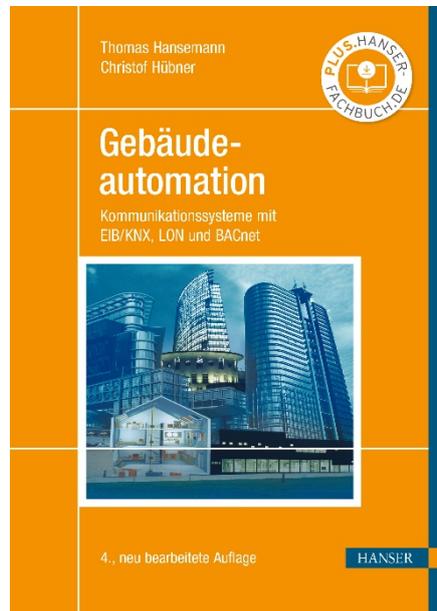


# HANSER



## 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

<b>1</b>	<b>Einführung in die Gebäudeautomation</b>	<b>13</b>
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

---

<b>2</b>	<b>Grundlagen der industriellen Kommunikationstechnik</b>	<b>51</b>
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
<b>3</b>	<b>Der Europäische Installationsbus KNX</b>	<b>74</b>
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
<b>4</b>	<b>Gebäudeautomation mit LonWorks</b>	<b>167</b>
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 Panikschtaltung über LON	210
4.9	Übungsaufgaben	212
4.10	Literatur	214
<b>5</b>	<b>BACnet</b>	<b>215</b>
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
	<b>Sachwortverzeichnis .....</b>	<b>304</b>

# 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 Elektrounterverteiltern, 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	

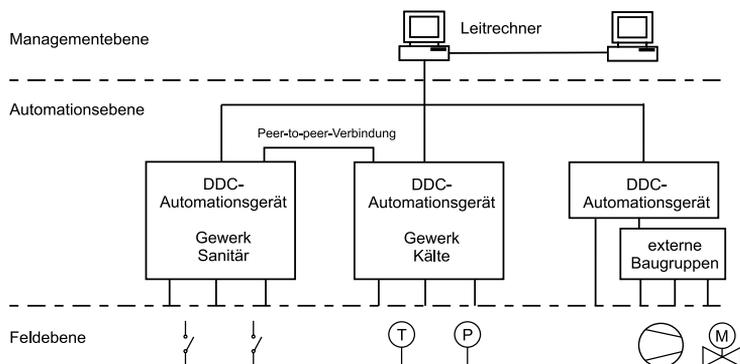
Da heutzutage die Funktionsabläufe im Sinne der Wirtschaftlichkeit automatisch erfolgen sollen, sind Regel- und Steuerbausteine notwendig. Für einen Teil der Gewerke stellt der Lieferant die für die Gebäudeautomation erforderlichen DDC-Bausteine zur Verfügung. Er ist dann für die Mess-, Steuer- und Regeltechnik (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

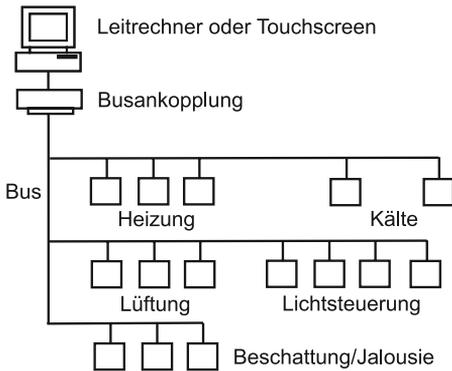
Es handelt sich um einen örtlich begrenzten Anwendungsfall, bei dem alle in einem Raum befindlichen Anwendungen automatisiert werden. Man spricht daher auch von einer Einzelraumregelung. Die Komponenten der GST stellen dabei im Verbund alle Funktionen sicher, die einen komfortablen und energiesparenden 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.

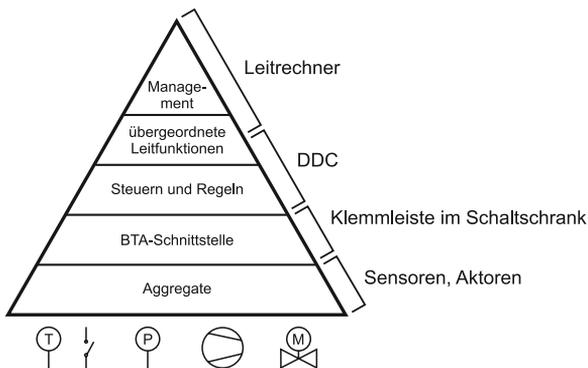


**Bild 1.6** Gewerke eines Raums unter Berücksichtigung intelligenter Einzelkomponenten der Gebäudesystemtechnik

## ■ 1.3 Strukturen

### 1.3.1 Hierarchische Struktur in der Gebäudeautomation

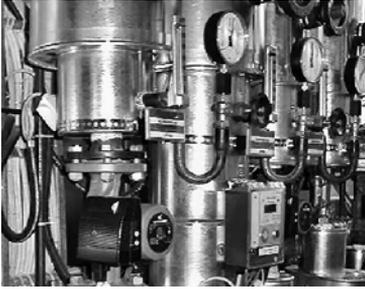
Bei Automatisierungssystemen sind die für die Abarbeitung von Steuer- und Regelfunktionen notwendigen Komponenten hierarchisch strukturiert. In Bild 1.7 ist eine in der Gebäudeautomation häufig anzutreffende Struktur dargestellt, welche aus fünf Ebenen besteht.



**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]

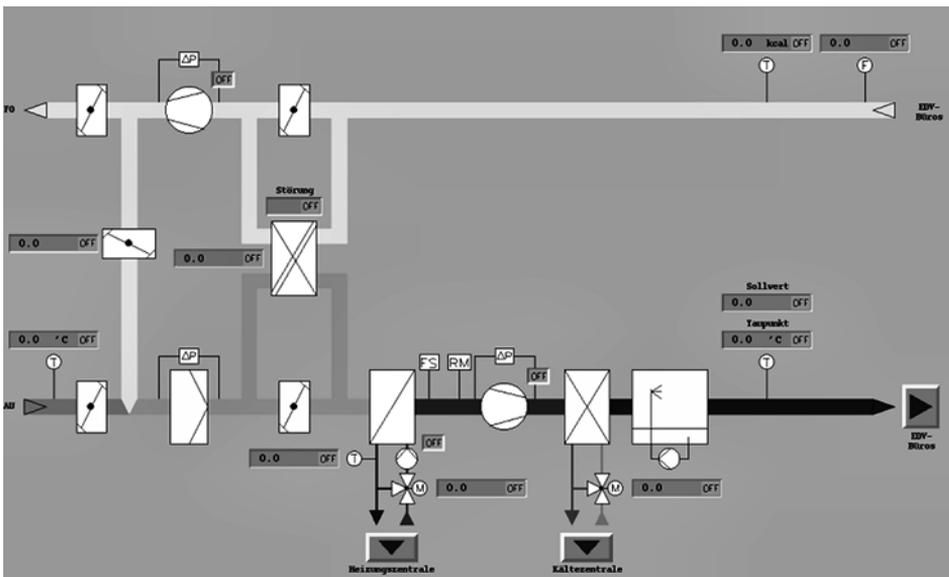
Die im Schaltschrank montierten DDC-Bausteine stellen den automatischen Betrieb der Anlage sicher. Es werden alle Steuerungs- und Regelfunktionen autark abgearbeitet. Eine Verbindung zu einem übergeordneten Leitrechner ist prinzipiell nicht notwendig.

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 Leitreehner 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 Leitreehner 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).

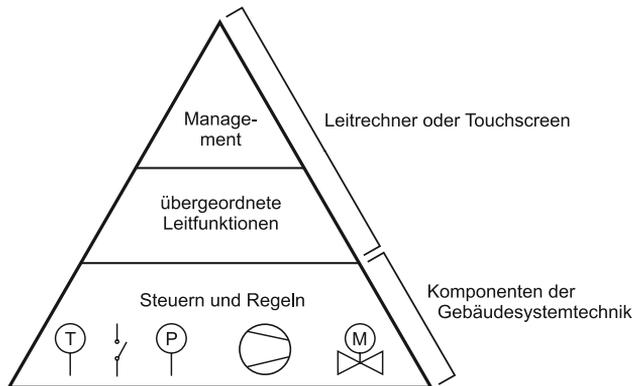
Darüber hinaus kann auch die Weiterleitung von Informationen zu anderen Rechnersystemen erfolgen. So können beispielsweise Werte von Energie- und Verbrauchszählern an übergeordnete Abrechnungssysteme weitergegeben werden oder Wartungsinformationen an Facility-Managementsysteme.



**Bild 1.10** Darstellung einer Lüftungsanlage auf einem Leitreehner

### 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  
Projektdatei 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  
Raumlufte 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