 1.1.



Bild 1.1 Lüftungsanlage in einem Zweckbau [ABB]

Damit all diese Anlagen wirtschaftlich zu betreiben sind, werden sie mit aufwendigen Regelungssystemen ausgestattet. Diese gewährleisten den reibungslosen Betrieb der einzelnen Anlagen und sind in vielen Fällen untereinander vernetzt sowie mit einem Leit-rechner (siehe Bild 1.4) verbunden. Die Kommunikation erfolgt hierbei über Bussysteme und Computernetze. Der Energieverbrauch wird optimiert, und ein wirtschaftlicher Einsatz des Betreuungspersonals wird ermöglicht.

In Untersuchungen hat man festgestellt, dass die Leistungsfähigkeit von Mitarbeitern in einem behaglichen Umfeld am höchsten ist. Im Gegenzug sinkt die Leistungsfähigkeit erheblich, wenn die Mitarbeiter beispielsweise im Sommer zu hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Dieses hat in neuen Zweckbauten dazu geführt, dass Büroräume immer häufiger mit einer Kühlung ausgestattet werden. Auch die Bedienung der Systeme im Büroraum hat sich zunehmend verändert. So lassen sich Jalousien oder Leuchten heutzutage auch direkt am Arbeitsplatz mit Hilfe eines Rechners bedienen. Beides steigert den Komfort und führt zu einer höheren Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter [STAUB01].

Eine weitere Anforderung an die Systeme im Zweckbau ergibt sich aus dem Nutzerverhalten. Die Ansprüche an die Raumaufteilung können sich aufgrund von Umstrukturierungen innerhalb der Firma verändern. Beispielsweise kann sich ein Bedarf nach mehreren kleinen Büroräumen statt eines bisherigen großen Konferenzraums ergeben. Hier müssen sowohl die bauliche Substanz als auch die betriebstechnische Ausstattung diese Änderung ermöglichen. Die Zuordnung der Lichtschalter zu den Leuchten beispielsweise wird dann nicht mehr durch eine Änderung der elektrischen Verkabelung, sondern durch eine Umprogrammierung von intelligenten Komponenten angepasst. Hierbei steht der Aspekt einer hohen Flexibilität im Vordergrund.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass Gebäudeautomationssysteme im Zweckbau eine hohe Bedeutung in den Bereichen

- Wirtschaftlichkeit und Energieeinsparung,
 - Kommunikation über Bussysteme und Netze,
 - Komfort,
 - Flexibilität
- erlangt haben.

■ 1.2 Gebäudeautomation vs. Gebäudesystemtechnik

Wenn die Rede von Automatisierungsfunktionen in Gebäuden ist, so stellt man fest, dass sowohl der Begriff Gebäudeautomation als auch der Begriff Gebäudesystemtechnik verwendet werden. Diese Begriffe erscheinen auf den ersten Blick gleichbedeutend. Jedoch gibt es Unterscheidungen abhängig von der Branche der am Gebäude beteiligten Firmen.

Zur Klarstellung der Begriffe trägt die Definition der Gebäudeautomation nach VDI bei:



Die Gebäudeautomation umfasst alle Produkte und Dienstleistungen zum zielsetzungsgerichteten Betrieb der Technischen Gebäudeausrüstung [VDI19].

Hieraus kann man ableiten, dass Gebäudeautomation als Oberbegriff zu verstehen ist und somit die Gebäudesystemtechnik mit einschließt.

Historisch gesehen hat die Gebäudeautomation zuerst Einzug in die Zweckbauten gehalten, da dort Gebäudefunktionen automatisch ablaufen sollten. Es wurden auch die ersten aufwendigen Regelungen für Heizungs-, Kälte- und Lüftungsanlagen installiert. Die dabei eingesetzten, zentral angeordneten Regelbausteine (Bild 1.2) werden als DDC-Bausteine (DDC: Direct Digital Control) bezeichnet. Hier werden frei programmierbare Bausteine mit universellen Eingabe- und Ausgabefunktionen verwendet. Durch den Einsatz eines Leitrechners, auch Leitstand genannt, kann darüber hinaus die Bedienung und Überwachung vereinfacht sowie eine gewerkeübergreifende Vernetzung realisiert werden.



Bild 1.2 Ein typischer Regelbaustein (DDC-Baustein) [TAC02]

Die Gebäudesystemtechnik hingegen ist ein spezielles Teilgebiet der Gebäudeautomation, das sich vorrangig auf die Elektroinstallation bezieht, wie die Definition nach VDI klarstellt:



Die Gebäudesystemtechnik beschreibt die Vernetzung von Systemkomponenten und Teilnehmern über einen Installationsbus zu einem auf die Elektroinstallation abgestimmten System, das Funktionen und Abläufe sowie deren Verknüpfung in einem Gebäude sicherstellt. Die Intelligenz ist auf die Komponenten verteilt. Der Informationsaustausch erfolgt direkt zwischen den Teilnehmern [VDI15].

Die Komponenten der Gebäudesystemtechnik, z. B. ein 4-fach-Jalousieaktor (Bild 1.3), haben ihren Einsatzort meist in Elektronunterverteiltern, werden aber auch direkt neben den zu steuernden Baugruppen montiert.



Bild 1.3 Jalousiesteuerungskomponente der Gebäudesystemtechnik zur Montage im Verteilerschrank [Busch-Jaeger Elektro]

Die Komponenten weisen hierbei einen ab Werk festgelegten, begrenzten Funktionsumfang auf. Alle verwendeten Komponenten ergeben mit ihren Einzelfunktionen dann das Gesamtsystem. In der Gebäudesystemtechnik werden üblicherweise keine zentralen DDC-Bausteine zur Abarbeitung der Steuer- und Regelfunktionen benötigt.

1.2.1 Gewerke in der Gebäudeautomation

In der technischen Gebäudeausrüstung findet sich eine Vielzahl von Anlagen, die zum Betrieb des Gebäudes benötigt wird. Zu den wichtigsten betriebstechnischen Anlagen (BTA) gehören solche für die Versorgung mit Wärme, Kälte, Frischluft, Wasser und elektrischer Energie. Darüber hinaus existieren aber auch Anlagen zur Entsorgung, z. B. Hebeanlagen für das Abwasser. Je nachdem, welche Handwerksbetriebe diese Anlagen installieren, werden die Anlagen einem bestimmten Gewerk zugeordnet. Als Gewerk bezeichnet man handwerkliche oder bautechnische Arbeiten. Klassische Gewerke sind z. B. Maurer-, Klempner- oder Elektroarbeiten.

Ein Überblick der in der Gebäudeautomation zusammengefassten Gewerke kann der Tabelle 1.1 entnommen werden.

Tabelle 1.1 Gewerke in der Gebäudeautomation (GA)

Gewerk	Üblicherweise in die GA integriert	Zunehmend in die GA integriert	Wahlweise mit DDC-Bausteinen oder Komponenten der Gebäudesystemtechnik gesteuert/geregelt
Heizung	x		x
Kälte	x		x
Lüftung	x		x
Elektroversorgung	x		
Lichtsteuerung	x		x
Beschattung/Jalousie	x		x
Sanitär	x		x
Brandmeldezentrale	x		

Tabelle 1.1 Gewerke in der Gebäudeautomation (GA) (Fortsetzung)

Gewerk	Üblicherweise in die GA integriert	Zunehmend in die GA integriert	Wahlweise mit DDC-Bausteinen oder Komponenten der Gebäudesystemtechnik gesteuert/geregelt
Einbruchmeldeanlage		x	
Zutrittskontrolle		x	
Videoüberwachung		x	
Netzwerktechnik		x	
Multimedia		x	
Aufzüge		x	
Telefonanlagen		x	
Wartungsmanagement		x	
Abrechnungssysteme		x	
Facility-Management		x	

Da heutzutage die Funktionsabläufe im Sinne der Wirtschaftlichkeit automatisch erfolgen sollen, sind Regel- und Steuerbausteine notwendig. Für einen Teil der Gewerke stellt der Lieferant die für die Gebäudeautomation erforderlichen DDC-Bausteine zur Verfügung. Er ist dann für die Mess-, Steuer- und Regeltechnik (MSR-Technik) dieser Gewerke verantwortlich. Vorrangig handelt es sich hierbei um Heizungs-, Kälte- und Lüftungsanlagen (HKL-Anlagen), die man häufig auch als MSR-Anlagen bezeichnet.

Die Gebäudeautomation übernimmt eine koordinierende und zusammenfassende Rolle. Die für eine informationstechnische Zusammenfassung nötige Einbindung der Gewerke kann dabei auf drei Arten erfolgen:

1. Die Gewerke werden über die für die Regelung eingesetzten DDC-Bausteine und Komponenten der Gebäudesystemtechnik eingebunden. Dies ist bei den Gewerken Heizung, Kälte und Lüftung wie auch der Licht- und Beschattungssteuerung üblich.
2. Die Einbindung kann über spezielle DDC-Bausteine ohne Regelungsfunktionen erfolgen. Hierbei handelt es sich um Bausteine, die nur Eingabe- und Ausgabefunktionen bereitstellen. Dies ist bei Gewerken üblich, die über eigene Automatisierungsmechanismen verfügen. Die Aufschaltung der Informationen aus den Gewerken Sanitär und Elektroversorgung wird in dieser Weise ausgeführt.
3. Es erfolgt eine direkte Kopplung zwischen dem betroffenen Gewerk und dem Leitrechner der Gebäudeautomation. Sind die zu übertragenden Informationen sehr umfangreich oder das aufzuschaltende Gewerk verfügt über einen eigenen Rechner, so bietet sich diese Möglichkeit an. Hierbei wird die Datenübertragung an Stelle von vielen drahtgebundenen Einzelinformationen über ein Bussystem oder ein Netz hergestellt. Dies ist beispielsweise für die Aufschaltung von unterlagerten Videosystemen oder überlagerten Abrechnungssystemen üblich.

In jedem Fall ist es bei der Ausführung besonders wichtig, dass die Schnittstelle zwischen den betriebstechnischen Anlagen der einzelnen Gewerke sowohl datentechnisch als auch logistisch genau beschrieben wird.

Die Gebäudeautomation fügt dabei alle Gewerke informationstechnisch zusammen und ermöglicht eine zentrale Überwachung über einen in der Managementebene installierten Leitrechner (Bild 1.4), der mit den Geräten auf der Automationsebene und ggf. weiteren Rechnern auf der Managementebene in Verbindung steht. Bei älteren Systemen übernahm der Leitrechner dabei zusätzlich auch Regelfunktionen. Derartige Ausführungen bezeichnet man mit dem Begriff Gebäudeleittechnik GLT.

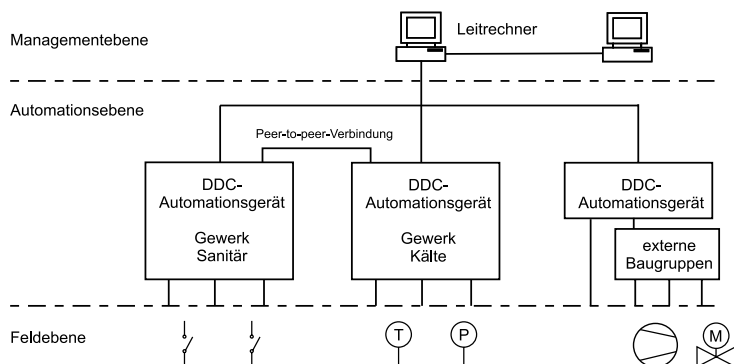


Bild 1.4 Informationstechnische Zusammenfassung der Gewerke in der Gebäudeautomation

Sollen auch zwischen den einzelnen Gewerken Informationen ausgetauscht werden, so erfolgt dies im Allgemeinen direkt auf der Automationsebene. Die nötigen Informationen werden über so genannte Peer-to-Peer-Verbindungen bereitgestellt. Diese sind als logische Verknüpfungen zu verstehen; sie nutzen physikalisch die Bus- oder Netzverbindungen.

Eine weitere Besonderheit stellt die rechts unten gezeigte externe Baugruppe dar. Hier bleiben die regelungstechnischen Aufgaben im zugehörigen DDC-Automationsgerät erhalten, die angeschaltete Baugruppe arbeitet jedoch bereits einen Teil der Aufgabe selbständig ab. Zu den Beispielen zählen die einem großen Ventilator vorgeschalteten Frequenzumrichter zur Drehzahlbeeinflussung des antreibenden Motors oder aber auch elektronische Zähler zur Erfassung von Energieverbräuchen. In jedem Fall erfolgt die Anbindung der externen Baugruppe an das DDC-Automationsgerät dann typischerweise über eine Busverbindung.

1.2.2 Gewerke in der Gebäudesystemtechnik

Die Gebäudesystemtechnik (GST) stellt einen kleinen Ausschnitt der Gebäudeautomation dar. Hierbei sind die Anwendungen vorrangig in der Ausstattung einzelner Räume zu finden und übernehmen dann die Funktion der so genannten Raumautomation, siehe Tabelle 1.2.

Tabelle 1.2 Gewerke in der Gebäudesystemtechnik (GST)

Gewerk	Raumautomation mit Komponenten der GST möglich
Heizung, Kühlung, Lüftung	x
Lichtsteuerung	x
Beschattung/Jalousie	x

Es handelt sich um einen örtlich begrenzten Anwendungsfall, bei dem alle in einem Raum befindlichen Anwendungen automatisiert werden. Man spricht daher auch von einer Einzelraumregelung. Die Komponenten der GST stellen dabei im Verbund alle Funktionen sicher, die einen komfortablen und energiesparenden Aufenthalt im Raum ermöglichen. Durch die Verteilung der Funktionen auf die einzelnen Komponenten der GST sind bei dieser Lösung prinzipiell keine zentralen DDC-Bausteine für einen Raum nötig. Jeweils für den Anwendungsfall ab Werk vorprogrammierte Einzelkomponenten übernehmen eine spezielle Aufgabe. Beispielsweise wird die Erfassung der Tastersignale zum Lichteinschalten über einen intelligenten, prozessorgesteuerten Taster mit eigenem Busanschluss vorgenommen. Zur Befehlsausführung wird eine weitere Komponente verwendet, ein intelligenter, prozessorgesteuerter Schaltaktor (siehe z. B. Bild 1.5). Dieser wird wahlweise in unmittelbarer Nähe des Leuchtmittels oder in einem Verteilerschrank montiert.



Bild 1.5 GST-Schaltaktor zur Zwischendeckenmontage [ELKA]

Auch für die Ansteuerung von Raumheizkörpern gibt es derartige Systemkomponenten. Ein elektronischer Stellantrieb wird dabei am Heizkörper montiert und über das Bus-system mit dem in der Nähe der Tür angebrachten Temperatursensor verbunden. Die Besonderheit dieser Lösung liegt in der einfachen Verknüpfung der gewerkeübergreifenden Funktionen. So kann ein im Raum zusätzlich befestigter Präsenzmelder beim Verlassen des Raums durch den Nutzer sowohl die Beleuchtung ausschalten als auch die Raumtemperatur automatisch absenken. Die Abarbeitung der Automatisierungsfunktionen erfolgt dabei nicht durch einen zentralen DDC-Regelbaustein, sondern unmittelbar durch die GST-Komponenten.

Ein Überblick über die in einem Raum durch die Gebäudesystemtechnik zusammengefassten Gewerke kann Bild 1.6 entnommen werden.

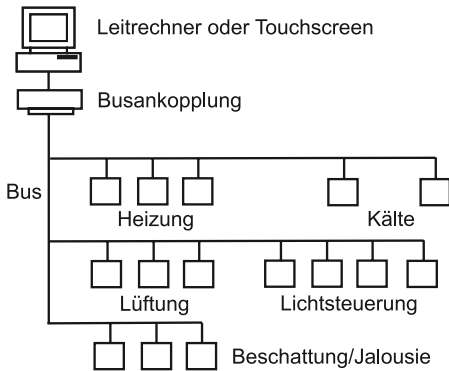


Bild 1.6 Gewerke eines Raums unter Berücksichtigung intelligenter Einzelkomponenten der Gebäudesystemtechnik

■ 1.3 Strukturen

1.3.1 Hierarchische Struktur in der Gebäudeautomation

Bei Automatisierungssystemen sind die für die Abarbeitung von Steuer- und Regelfunktionen notwendigen Komponenten hierarchisch strukturiert. In Bild 1.7 ist eine in der Gebäudeautomation häufig anzutreffende Struktur dargestellt, welche aus fünf Ebenen besteht.

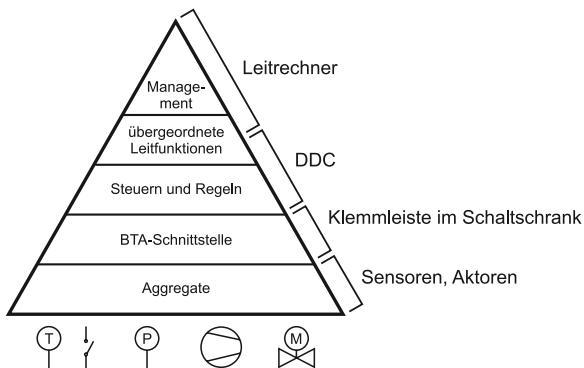


Bild 1.7 Hierarchische Struktur in der Gebäudeautomation (5-Ebenen-Modell)

In unmittelbarer Nähe zum Prozess finden sich die für die Erfassung der Systeminformationen notwendigen Sensoren. In der Gebäudeautomation können dies Temperatursensoren und Durchflussmesser, aber auch Geräte zur Zustandserfassung, wie z.B. Frostschutzwächter, sein. Darüber hinaus finden sich hier Aktoren, die der Regelung eine Befehlsausgabe an die betriebstechnischen Anlagen (BTA) ermöglichen. Bei einer Lüftungsanlage wären es beispielsweise Ventile zur Regulierung der Durchflussmenge des Heizkreislaufs oder auch Stellantriebe zur Verstellung der Klappen für den Außenluft-

anteil. Die als Aggregate bezeichneten Sensoren und Aktoren sind, wie in Bild 1.8 dargestellt, unmittelbar an den Anlagen montiert.

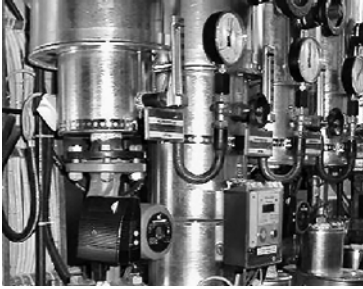


Bild 1.8 Sensoren und Aktoren einer Lüftungsanlage [ABB]

Die Verbindung zu den zur Steuerung und Regelung eingesetzten DDC-Bausteinen erfolgt drahtgebunden. Einer Zustandsmeldung oder einem Sensorsignal entspricht jeweils ein Adernpaar. Der Montageort für die DDC-Bausteine befindet sich in einem Schaltschrank (Bild 1.9), der in unmittelbarer Nähe zu den betriebstechnischen Anlagen aufgestellt ist. Durch diese Nähe sollen die notwendigen Leitungslängen reduziert werden. Sie betragen allein bei einer üblichen Lüftungsanlage im Zweckbau insgesamt etwa 1,2 km für 40 notwendige Informationen von oder zu der Lüftungsanlage.

Im Schaltschrank befindet sich eine Klemmleiste zur Aufnahme der Leitungen. Diese Klemmleiste stellt die Verbindung zur betriebstechnischen Anlage (BTA) her, sie wird als BTA-Schnittstelle bezeichnet.



Bild 1.9 Klemmleiste und DDC-Bausteine im Schaltschrank [ABB]

Die im Schaltschrank montierten DDC-Bausteine stellen den automatischen Betrieb der Anlage sicher. Es werden alle Steuerungs- und Regelfunktionen autark abgearbeitet. Eine Verbindung zu einem übergeordneten Leitrechner ist prinzipiell nicht notwendig.

Bereits auf dieser Ebene sind in der Software der Regelbausteine Funktionen für einen energiesparenden Betrieb enthalten. So kann bei einer Lüftungsanlage z. B. eine optimale

Stellung der Klappen für den Außenluftanteil in Abhängigkeit der Außentemperatur und der Anforderungen des zu belüftenden Raums eingestellt werden. Derartige Funktionen sind aber auf diese eine Anlage beschränkt. Sind zusätzliche Leitfunktionen für eine übergeordnete Steuerung gewünscht, so übernimmt ein für diesen speziellen Zweck optimierter DDC-Baustein die übergeordneten Leitfunktionen. Das bietet sich an, wenn alle zu steuernden Anlagen örtlich begrenzt beieinanderstehen und hierzu keine stetige Anpassung durch den Betreiber des Gebäudes notwendig ist.

Alternativ dazu ist die Abarbeitung der übergeordneten Leitfunktionen auch durch einen als Managementsystem eingesetzten Leitreechner möglich. Da hier die Informationen aus allen aufgeschalteten Gewerken zusammenlaufen, können auch gewerkeübergreifende Funktionen hinterlegt werden. Ein typisches Beispiel hierfür ist ein den Betriebszeiten des Gebäudes angepasstes Zeitschaltprogramm für das morgendliche Anfahren und das abendliche Abschalten aller Anlagen. Neben diesem Einsatzzweck stellt der Leitreechner alle zum Management des Gebäudes nötigen Programme bereit. Auf ihm sind sämtliche Ereignis- und Alarmprotokollierungen, Messwertarchivierungsfunktionen und grafischen Darstellungen der Zustände der betriebstechnischen Anlagen verfügbar (Bild 1.10).

Darüber hinaus kann auch die Weiterleitung von Informationen zu anderen Rechnersystemen erfolgen. So können beispielsweise Werte von Energie- und Verbrauchszählern an übergeordnete Abrechnungssysteme weitergegeben werden oder Wartungsinformationen an Facility-Managementsysteme.

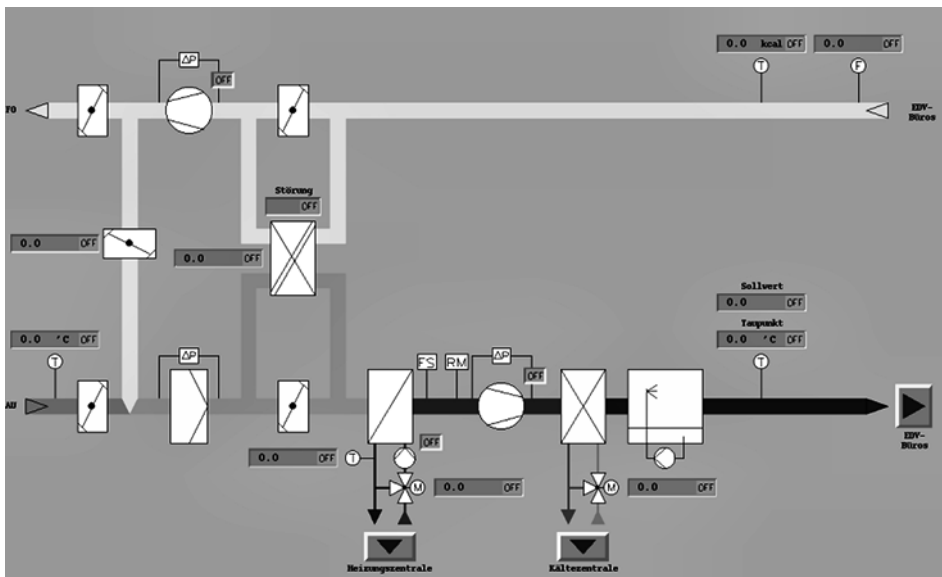


Bild 1.10 Darstellung einer Lüftungsanlage auf einem Leitreechner

1.3.2 Hierarchische Struktur in der Gebäudesystemtechnik

Beim Einsatz von Komponenten der Gebäudesystemtechnik ergibt sich eine besondere Situation: Durch die Kombination des eigentlichen Sensors in einem Gehäuse mit integriertem Prozessor und Busanschluss werden die unteren Ebenen des Gebäudeautomationsmodells (Bild 1.7) zu einer einzigen zusammengefasst, so dass eine hierarchische Struktur mit drei Ebenen entsteht (Bild 1.11).

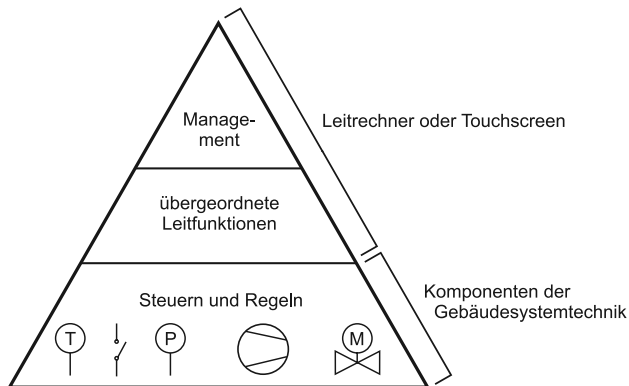


Bild 1.11 Besondere hierarchische Struktur in der Gebäudesystemtechnik (3-Ebenen-Modell)

Bei der in Bild 1.12 dargestellten Systemkomponente, einer Kombination aus 5-fach-Tastensensor und Raumtemperaturregler, befindet sich beispielsweise der Sensor unmittelbar im Gerät und gibt seinen Temperaturwert an den sich ebenfalls darin befindlichen Prozessor zur Bearbeitung weiter. Zusätzlich lässt sich ein programmierbarer Sollwert für die Raumtemperatur einstellen und beeinflussen. Der 5-fach-Tastensensor in Bild 1.12 kann z. B. Schalt-, Dimm-, Jalousie-, Wert- oder Lüftungstelegramme an Aktoren senden. Die oberen drei Wippen sind zur Bedienung des Raumtemperaturreglers vorgesehen. Die unteren beiden Wippen können optional zur Steuerung von Lichtszenen dienen. Im integrierten Display können folgende Informationen angezeigt werden: aktuelle Raumtemperatur, Sollwert, Betriebsart. Hierdurch ist die in Bild 1.7 gezeigte BTA-Schnittstelle nach außen nicht sichtbar. Weiterhin erfolgt die Steuer- und Regelfunktion unmittelbar durch den im Gerät eingebauten Mikrocontroller. Die Temperaturregelung geschieht sofort durch Vergleich mit dem eingestellten Sollwert, und das Ausgangssignal des Reglers wird über eine Busverbindung an den am Heizkörper montierten elektronischen Stellantrieb ausgegeben.



Bild 1.12 Temperatursensor mit Sollwertsteller und Regelungsfunktion (5-fach-Tastsensor und Raumtemperaturregler Busch-triton®) in der Gebäudesystemtechnik [Busch-Jaeger Elektro]

■ 1.4 Einsatz der DDC-Automationsgeräte

In diesem Unterkapitel werden die Ein-/Ausgabe-Funktionen der DDC-Automationsgeräte in der Gebäudeautomation im Einzelnen erläutert. Anhand einer Lüftungsanlage wird dann die Zuordnung des Gerätes zu einer betriebstechnischen Anlage exemplarisch dargestellt. Den Abschluss bildet eine Übersicht des bei einer schlüsselfertigen Anlage üblichen Lieferungs- und Leistungsumfangs.

1.4.1 Grundfunktionen der Gebäudeautomation

Die DDC-Automationsgeräte haben die Aufgabe, die in (siehe Abschnitt 1.2.1) aufgezeigten Gewerke eigenständig zu überwachen, zu steuern und zu regeln. Hierzu werden die Informationen aus dem Gewerk mittels Sensoren und Aktoren, den Aggregaten, an die DDC angebunden. Diese Anbindung ist prinzipiell per Draht, man spricht dann von einer physikalischen Anbindung, oder per Bus, man spricht dann von einer kommunikativen Anbindung, möglich. Die benötigte Menge der erforderlichen Ein-/Ausgabe-Funktionen des DDC-Automationsgerätes ist stark abhängig von der Größe der anzubindenden betriebstechnischen Anlage. Andererseits sind die Sensoren und Aktoren sehr verschiedenartig, so dass auch eine Anpassung des Automationsgerätes an die unterschiedlichen Signalformen berücksichtigt werden muss.

Die Zuordnung dieser Funktionen und deren Anzahl zu den betriebstechnischen Anlagen erfolgt mittels der in Bild 1.13 gezeigten Funktionsliste nach VDI 3814 Blatt 4 bzw. EN ISO 16484. Eine solche Funktionsliste wird umgangssprachlich auch als Informationsliste oder Datenpunktliste bezeichnet. Sie beschreibt in den Spalten 1 – 5 des Abschnitts 1, welche physikalischen Ein-/Ausgabefunktionen die erforderlichen DDC-Automationsgeräte aufweisen sollen. Die dort aufgeführten Funktionen bezeichnet man als Grundfunktionen. Die im Abschnitt 2 aufgeführten Funktionen beziehen sich darauf, dass die Anbindung

Sachwortverzeichnis

A

Abdeckrahmen 90
Abhängigkeit 45
Abluft 37
Abrechnungssystem 41
Abschaltphase 38
Abschlusswiderstand 188, 209
Abwasser 17
ACCUMULATOR 283
ACK 123, 124
Adernpaar 85
Adress 233
– -klasse 249
– -tabelle 233, 235
Adresse 82, 95
– Gruppen- 101, 107
– physikalische 99
Adressierung 101
– 2-Ebenen 101, 153
– 3-Ebenen 102
Adressierungsbereich 190
Aggregate 22
Akkumodul 88
Aktor 21f.
Alarm 173
– -anlage 173
– -telegramm 118
Alarm- und Ereignis-Dienste 285
Alarm- und Ereignisprioritätsgruppen 287
Algorithmic Change Reporting 287
Amortisationszeit 35
amortisiert 36
Analog-Ausgabe-Objekt 269
Analog-Eingabe-Objekt 266, 268
ANALOG_INPUT 268

ANALOG_OUTPUT 269
Analogregler 38
ANALOG_VALUE 269
Analogwert-Objekt 269, 271
Anfahrerschaltung 33
Anfrage 196
Anlage 51
– betriebstechnische 17, 21
Anlagenbetriebszeit 39
Anlagen-Informations-Schema 29
Anschluss 131
– -bedingungen 131
– -bild 131
– -klemme 88, 131
– -leistung 40
Antwort 196
Anwendungen 88
– -modul 88, 90, 134
– -programm 107, 138
– -schicht 105
– -schnittstelle 133f.
APB-Datei 205
APDU 220, 261
Applikation 68, 136
Applikationsprogramm 138
ARCNET 245
arp -a 257
ARP-Tabelle 257
ASCII-Zeichen 72
ASHRAE 215
AST 90, 133f.
– AST-Typ 16 137
asynchrone Datenübertragung 222
Atomic 289
Attribute 104
Aufretenswahrscheinlichkeit 58
Ausbaureserve 93

Ausgleichsimpuls 86
Ausschalter 79
Ausschalttelegramm 105, 108
Ausschaltung 79
Außenbeleuchtung 13
Außenluft 37
Außentemperatur 36
Austauschbarkeit 183
Automationsebene 19, 49, 173, 217
Automationsschema 29
Automatisierungsfunktionen 13
Automatisierungssysteme 14
Auto Negotiation 230
Auto Sensing 231
AVERAGING 270

B

Backbone 186, 190
Backup 289
BACnet 48, 215
– BACnet Advanced Application Controller (B-AAC) 296
– BACnet Application Specific Controller (B-ASC) 296
– BACnetArray 263
– BACnet Building Controller (B-BC) 295
– BACnet Device Profiles 294
– BACnet/IP 260
– BACnet Operator Workstation (B-OWS) 294
– BACnet-Prioritätsstufen 290
– BACnet-Router 296
– BACnet-Schichten 219
– BACnet Smart Actuator (B-SA) 296
– BACnet Smart Sensor (B-SS) 296

Bandbreiten-Längen-Produkt 240
 Barcodeleser 182
 Basis-Emitter-Spannung 117
 Baud 56
 Bauform 130 f.
 Baumtopologie 70, 92
 BBMD 261
 Bedienstation 47
 Bedienteil 208
 Beleuchtung 14
 Bereich 92
 Bereichslinie 100
 Beschriftungsbogen 88, 99
 Bestätigungsnummer 255
 Betriebskalender-Objekt 272
 Betriebskosten 35 f.
 Bewegungsmelder 13
 BIBBs 292
 BIG-EU 216
 BIM M113 134
 Binär-Ausgabe-Objekt 271
 Binär-Eingabe-Objekt 270
 BINARY_INPUT 271
 BINARY_OUTPUT 271
 BINARY_VALUE 271
 Binärzahl 53 f.
 Binding 210 f.
 Binding-Tool 195
 Biphas-L 65
 B/IP PAD 259
 Bit 53
 - folge 53
 - höchstwertiges 114
 - niedrigstwertiges 114
 - periode 55, 64
 - rate 55
 - Reihenfolge auf dem Bus 115
 - übertragungsschicht 69, 70
 Blinksignale 182
 Block 61
 - prüfung 60
 - schaltbild 97
 - sicherungsverfahren 122
 Bluetooth 243
 Brandfall 172
 Brandlast 76
 Brechungsindex 238
 Bridge 233
 Broadcast 224, 236, 245, 260
 - Domäne 234, 236
 - Rahmen 234
 BTA 17
 BTA-Schnittstelle 22, 29

BTL-Zeichen 298
 Buchungssystem 37
 Bus 84
 - aktivität 86, 115
 - ankoppler 88, 90, 168, 179, 183
 - arbitrierung 96, 115, 118 f.
 - belastung 189
 - geräte 51, 87
 - interfacemodul 134
 - last 189
 - monitor 142, 158
 - spannung 89
 - zugriffskonflikt 115, 119
 Busgerät 87
 - Aufputz- 88
 - Einbau- 88
 - kompakt 88
 - modular 88
 - Reiheneinbau- 88
 - Unterputz- 87
 BUSY 123 f.
 Byte 54
 Byterate 55

C

Cable sharing 228
 CALENDAR 272
 Change Of Value 285
 Channel 190
 Client 217
 Client-Server-Prinzip 203
 Code 58
 - Differential-Manchester- 66, 193
 - Manchester- 65
 - NRZ- 64
 - wörter 58
 - wortlänge 58
 COMMAND 272
 COS 285
 COV 285
 CRC 60, 62
 - 16-Prüfpolynom 62
 - Prüfsumme 245
 Cross-over-Kabel 231
 CSMA 71, 192
 CSMA/CA 71, 115 ff., 120
 CSMA/CD 232

D

Dämpfung 227, 239
 Dämpfungswerte 240
 Darstellungsschicht 220
 Datei-Objekt 275
 Dateizugriff-Dienste 288
 Daten 53
 - bitfolge 62
 - bits 114
 - einheit 220
 - punktliste 25
 - sicherung 62
 - typ 263
 - übertragung 53
 - zeichen 61
 DDC 217
 DDC-Baustein 16, 18, 23
 Destination Address Flag 103
 deterministisch 225
 Device 264, 274
 - Objekt 273
 - Template 204
 Device- und Netzmanagement-Dienste 287
 Dibit 56
 Dienst 68, 105, 110
 Differenzspannung 85
 Digitrate 55
 Dimmbefehl 111
 Dimmen-Stopp-Telegramm 106
 Display 24
 Divisionsrest 63
 Domain 191
 dominant 116
 Drossel 86
 Drucktaste 182
 Dualzahlensystem 53
 Dunkler-Dimmen-Telegramm 106
 Durchschleifung 185

E

Ebenenmodell 21, 24, 51
 Echelon 47
 EEPROM 99, 180
 EIA-485 187, 224
 EIB 46
 EIBA 46, 75
 Eingabe- und Ausgabe-
 beschaltung 181
 Einheitensystem 54
 Einheitszeichen 54

Einsatzgebiete 175
 Einsbit 53, 86
 Einschalttelegramm 105, 108
 Einzelmeldung 167
 Einzelprozessor 176
 Einzelraumregelung 20
 EIS 110
 - Typ1 110
 - Typ2 111
 Elektroinstallationshandwerk
 46
 EN 49
 Endebit 114
 Energie 17, 40
 - -beratung 41
 - -controlling 41
 - -einsparcontracting 42
 - -einsparpotenzial 36
 - -einsparung 41
 - -erhaltungssatz 223
 - -kosten 38
 - -kostenrechnung 36
 - -managementfunktion 36,
 38 ff.
 - -sparlampen 186
 - -verbrauchskosten 36
 - -verbrauchsoptimierung 36
 - -versorger 40
 - -versorgungsnetz 91
 - -zähler 187
 Enthalpie 37
 - -steuerung 37
 Ereigniskategorie-Objekt 274
 Ethernet 66, 226
 Ethernet-Varianten 227
 ETS 5 135, 139, 145
 EVENT_ENROLLMENT 274

F

Facility-Managementsystem 23
 Fast Ethernet 228
 Feld 49
 - -bus 52
 - -bustechnik 52
 - -ebene 49, 51, 217
 Fenster 256
 FILE 275
 Filterfunktion 121
 Filterung 102, 190
 FIP 49
 Firewall 238
 Flag 109
 Flanke 65, 86, 193

Flankenwechsel 193
 Flexibilität 15
 FND-Protokoll 49
 Freie-Topologie 184
 Frequenzband 186
 Frostschutzüberwachung 31
 Frostschutzwächter 21, 31
 FT 5000 185
 FTT-10A 183 f.
 Funksysteme 243
 Funktionsliste 25
 Funktionsprofil 196 f., 204, 209,
 212
 Funkübertragung 187
 FZE1066 133

G

galvanisch 91
 Gateway 203, 298
 Gebäude 13
 - -automation 16, 18
 - -automationsstruktur 48
 - -erstellungskosten 35
 - -funktionen 75
 - -leittechnik 19
 - -systemtechnik 15 f., 19, 74
 Gefahrenmelder-Objekt 276
 Gewerke 20, 43
 Gibibyte 54
 Gigabyte 54
 Glasfaser 238
 Glasfaserübertragung 242
 Gleichanteilfreiheit 66
 Gleichspannungsfreiheit 64
 Gleichtaktstörungen 223
 Grad 63
 Großverbraucher 40
 GROUP 276
 Grunddatentypen 263
 Grundfunktionen 25
 Grundplatine 178
 Gruppenadressfenster 153
 Gruppenauftrag-Objekt 272
 Gruppen-Objekt 275

H

Halbduplex 223, 235
 Halbduplex-Betrieb 243
 Halbleiterlaser 241
 Halbrouter 225
 Handwerksbetrieb 17
 Hardware 130

Hauptgruppe 102
 Hauptlinie 92, 95
 Hauptübertragungsleitung 186
 Hebeanlage 17
 Heizbetrieb 38
 Heizkörper 20, 172
 Heizungsanlage 36
 Heizungsregler 40, 205
 Heizventil 194
 Heller-Dimmen-Telegramm 105
 Helligkeitswert 106
 Herzschlagfunktion 195
 Hexadezimalcode 160
 Hexadezimalzahl 54
 HKL-Anlagen 18
 Höchstlast 40
 - -bedarf 40
 - -begrenzung 40
 Hop 250
 Hop-Count 247
 Hub 234

I

I_am-Dienst 288
 ICMP 253
 Identifikationsnummer 182
 IEC 49
 IEEE 243
 I_have-Antwort 288
 Inbetriebnahme 141
 Inbetriebnahmetool 178, 199,
 205
 Industrial Ethernet 226
 Informationsliste 25
 Installationsrichtlinien 96 f.
 Installationstechnik 76, 170
 Interoperabilität 178, 219, 291
 Interoperabilitätsbereiche 292
 Intrinsic Reporting 286
 Investition 36
 IOB 292
 - IOB Alarm- und Ereignis-
 verarbeitung 293
 - IOB Device- und Netzwerk-
 management 294
 - IOB Gemeinsame Daten-
 nutzung 292
 - IOB Trendaufzeichnung 293
 - IOB Zeitplan 293
 IP 248
 - IP-Adressen 248
 - IP-Gateway 163
 - IP-Header 252

ipconfig /all 259
 ISO 49, 68
 ISO/OSI-Modell 180, 219
 ISO/OSI-Referenzmodell 67

J

Jalousieaktor 16

K

Kabelbruch 202
 Kabeleigenschaften 228
 Kälteenergieeinsparung 37
 Kältespeicher 38
 Kaltgerätestecker 142
 Kanal 57
 - -bandbreite 66
 - -codierer 58
 - -codierung 60
 Kanalzugriff 70
 - deterministischer 71
 - nach Bedarf 71
 - nach Zuteilung 71
 Kartenleser 37
 Kategorie-5-Kabel 228
 Kerndurchmesser 240 ff.
 Key Card 37
 Kibibit 54
 Kilobit 54
 Klappenstellung 37
 Klappensteuerung 21
 Klemmblock 88
 Klemmleiste 22
 Knoten 176
 Knotenanzahl 189
 Knotenzahl 193
 KNX 46, 49, 74 f.
 KNXnet/IP 83 f.
 KNX.PL 83
 KNX.RF 83 f.
 KNX.TP 83 f.
 Koaxialkabel 231
 Koaxialleitung 187
 Kollision 117, 232
 Kollisionsdomäne 233 f.
 kollisionsfrei 70
 Komfort 15
 Komfortfunktion 43
 Kommunikation 51, 67
 - horizontal 51
 - vertikal 51
 Kommunikationsdienst 110
 Kommunikationsmodul 132

Kommunikationsobjekt 103
 - empfangendes 107
 - sendendes 107
 - Zuordnung 108
 Kommunikationsprotokoll 177
 Kommunikationssystem 45
 Kompaktgerät 133
 Konfigurationsparameter 196,
 199, 210
 Konnex Association 46, 75
 Konstantlichtregelung 172
 Kontrollbitfolge 62
 Kontrollfeld 113 f.
 Konventionelle Installations-
 technik 170
 Koppler 94
 Kostenzuordnung 41
 Kreuz 81
 - -parität 122
 - -paritätsprüfung 60 f.
 - -schalter 81
 - -schaltung 81
 Kühl- und Heizbetrieb 38
 Kühlung 15

L

LAN 218
 Längenangabe 112
 Lastenheft 144
 Laststromkreis 89
 LED-Farben 139
 Leistungsfähigkeit 15
 Leistungspreis 40
 Leitreechner 18 f., 23, 41, 172
 Leitstand 44
 Leitsystem 167
 - zentrales 167
 Leitungs 56
 - -codierer 57 f.
 - -codierung 56
 - -länge 97
 - -segment 94, 189
 - -treiber 224
 - -verlegung 186
 Leuchtdiode 171
 Licht 13, 45
 - -steuerung 13, 47, 79
 - -wellenleiter 84
 Liefer- und Leistungsumfang 34
 LIFE_SAFETY_POINT 276
 LIFE_SAFETY_ZONE 277
 Linien 92
 - -segment 89

- -topologie 70
 - -verstärker 94, 121
 Link Pulses 230
 Lizenz 139
 LNS-Datenbanksystem 203
 Local Collision 233
 Localhost-Adresse 250
 LON 47, 167
 - LON-Nutzer-Organisation 175
 - Telegrammstruktur 191
 LonBuilder 178, 202
 LonMaker 178, 203, 208
 LonMark 47
 LonTalk-Protokoll 177
 LonWorks 47
 - Network-Service 174, 203
 LOOP 277
 LPT 184 f., 187, 209
 LPT-10 184
 Luftqualität 43
 Lüftungsanlage 14, 21 f.

M

MAC-Adresse 233, 244, 257
 Managementebene 19, 49, 217
 Mantelleitung 84
 Master-Slave-Verfahren 71
 Materialdispersion 241
 Maximalausbau 95
 Mebibyte 54
 Megabyte 54
 Mehrstufige-Ausgabe-Objekt
 279
 Mehrstufige-Eingabe-Objekt
 278
 Mehrstufiger-Wert-Objekt 279
 Melden 26
 Meldung bei Wertänderungen
 285
 Meldungsklassen-Objekt 279
 Messen 27
 Microsoft Visio 204
 Mikrocontroller 130, 134
 Mindestspannung 89, 96
 Mittelgruppe 102
 Mittelwert-Objekt 269
 MLT-3 228
 Modendispersion 240
 Modul 183
 Modulationsgeschwindigkeit
 56
 Modulo-2-Rechnung 63
 Monomode-Fasern 241

MSR-Technik 18
 MS/TP 221
 Multicast 244
 Multimedia 44
 Multimode-Fasern 241
 Multipoint-Bussystem 223
 MULTISTATE_INPUT 278
 MULTISTATE_OUTPUT 279
 MULTISTATE_VALUE 279
 Mustervorlagen 204

N

Nachtabsenkung 40
 Nachtkühlbetrieb 38
 NAK 123 f.
 Network Address Translation 251
 Netz 53
 - -ausdehnung 187
 - -auslastung 232
 - -maske 249, 254
 - -nummerierung 265
 - -teil 181, 188
 Netzwerk 91
 - -graph 92
 - -schnittstelle 183
 - -variable 194, 200, 210
 Neuron-C 202
 Neuron-Chip 174, 176, 179
 Neuron-ID 182
 Niederspannungsnetz 79, 89
 NodeBuilder 202
 Norm 167, 176
 Normaltelegramm 118
 Normung 48
 NOTIFICATION_CLASS 280
 NPDU 220
 Nullbit 53, 86
 Nullenergieband 38
 Nummernvergabe 265
 Nutzdaten 109
 Nutzdatenbytes 112
 Nutzerverhalten 15
 nvi 194
 nvo 194
 NXE-Datei 205

O

Object Identifier 264
 Objekt 197, 209, 218, 262
 objektinternes Melden 286
 Objektzugriff-Dienste 284

Oktett 54
 Oszilloskop 85

P

Packet-Assembler-Disassembler 259
 Panikschaltung 14, 44, 173, 210
 Parallelschaltung 94
 Parameter 138
 - -dialog 139, 149
 Parametrierung 139
 Parität 61
 - gerade 61
 - ungerade 61
 Paritätsbit 61, 114
 Paritätsprüfung 60
 Parlamentsbauten 217
 PCI-Steckkarte 203
 PCMCIA-Karte 203
 Peer-to-Peer-Verbindung 19
 Pegel 66, 86
 - -wechsel 66
 PEI 133
 Personenschutz 79
 PE-Schutzleiter 79
 Photodioden 241
 PICS 297
 ping 253
 Pipelining 256
 Platine 183
 PLT 186
 PLT-30 187
 Plug-in 204
 Polung 185, 189, 193
 Polynomdivision 63
 Port 233
 Portnummer 256 f.
 Potenzialdifferenz 86
 Potenzialerhöhung 223
 Power-Line 186
 Power-over-Ethernet 231
 Präambel 226
 Präsenzmelder 20, 37
 Präsenztaster 171
 Primärbereich 242
 Priorisierung von Aufträgen 289
 Priorität 118
 - Alarm- 118
 - hohe 118
 - niedrige 118
 - System- 118
 Prioritätenfenster 193
 Privathaushalt 40

Produkt 14
 - -daten 140, 147
 - -datenbank 138, 148, 175
 Profibus 49
 PROGRAM 281
 Programmier-LED 131, 150
 Programmieraste 131, 138, 141
 Programmierung 157
 Programm-Objekt 280
 Projektdaten 140
 Projektierung 140
 Projektspeicher 140
 Property 263, 265
 Protokoll 45, 68
 - -dateneinheiten 69
 - -umsetzungsbestätigung 297
 Prozess 51
 - -abbild 57
 - -automation 167
 Prüfbit 61
 - -folge 62
 Prüffeld 122 f.
 Prüfzeichen 61
 PVC 84

Q

Quarzglas 238
 Quelle 57
 Quellencodierer 58
 Quittierung 195

R

Rahmenlänge 244
 RAM-Flags 136
 RAM-Speicher 180
 Raumaufteilung 15
 Raumautomation 19, 43, 170, 173
 Raumheizkörper 20
 Raumluft 37
 Raumtemperatur 36, 171
 Raumtemperaturregler 24
 Reaktionszeit 126
 Redundanz 60
 Referenzgleichspannung 86
 regelbasiertes Melden 287
 Regelbaustein 16
 Regelschema 29
 Regelsequenz 32 f.
 Regelwerk 68
 Regler-Objekt 277
 Reichtagsgebäude 217

Reichweite 244
 Remote Collision 233
 Repeater 189, 233
 rezessiv 116
 Ringtopologie 70
 Router 190, 246
 Routing 220, 246
 – dynamisch 251
 – statisch 251
 Routingzähler 121f.
 RS-232 222
 RS-485 187, 222
 Rückruf 225
 Rücksetzen 182
 Ruhestromeinstellung 224

S

Schaltaktor 20, 89, 197ff., 208, 211
 Schaltbefehl 110
 Schalten 28
 Schaltnetzteile 186
 Schaltschrank 22
 SCHEDULE 281
 Schicht 69
 Schichtenmodell 217
 Schichtprotokoll 69
 Schildträger 88, 99
 Schnittstelle 141
 Schraubklemme 90
 Schritt 56
 Schrittgeschwindigkeit 56
 Schutzkleinspannung 142
 Screened Shielded Twisted Pair 229
 Screened Twisted Pair 229
 ScTP 229
 Segmente 233
 Sekundärbereich 243
 Selbsttaktung 65
 Selbsttest 182
 Sendeberechtigung 71, 225
 Senke 57
 Sensor 21f., 88
 Sequenznummer 255
 Server 217
 Service-LED 182
 Services 283
 Service-Taste 182
 Shannon-Fano-Codierung 58
 Shared Medium 232
 Sicherheits 13f., 44, 77
 – -bereich-Objekt 276

– -funktionen 172
 – -hinweise 77
 – -probleme 243
 Sicherungsschicht 69, 219, 224
 Signalelement 53, 56, 64ff.
 Signalstörungen 186
 Signalverlauf 87
 Sitzungsschicht 220
 Smart-Transceiver 185
 SNVT 200f., 204
 Socket 256
 Sollwertsteller 171, 179
 Sommeranhebung 36
 Sommermonate 38
 Spannungsfall 96
 Spannungsprüfgerät 77
 Spannungsquelle 181
 Spannungsversorgung 88, 93
 Speicherkapazität 54
 SSTP 229
 Startbit 114, 222
 Steckverbindung 183
 Stellantrieb 24, 172
 Stellen 28
 Stemmarbeiten 186
 Sterntopologie 70
 Steuerleitung 84
 Steuerrahmen 226
 Stiftleiste 90
 Stop-and-Wait 256
 Stoppbit 222
 Straight-through-Kabel 231
 Strichcode 182
 Stromstoßschalter 77
 Struktur 187
 – hierarchische 21
 strukturierte Verkabelung 242
 Subnet 189
 Subnetze 253
 Subtraktion 63
 Switch 235
 Symbol 58
 Synchronisierung 193
 Systemgerät 88
 Systemhersteller 45
 Systemsoftware 135f., 138
 Systemtelegramm 118
 Systemuhr 112

T

Tagging 237
 Taktinformation 66
 Taktrückgewinnung 64

Tarifgestaltung 40
 Tastsensor 24, 90
 TCP 254
 TCP-Header 255
 TCP/IP 216
 Teilvermaschung 70
 Telegramm 121
 – Abfrage- 113
 – Bestätigungs- 113, 123
 – -puffer 121
 – Standarddaten- 114
 – Summen- 112
 – Summenbestätigungs- 123
 Temperatursensor 20, 171
 Terminals 289
 Terminator 188
 Terminierung 223
 Tertiärbereich 243
 Three-Way-Handshake 255
 Token 71, 225
 Token-Passing 224
 Token-Passing-Verfahren 71
 Topologie 70, 91
 – Linien- 184
 – Ring- 188
 – Stern- 188
 Touchscreen 39, 160
 TPI-64 93
 TPI-256 93
 TP-UART 133
 tracer 253
 Transceiver 86, 130, 133, 177, 183
 Transistor 116
 Transportschicht 220
 Trend-Aufzeichnung-Objekt 281
 TREND_LOG 282
 Trenntransformator 85
 Treppenhausautomat 77
 Treppenhauslichtfunktion 151
 TTL (Time-to-live) 252
 Tunneling-Routing 259
 Twisted Pair 227
 – -Leitung 85
 Typerkennung 135

U

UART-Zeichen 114
 Übersetzer 67
 Übersprechen 227
 Übertragungsfehler 60, 122
 Übertragungskanal 70

Übertragungsmedien 83
UDP 254, 257
UDP-Header 257
Umcodierung 60
Umprogrammierung 43, 172
Umverdrahtung 43, 172
Unicast 244
Unshielded Twisted Pair 229
Untergruppe 102
Unterverteiler 16
USB-Adapter 203
UTP 229

V

Verbinder 88
Verdrillung 227
Verkabelung 15
Verlegerichtlinien 189
Verlegungsart 185
Vermittlungsschicht 219, 246
Vermittlungstabellen 190
Verteilerschrank 20
Vertragskonstellation 40
Viertelstundenzeitraum 40
Virtual-Terminal-Dienste 289
Visualisierung 41

VLAN (virtuelles LAN) 237
VoIP 243
Vollduplex 223, 225, 235, 242
Vollvermaschung 70
Volumenstromreglers 172
Vorbeugender Frostschutz 32
Vorlauftemperatur 36
Vorzugsformelzeichen 54
Vorzugstelegramm 118

W

Wartezeit 192
Watch-Dog-Funktion 182
Webserver 203, 207
Wechselschalter 80f.
Wechselschaltung 80
Weitschweifigkeit 60
Wellenwiderstand 223
Wetterzentrale 112
Who_has-Abfrage 288
Who_is-Abfrage 288
Wiederholungsbit 113
Wippe 24
Wired-And-Schaltung 116
Wirksinnumkehr 34
WLAN 243

WLAN-Varianten 243
Wohnungsbau 13

X

XFB-Datei 205
XIF-Datei 205, 208

Z

Zählen 27
Zählerdaten 41
Zählwert-Eingabe-Objekt 282
Zeitplan-Objekt 281
Zeitschaltprogramm 23, 37, 39
Zentralstrahl 241
Zertifizierung 132
Zertifizierungsnummer 85
Zigbee 243
Zimmerzutritt 37
Zugriffsklasse 115, 120
– 1 115, 125
– 2 116
Zweckbau 14, 43
Zweig 92
zyklisch 71
zyklische Redundanzprüfung 62