

# 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	Anlagen-Informationen-Schema	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 Panikschtung 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 Übungsaufgaben ..... 299
- 5.8 Literatur ..... 303
  
- Sachwortverzeichnis ..... 304**