

Inhaltsverzeichnis

<i>Grußwort des Chairman of the Book (Schirmherr)</i>	7
<i>Zum Geleit</i>	9
<i>Vorwort und Dank des Autors</i>	11
Kapitel 1	
Einleitung	33
BACnet® – der Begriff, die Norm	33
BACnet unterstützende Dokumente	35
Ziel dieses Buches	35
Gebäude	36
Gebäudeautomation GA	36
Bauen und Systemintegration	37
Anforderungen der unterschiedlichen Beteiligten	39
Der Investor	39
Der Bauherr	40
Der Nutzer	40
Der Betreiber	41
Der Umweltverantwortliche	43
Architektur und Gebäudetechnik	43
Systemdenken – Die Natur als Vorbild	44
Systemintegration und Gebäudeautomation	47
Offene Kommunikation – wie „offen“?	49
GA-System Akzeptanz – Einsatzkriterien	49

Der Nutzen einer Gebäudeautomation im Informationszeitalter	50
Vorteile von Standards	51
Der Systemintegrator	52
Neue Dienstleistungen	52
CAFM und digitale Flexibilität	53
Facility Management als Strategie	55
Das Gebäudemanagement	56
Das Technische Gebäudemanagement	56
Betreiben	57
Rechtliche Aspekte der Systemintegration	57
Gefahrenmeldesysteme und Gefahrenmanagement	58
Die spezifischen Aufgaben der Gefahrenmanagement-Subsysteme	59
Die spezifischen Aufgaben der GA-Systeme	59
Integrierte Raumautomation	59
Aufgabe und Nutzen integrierter/integrierender Gebäudeautomation	60
Vertragliche Haftung	61
Die geschuldete Leistung	61
Versicherungsaspekte	61
Gesetzliche Regelungen	62
Gesetzliche Haftung, verschuldensunabhängig	63
Gesetzliche Haftung, verschuldensabhängig	63
Alle Beteiligte haften	63
Pflichten des Systemintegrators oder Errichters	64
Produktbeobachtungs-Pflicht	64
Datenschutz	64
Rechtliche Aspekte in Bezug auf die VOB	64
Kapitel 2	
Neue Begriffswelt	67
Interdisziplinärer Mix	67
International koordinierte Aktivitäten	67
Umfassendes Wörterbuch für Gebäudeautomation	68

Hauptbegriffe zum Verständnis dieses Buchs	69
Die Gebäudeautomation	69
Die Daten	70
Der Datenpunkt	70
Die Datenpunktadresse	71
Die Information	71
Der Informationsschwerpunkt (ISP)	72
Das Ereignis	72
Die Meldung	72
Heterogenes System	73
Homogenes System	73
Native BACnet	73
Die GA-Funktion	74
Die GA-Funktionen in der Projektspezifikation	74
Die GA-Funktionsliste in der Projektspezifikation	74
Die E/A-Funktionen	78
Die physikalische Ein-/Ausgabe-Funktion (E/A)	78
Die kommunikative E/A-Funktion	78
Die GA-Managementfunktionen	79
Die Management-Kommunikationsfunktionen	79
Die Management- Kommunikationsfunktion – Eingabe/Ausgabe- und Wert-Objekttyp	80
Die Management-Kommunikationsfunktion – Komplexer Objekttyp	80
Das BACnet Kommunikationsobjekt	82
Beispiel – Objekttyp	82
Die Instanz	84
Die Datentypen der Properties	85
Kommunikationsbegriffe	86
Das ISO/OSI Basis-Referenzmodell	86
Telegramm-Interpretation im Referenzmodell	86
Die Schichten des OSI-Referenzmodells	88
Protocol Stack	89
Bit, Baud, Byte, 0, 1, HIGH, LOW	90
ISO, IEC, IEEE, CCITT, EIA-RS, V.x, X.x, I.x,	90

Die Kommunikationsdienste	91
Dienstelement	92
Das Netzwerk	93
Die Kommunikationswege in GA-Systemen	94
Die Verbindung von Einrichtungen innerhalb der Netzwerke	94
Das Managementnetzwerk	95
Das Automationsnetzwerk.....	95
Das Feldnetzwerk	95
Die Verbindung von Einrichtungen zwischen den Netzwerken	95
Gateway	96
LonTalk	96
Original BACnet-Begriffe zur Diskussion	96
Der Begriff Device	97
Hinweis	100
Kapitel 3	
Interoperabilität – das Zauberwort	101
Was ist BACnet?	101
Das BACnet-Protokoll	103
Voraussetzungen für die Interoperabilität	104
Planung	104
Systemkopplung mittels Gateway	105
Die Mengenlehre interoperabler Gebäudeautomation	105
Das Verhältnis der Funktionalität eines Teilsystems zur Gesamtfunktionalität	106
Mehrkosten des neuen „integrierten“ Systems	106
Die branchenübliche Verkehrssitte	107
Die Datenpunkt-Adressierung	109
Adressen – der Schlüssel für Interoperabilität	111
Adressierung für BACnet	111
BACnet-Objekt-Adressierung	113
BACnet-Device-Adressierung	114
BACnet-Netzwerk-Adressierung	115

Interoperabilität für den Planer	116
GA-Funktionen mit BIBB	116
BACnet-Interoperabilitätsbereiche (IOB)	117
IOB „DS“ – Gemeinsame Datennutzung	118
IOB „AE“ – Alarm- und Ereignisverarbeitung	118
IOB „SCHED“ – Zeitplan	121
IOB „T“ – Trendaufzeichnung	121
IOB „DM/NM“ – Device- und Netzwerkmanagement	122
BACnet-Device-Typ	123
BACnet-Interoperabilitätsbaustein BIBB	124
Interoperabilitätsbewertung mit BIBB	124
Die BACnet BIBBs	125
BACnet-Device-Profil	129
B-OWS – BACnet Operator Workstation	129
B-BC – BACnet Building Controller	130
B-AAC – BACnet Advanced Application Controller	131
B-ASC – BACnet Application Specific Controller	131
B-SA – BACnet Smart Actuator	132
B-SS – BACnet Smart Sensor	132
B-GW – BACnet-Gateway	132
Profile der Standard-BACnet-Device	133
Die Protokoll-Umsetzungsbestätigung PICS	135
Die Konformitätsprüfung	139
EPICS als Testhilfe	140
VTS-Testwerkzeug	140
Testprozeduren	140
Zertifizierung und „Listing“	141
Der Weg zum BTL-Kennzeichen	142
GA-Funktionen und BACnet Objekttypen	143
Schlussbemerkung Kapitel 3	143

Kapitel 4	
BACnet-Objekttypen und -Properties im Detail	145
Die BACnet-Objekttypen	145
Übersicht BACnet-Objekte – GA-Funktionen	145
Die Informationstiefe	150
Die Besonderheiten bei BACnet-Objekttypen und Properties	152
Kodierung von Zustand, Status, Fehler, Zurückweisung und Abbruch	153
Beispiele für BACnet-Objekttypen	154
Zählwert-Eingabe-Objekt	155
Analog Eingabe-Objekt	165
Analog Ausgabe-Objekt	168
Analogwert-Objekt	169
Mittelwert-Objekt	171
Binär Eingabe-Objekt	175
Binär Ausgabe-Objekt	179
Binärwert-Objekt	182
Betriebskalender-Objekt	184
Gruppenauftrag-Objekt	186
Device-Objekt	188
Ereigniskategorie-Objekt	190
Ereignis-Aufzeichnungs-Objekt	193
Datei-Objekt	196
Globale Gruppeneingabe-Objekt	197
Gruppeneingabe-Objekt	200
Gefahrenmelder-Objekt	202
Sicherheitsbereichs-Objekt	205
Regler-Objekt	207
Mehrstufige Eingabe	212
Mehrstufige Ausgabe	214
Mehrstufiger Wert	216
Meldungsklassen-Objekt	218
Programm-Objekt	219
Impulszähler Eingabe-Objekt	221
Zeitplan-Objekt	224
Trend-Aufzeichnungs-Objekt	226
Mehrfachtrend-Aufzeichnungs-Objekt	227
Schlussbemerkung Kapitel 4	230

Kapitel 5**BACnet-Dienste** **231**

Objektzugriffs-Dienste	232
Übersicht	232
Dienste für das Lesen im IOB DS	233
Dienste für das Schreiben im IOB DS	233
Erklärung der Objektzugriffs-Dienste	233
AddListElement (Listenelement hinzufügen)	233
RemoveListElement (Listenelement entfernen)	233
CreateObject (Objekt erzeugen)	233
DeleteObject (Objekt löschen)	234
ReadProperty (Lese Property)	234
ReadPropertyConditional (Lese Property nach Bedingung)	235
ReadPropertyMultiple (Lese Property Mehrfach)	235
ReadRange (Lese Bereich)	235
Der WritePropertyMultiple Dienst (Schreibe Property Mehrfach)	236
WriteProperty (Schreibe Property)	236
Alarm- und Ereignis-Dienste	237
Übersicht	237
Ereignisorientierte Datenübertragung	239
Objektinternes Melden	240
Regelbasiertes Melden	242
Auftreten von Ereignissen, Alarmen und deren Meldung	243
Alarm- und Ereignismeldungs-Priorität	245
Übergeordnete Dienste zur Device- und Kommunikationskontrolle	247
Übersicht	247
Device Kommunikationssteuerung	247
Herstellerspezifische Datentransfer-Dienste	248
Device-Neustart	249
Textnachrichten	249
Zeitsynchronisierung	249
Anlauf und Inbetriebnahme	250
(Who-Is) und (I-Am)	250

Dateizugriffs- und Virtual Terminal Dienste	251
Übersicht	251
Datei-Zugriff	251
Virtual Terminal Sitzung	252
BACnet-Prozeduren	252
Datensicherung	252
Device-Neustart-Prozedur	253
Auftrags-Priorisierung	253
Priorisierungstabelle	254
Der Priorisierungsmechanismus	256
Kommandierbare Properties	256
Priorisierende Schreib-Dienste	257
Auftrags-Zurücknahme	257
Priorisierung bei Objekten mit Ausgabefunktionen	258
Priorisierung bei Regler-Objekten	258
Priorisierung bei Zeitplan-Objekten	258
Minimale Ein- und Aus-Zeit	258
BACnet-Web-Dienste	259
Schlussbemerkung Kapitel 5	261
Kapitel 6	
GA-Netzwerke	263
BACnet-Datentransport	263
BACnet und die unteren ISO/OSI-Schichten	264
Auswahl der Netzwerk-Technologie	266
Beurteilungskriterien	267
Das CSMA-Verfahren	268

Die Netzwerkoptionen	269
Übersicht	269
BACnet-LANs im Vergleich	270
Ethernet	270
TCP/IP-Protokolle	273
Punkt-zu-Punkt-Verbindung	274
ARCNET	274
MS/TP	275
LonTalk	275
EIBnet/IP und BACnet	276
Verwendung von BACnet mit Internetprotokollen	278
Tunneling Router	278
BACnet/IP	279
Verbindung GA – ITK	280
Verbindung von Netzwerken	282
Vernetzung von mehreren BACnet-Netzwerken mittels Router	283
Datensatz-Segmentierung	285
Gateway-Anschluss zu proprietären Systemen	285
Netzwerkadressierung	290
Adressierung von Anwendungs-Diensten	290
Netzwerknummer	291
MAC-Adresse (Media-Access-Control-Adresse)	292
Device-Objekt Adressierung	292
Protokollanalysator und Inbetriebnahme	292
Netzwerksicherheit (Network Security)	293
EMV-Konzept	295
EMV-Schutz	296
Komponenten für EMV-Schutz	296
EMV-gerechter Datennetaufbau	297
Schlussbemerkung Kapitel 6	297

Kapitel 7	
Planung und Ausschreibung von BACnet-Projekten	299
Hochbauplanung	299
Neue Herausforderungen	299
Das Planungsteam	299
VOF/HOAI	300
Der Fachkoordinator	300
Lastenheft und Pflichtenheft	302
Der Fachingenieur	302
Planung von Raummodulen	302
Die Prozessphasen der Planung und Ausschreibung	304
Vergabeverfahren	305
Rechtliche Stellung der VOB	305
Eine kurze Einführung in die VOB	307
VOB/A	307
VOB/B	308
VOB/C	308
Die Ausschreibung	309
Vergabeunterlagen	309
Die Leistungsbeschreibung mit Leistungsprogramm	310
Die Leistungsbeschreibung mit Leistungsverzeichnis	311
Das Leistungsverzeichnis (LV)	312
Leistungsverzeichnis-Gliederung	312
Aufteilung in Fachlose	313
Teilleistungen	313
Wahlposition (Alternativposition)	313
Bedarfsposition (Eventualposition)	314
Änderung der zu erbringenden Leistung	314
Stückpreislisten	314
Einzukalkulierende Nebenleistungen	315
Besondere Leistungen (GA)	315
Der Grundgedanke des GAEB und des Standardleistungsbuchs	315

Die GA-Planung	317
Business as usual?	317
Die gewerbliche Verkehrssitte	318
Der Datenpunkt als Schätzbasis	318
Nachteile der Datenpunkt-Kalkulation	318
Freier und fairer Wettbewerb	318
Eingefahrene Leistung?	319
1 Stück offene Kommunikation?	319
Koordination und Verantwortung	319
Ablauf der GA-Planung	320
Technische Regeln als Planungshilfen	321
Rationalisierung der GA-Planung	322
Aufstellen des GA-LV	323
Standardbeschreibungen	323
Programme für Bedienung und Management	323
Funktionen Gebäude- und Raumautomation	323
Bedieneinrichtungen, Managementeinrichtungen, Automations- einrichtungen (Hardware)	324
Feldgeräte	324
Schnittstellen zu anderen Fabrikaten, Typen, Systemen	324
Kommunikations-/MSR-Verbindungen	324
Unterbrechungsfreie Stromversorgungsgeräte – GA	324
Schaltschränke, Zubehör	324
Besondere Leistungen – Gebäudeautomation	324
Beiblätter und Anhänge	325
Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV) „Interoperabilität“ ..	325
Interoperabilitätsplanung nach BACnet-Standard	326
Fremde Einrichtungen	326
Engineering Daten	326
IOB DS	327
IOB AE	330
IOB SCHED	333
IOB „T“	334
IOB DM/NM	335
Zeitsynchronisierung	336

Festlegung der Bediener-Zugriffskontrolle	336
Gateway Einsatz	336
Erweiterung eines vorhandenen BACnet-Systems	337
Systemübergreifende Abstimmung der Inhalte bestimmter Properties	337
Zustandstexte und Anlagenparameter	337
Zeichensatz	339
Checkliste systemneutrales GA-LV	339
Netzwerkplanung (GA-LAN)	345
LAN-Architektur	345
Ethernet-LAN	345
Netzwerkstruktur	345
Wählverbindungen	348
IP-Subnetze	348
Protokollanalytoren	348
EMV für das GA-Netzwerk	348
Das Angebot	350
Angebotsprüfung und Vergabe	352
Das Protocol Implementation Conformance Statement (PICS)	352
Handhabung der PICS	352
Systemerweiterung	353
Ausführung	353
Montage- und Werkstattplanung	353
Die GA-Funktionsliste in der Ausführungsphase	353
Implementierung von BACnet-Systemen	354
Engineering Data Exchange (EDE)	355
Generelles Format der EDE Formulare	355
Montagekontrolle	356
Inbetriebnahme	356
Baubegehung	357
Schaltschrankkontrolle	357
Funktionskontrolle	357
Systemdokumentation	358
Einweisung/Systemschulung	358

Abnahme	359
Klassifizierung der Mängel	359
Systemübergreifende Tests	359
Schlusskontrolle	360
Optimierung	360
Optimierung von Betriebsabläufen	360
Optimierung der Temperaturregelung	360
Optimierung der Zentralanlagen	360
Beispieltexte für GA-Leistungsverzeichnisse	360
GA-System Standardbeschreibung	360
Freie Standardbeschreibung für Forderung von „native BACnet“	363
Hardware BACnet-Automationseinrichtung	364
Hardware BACnet-Datenschnittstelleneinheit (z. B. Gateway)	365
GA-Funktionen	365
Systemsoftware	367
Verbindungen (Netzwerke)	368
Anwendung des GAEB STL-Bau 070	368
Beispiel für ein reales PICS (Produktname neutralisiert)	369
Automation station	369
Product model number	369
Product description	370
BACnet standardized device profile (Annex L)	370
BACnet interoperability building blocks supported (Annex K)	370
Standard object types supported	372
Segmentation capability	380
Data Link Layer options	380
Device address binding	380
Networking options	380
Character sets supported	381
Schlussbemerkung Kapitel 7	381

Kapitel 8	
Das Regelwerk der Gebäudeautomation	383
Normung und der gesamtwirtschaftliche Nutzen	383
Ziele der GA-Normung	383
Normen und technische Regelwerke der GA	384
Internationale Normung	385
Nationale Normung	386
Inhalte der internationalen Norm für GA-Systeme EN ISO 16484	387
Teil 1 „Übersicht und Definitionen“	387
Teil 2 „Hardware“	387
Teil 3 „Funktionen“	388
Teil 4 „Anwendungen“	388
Teil 5 „Datenkommunikation - Protokoll“	389
Teil 6 „Datenkommunikation - Konformitätstest“	389
Teil 7 „Projektplanung und -abwicklung“	389
Bezugsquellen und Preise der GA-Weltnorm	389
ISO	392
CEN	393
ETSI	394
JTC	395
Interessengruppen und Verbände	395
EUBAC / VDMA	395
BACnet Interest Group Europe e.V. (B.I.G. EU)	396
Weltweite BACnet-Aktivitäten	396
Die Geschichte des BACnet-Standards	397
Die Weiterentwicklung des BACnet-Standards	400
Schlussbemerkung Kapitel 8	400

Kapitel 9**Wer macht BACnet? und wo? 403**

Wer macht BACnet? 403

Lieferanten-Galerie 404

ASHRAE BACnet-Lieferanten-Nummer (Vendor-ID) 406

Wo wurde BACnet eingebaut? 417

Kostentransparenz im Spreebogen – Offene Gebäudeautomation durch BACnet 417

Stihl Werke Waiblingen – Mit BACnet und EIB die Gebäudetechnik unter Kontrolle ... 418

Technopark II München – Gebäudetechnik im Web über BACnet-OPC-Server 418

Einstein 3 München – Intelligent vernetzt mit BACnet und EIB 418

Offene Gebäudeautomation im Emporium Frankfurt 419

Hinweis auf weitere Projektberichte 419

Kapitel 10**Weitergehende Informationen 421**

Bücher 421

Internet Adressen 421

BACnet 422

Fachartikel zu BACnet 422

Normung, Richtlinien und Standardleistungsbuch 422

Softwareprodukte und Informationen für Planung und Ausschreibung 423

LAN-Standards 423

Das Internet 424

Industrieverbände Gebäudeautomation 424

Hersteller von Kommunikationsprodukten 424

Tutorials und Glossaries zur Kommunikationstechnik (engl.) 424

Foren zu Kommunikationstechnik 424

Anhang	425
Bildquellenverzeichnis	429
Metrische BACnet Einheiten (Tabelle)	433