

DIN EN ISO 16484-5

ICS 35.240.99; 91.140.01

Ersatz für
DIN EN ISO 16484-5:2008-05
und
DIN EN ISO 16484-5/A1:2009-12

**Systeme der Gebäudeautomation –
Teil 5: Datenkommunikationsprotokoll (ISO 16484-5:2010);
Englische Fassung EN ISO 16484-5:2010, nur auf CD-ROM**

Building automation and control systems –
Part 5: Data communication protocol (ISO 16484-5:2010);
English version EN ISO 16484-5:2010, only on CD-ROM

Systèmes d'automatisation et de gestion technique du bâtiment –
Partie 5: Protocole de communication de données (ISO 16484-5:2010);
Version anglaise EN ISO 16484-5:2010, seulement en CD-ROM

Gesamtumfang 728 Seiten

Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 16484-5:2010) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 205 „Building environment design“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 247 „Gebäudeautomation und Gebäudemanagement“ (Sekretariat: SNV, Schweiz) unter Beteiligung deutscher Experten erarbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 041-03-68 AA „Gebäudeautomation und -kommunikation (SpA CEN/TC 247/WG 4)“ im Normenausschuss Heiz- und Raumlufttechnik (NHRS).

Dieses Dokument (EN ISO 16484-5:2010) übernimmt den englischen Originaltext des ANSI/ASHRAE Standard 135 „BACnet — A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks“, Ausgabe 2008. In derselben Weise sollen zwischenzeitlich veröffentlichte bzw. noch zu veröffentlichende Änderungen und Erweiterungen von ANSI/ASHRAE Standard 135 bei der Fortschreibung von EN ISO 16484-5 übernommen werden. Der Inhalt dieses Dokumentes befindet sich auf der beiliegenden CD-ROM.

Der NHRS war für das DIN Deutsches Institut für Normung e. V. an der Erstellung dieser Norm beteiligt. Da davon auszugehen ist, dass die Fachleute der Kommunikationstechnik sich bereits mit der englischen Urfassung befasst haben, wurde von einer Übersetzung ins Deutsche abgesehen. Nach dem DIN-Präsidiumsbeschluss 13/1983 ist insbesondere auf dem Gebiet der Informatik die Veröffentlichung in Englisch zulässig, insbesondere wenn dadurch Fehler bei der Übertragung vermieden werden können.

Dieses Dokument (EN ISO 16484-5:2010) stellt ein Kommunikationsverfahren zur Verfügung, mit dem Geräte der Gebäudeautomation untereinander Informationen austauschen können, unabhängig von der gebäudetechnischen Anlage, zu der sie gehören. Das in dieser Norm spezifizierte Protokoll kann universell für den Datenaustausch von Geräten und Systemen in der Gebäudeautomation sowohl zum allgemeinen Einsatz, als auch für anwenderspezifische Lösungen eingesetzt werden.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO/IEC 9545 siehe DIN ISO/IEC 9545

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 16484-5:2008-05 und DIN EN ISO 16484-5/A1:2009-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Inhalt technisch überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN V ENV 1805-1: 1998-03
DIN EN ISO 16484-5: 2004-08, 2008-05
DIN EN ISO 16484-5/A1: 2009-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Anwendungsbereich

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von ISO 16484 legt Datenkommunikationsdienste und -protokolle für Geräte, die zur Überwachung und Steuerung von Anlagen der Heizungs-, Lüftungs-, Klima- und Kältetechnik (HLKK) und sonstigen Anlagen im Gebäude eingesetzt werden, fest. Des Weiteren legt dieser Teil eine abstrakte, objektorientierte Darstellung von Informationen, die zwischen derartigen Geräten übermittelt werden, fest und erleichtert somit die Anwendung und Nutzung von digitaler Steuertechnik in Gebäuden. Anwendungsbereich und Einsatzgebiet sind außerdem in Abschnitt 2 der beigefügten ANSI/ASHRAE Publikation beschrieben.

Nationaler Anhang NB (informativ)

Begriffe und Abkürzungen

Im Folgenden wird ISO 16484-5:2010, Abschnitt 3 ins Deutsche übersetzt. Die Benennung der folgenden Begriffe und Abkürzungen ist identisch mit der Benennung in der englischen Fassung.

3 Begriffe und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden aus Internationalen Normen übernommenen bzw. für die vorliegende Norm definierten Begriffe.

3.1 Aus Internationalen Normen übernommene Begriffe

Die folgenden in dieser Norm verwendeten Begriffe sind in Internationalen Normen bzw. Norm-Entwürfen zur Kommunikation offener Systeme (open system interconnection, OSI) definiert. Diese Definitionen sind an dieser Stelle unter Verweisung auf die entsprechende Norm erneut aufgeführt. Abschnitt 25 enthält die Titel aller im vorliegenden Abschnitt und an weiteren Stellen in dieser Norm genannten nationalen und internationalen Normen. Kursiv dargestellte Wörter oder Wortgruppen beziehen sich auf Begriffe, die an anderer Stelle im vorliegenden Abschnitt definiert sind.

3.1.1

abstrakte Syntax

en: abstract syntax

die Festlegung von Daten der Anwendungsschicht oder von *Anwendungsprotokoll-Steuerinformationen* durch Anwendung von Notationsregeln, die von der zu ihrer Darstellung verwendeten Kodierungstechnik unabhängig sind (ISO 8822)

3.1.2

Anwendung

en: application

eine Menge von Informationsverarbeitungsanforderungen eines *Benutzers* (ISO 8649)

3.1.3

Anwendungsentität

en: application-entity

die OSI betreffenden Aspekte eines *Anwendungsprozesses* (ISO 7498)

3.1.4

Anwendungsprozess

en: application-process

ein Element innerhalb eines *realen offenen Systems*, das die Informationsverarbeitung für eine bestimmte *Anwendung* durchführt (ISO 7498)

3.1.5

Anwendungsprotokoll-Steuerinformationen

en: application-protocol-control-information

Informationen, die mit Hilfe von Darstellungsdiensten zwischen *Anwendungsentitäten* ausgetauscht werden, um deren gemeinsame Operation zu koordinieren (ISO 9545)

3.1.6**Anwendungsprotokoll-Dateneinheit**

en: application-protocol-data-unit

eine in einem Anwendungsprotokoll festgelegte Dateneinheit, die aus *Anwendungsprotokoll-Steuerinformationen* und eventuell Anwendungsbenutzerdaten besteht (ISO 9545)

3.1.7**Anwendungsdienstelement**

en: application-service-element

der Teil einer *Anwendungsentität*, der eine OSI-Umgebungsfähigkeit bereitstellt, gegebenenfalls unter Verwendung zugrunde liegender Dienste (ISO 7498)

3.1.8**konkrete Syntax**

en: concrete syntax

diejenigen Aspekte der bei der formalen Festlegung von Daten angewendeten Regeln, die eine spezifische Darstellung dieser Daten verkörpern (ISO 7498)

3.1.9**Peer-Entitäten**

en: peer-entities

Entitäten innerhalb derselben Schicht (ISO 7498)

3.1.10**reales offenes System**

en: real open system

ein *reales System*, das bei seiner Kommunikation mit anderen *realen Systemen* die Anforderungen von OSI-Normen einhält (ISO 7498)

3.1.11**reales System**

en: real system

ein Satz von einem oder mehreren Rechnern, der dazugehörigen Software, Peripheriegeräten, Endgeräten, menschlichen Bedienern, physikalischen Prozessen, Informationsübertragungsmitteln usw., der ein autonomes Ganzes bildet, das in der Lage ist, Informationsverarbeitung und/oder Informationstransfer durchzuführen (ISO 7498)

3.1.12**(N)-Dienstzugangspunkt**

en: (N)-service-access-point

der Punkt, an dem (N)-Dienste von einer (N)-*Entität* für eine (N+1)-*Entität* bereitgestellt werden (ISO 7498)

3.1.13**(N)-Dienstdateneinheit**

en: (N)-service-data-unit

eine Menge von (N)-Schnittstellendaten, deren Identität vom einen Ende einer (N)-Verbindung bis zum anderen gewahrt bleibt (ISO 7498)

3.1.14**Dienstbenutzer**

en: service-user

eine *Entität* in einem einzelnen offenen System, die über *Dienstzugangspunkte* einen Dienst benutzt (ISO TR 8509)

3.1.15**Dienstanbieter**

en: service-provider

ein Abstraktum der Gesamtheit der Entitäten, die gleichrangigen *Dienstbenutzern* einen Dienst bereitstellen (ISO TR 8509)

3.1.16

Transfersyntax

en: transfer syntax

die bei der Übertragung von Daten zwischen offenen Systemen verwendete *konkrete Syntax* (ISO 7498)

3.1.17

Dienstprimitiv, Primitiv

en: service-primitive, primitive

eine abstrakte, implementierungsunabhängige Darstellung einer Interaktion zwischen dem *Dienstbenutzer* und dem *Dienstanbieter* (ISO TR 8509)

3.1.18

Anforderung(primitiv)

en: request (primitive)

eine Darstellung einer Interaktion, bei der ein *Dienstbenutzer* eine Prozedur aufruft (ISO TR 8509)

3.1.19

Anzeige(primitiv)

en: indication (primitive)

eine Darstellung einer Interaktion, bei der ein *Dienstanbieter* entweder

- a) anzeigt, dass er auf eigene Veranlassung hin eine Prozedur aufgerufen hat oder
- b) anzeigt, dass eine Prozedur vom *Dienstbenutzer* am gleichrangigen *Dienstzugangspunkt* aufgerufen wurde (ISO TR 8509)

3.1.20

Antwort(primitiv)

en: response (primitive)

eine Darstellung einer Interaktion, bei der ein *Dienstbenutzer* anzeigt, dass er eine Prozedur abgeschlossen hat, die zuvor durch eine durch ein *Anzeigeprimitiv* dargestellte Interaktion aufgerufen wurde (ISO TR 8509)

3.1.21

Bestätigung(primitiv)

en: confirm (primitive)

eine Darstellung einer Interaktion, bei der ein *Dienstanbieter* an einem bestimmten *Dienstzugangspunkt* anzeigt, dass er eine Prozedur abgeschlossen hat, die an diesem *Dienstzugangspunkt* zuvor durch eine durch ein *Anforderungsprimitiv* dargestellte Interaktion aufgerufen wurde (ISO TR 8509)

3.1.22

Benutzerelement

en: user element

die Darstellung des Teils eines *Anwendungsprozesses*, der die zur Erreichung der Kommunikationsziele dieses *Anwendungsprozesses* notwendigen *Anwendungsdienstelemente* nutzt (ISO 7498)

3.2 Für die vorliegende Norm definierte Begriffe

3.2.1

Zugriffskontrolle

en: access control

ein Verfahren zur Regelung oder Einschränkung des Zugriffs auf *Netzwerkressourcen*

3.2.2

Alarm

en: alarm

1. eine hörbare und/oder sichtbare Meldung, die einen Bediener auf einen nicht normalen Zustand, der eine Korrekturmaßnahme erfordern kann, aufmerksam macht
2. ein von einem Gerät oder Controller erkannter nicht normaler Zustand, wobei das Gerät bzw. der Controller eine speziell für diesen Zustand ausgelegte Regel oder Logik implementiert

3.2.3**Algorithmic Change Reporting**

en: algorithmic change reporting

das Erkennen und Berichten eines Alarms oder Ereignisses auf der Grundlage eines in einem Event-Enrollment-Objekt festgelegten Algorithmus. Siehe auch *Intrinsic Reporting* unter 3.2.27

3.2.4**BACnet-Gerät**

en: BACnet device

jedes reale oder virtuelle Gerät, das eine digitale Kommunikation unter Anwendung des BACnet-Protokolls unterstützt

3.2.5**BACnet-Benutzer**

en: BACnet-user

der Teil eines *Anwendungsprozesses*, der durch das *BACnet-Benutzerelement* repräsentiert wird

3.2.6**Bridge**

en: bridge

eine Einrichtung, die zwei oder mehr *Segmente* auf der physikalischen Schicht und der Daten Verbindungsschicht miteinander verbindet. Diese Einrichtung kann auf der Grundlage von MAC-Schicht-Adressen auch Nachrichten filtern

3.2.7**Broadcast**

en: broadcast

eine als einzelne Einheit gesendete Nachricht, die sich an mehr als ein Gerät richten kann

3.2.8**Zustandsänderung**

en: change of state

ein Ereignis, das dann auftritt, wenn sich ein gemessener oder berechneter Boolescher Wert oder ein diskreter numerischer bzw. Zählwert ändert

3.2.9**Wertänderung**

en: change of value

ein Ereignis, das dann auftritt, wenn sich ein Messwert oder ein berechneter Analogwert um einen definierten Wert ändert

3.2.10**Client**

en: client

ein System oder eine Einrichtung, das/die eine andere Einrichtung für einen bestimmten Zweck über eine *Dienstanforderungsinstanz* einsetzt. Ein Client fordert einen Dienst bei einem *Server* an

3.2.11**Kontext**

en: context

ein Satz von Daten oder Informationen, der eine bestimmte Kommunikationsumgebung zu einem bestimmten Zeitpunkt vollständig beschreibt

3.2.12**Controller**

en: controller

eine Einrichtung zur Regelung bzw. zum Management eines Systems oder einer Komponente

3.2.13

Vertraulichkeit von Daten

en: data confidentiality

die Eigenschaft, dass Informationen unbefugten Personen, Entitäten oder Prozessen nicht zur Verfügung gestellt oder offengelegt werden

3.2.14

Datenintegrität

en: data integrity

die Eigenschaft, dass Daten nicht auf nicht autorisierte Weise verändert oder zerstört wurden

3.2.15

Authentifizierung der Datenherkunft

en: data origin authentication

Bestätigung, dass die Quelle der empfangenen Daten tatsächlich den Angaben entspricht

3.2.16

direkt verbundenes Netzwerk

en: directly connected network

ein Netzwerk, das von einem Router aus zugänglich ist, ohne dass Nachrichten über einen Zwischenrouter weitergeleitet werden müssen. Zu einem direkt verbundenen Netzwerk besteht eine PTP-Verbindung, wenn die PTP-Verbindung gerade aktiv ist und kein Zwischenrouter verwendet wird

3.2.17

Download

Herunterladen

en: download

eine bestimmte Art der Dateiübertragung, die sich auf die Übertragung eines ausführbaren Programms oder einer Datenbank auf ein abgesetztes Gerät bezieht, auf dem die Datei ausgeführt werden kann

3.2.18

Entität

Gebilde

en: entity

ein eigenständiger, sich unterscheidender Gegenstand der Betrachtung. Ein identifizierbares Element, das mittels einer Sammlung oder eines Satzes von Eigenschaften beschrieben wird

3.2.19

Fehlererkennung

en: error detection

eine Prozedur, die dazu verwendet wird, das Vorhandensein von Fehlern in einer Kommunikation zu identifizieren

3.2.20

Fehlerbehebung

en: error recovery

eine Prozedur, die als Reaktion auf einen erkannten Fehler aufgerufen wird und ein Fortsetzen des Informationsaustausches erlaubt

3.2.21

Gateway

Netzübertragungseinheit

en: gateway

Einrichtung zur Verbindung zweier oder mehrerer nicht gleicher *Netzwerke*, um den Informationsaustausch zwischen diesen Netzwerken zu ermöglichen

3.2.22**global**

en: global

alle Geräte oder Knoten auf einem *Inter-Netzwerk* betreffend**3.2.23****globales Broadcast**

en: global broadcast

eine an alle Geräte oder *Knoten* auf allen Netzwerken in einem BACnet-*Internet* adressierte Nachricht**3.2.24****Halbrouter**

en: half router

ein Gerät oder ein *Knoten*, der als ein Partner an einer PTP-Verbindung teilnehmen kann. Die beiden Halbrouter-Partner, die zusammen eine aktive PTP-Verbindung bilden, ergeben einen einzelnen *Router***3.2.25****Initialisierung**

en: initialization

der Vorgang des Herbeiführens eines bekannten Zustands, üblicherweise nach einer Stromanschaltung. Die Initialisierung kann eine Wiedereingabe der logischen oder physikalischen Adresse eines Knotens erfordern

3.2.26**Inter-Netzwerk**

Verbindungsnetzwerk

en: internetwork

eine Verbindung von zwei oder mehreren *Netzwerken* über *Router*. In einem BACnet-*Inter-Netzwerk* gibt es zwischen zwei beliebigen Knoten genau einen Nachrichtenweg.**3.2.27****Intrinsic Reporting**

en: intrinsic reporting

das Erkennen und Berichten eines Alarms oder Ereignisses auf der Grundlage eines als Teil der *Objektyp*-Spezifikation definierten Algorithmus. Dabei findet keine externe Verweisung auf ein „Event Enrollment“ statt. Siehe auch *Algorithmic Change Reporting* unter 3.2.3**3.2.28****Schlüssel**

en: key

Symbolsequenz zur Regelung der Chiffrierung und Dechiffrierung

3.2.29**lokal**

en: local

Geräte auf demselben *Netzwerk* wie das betrachtete Gerät betreffend**3.2.30****lokales Broadcast**

en: local broadcast

eine Nachricht, die an alle Geräte oder *Knoten* adressiert ist, die sich auf demselben *Netzwerk* wie die Nachrichtenquelle befinden**3.2.31****Medium**

en: medium

die physikalische Übertragungsentität. Typische Medien sind verdrehte Doppelader-Leitungen, Faseroptik-Kabel und Koaxialkabel

3.2.32

Medienzugriffskontrolle

en: medium access control

ein Vorgang zur Wahrung der Ordnung und zur Gewährung des Zugriffs auf das Kommunikations*medium*

3.2.33

Netzwerk

en: network

ein Satz von einem oder mehreren durch *Bridges* verbundenen *Segmenten* mit derselben Netzwerkadresse

3.2.34

Netzwerkressource

en: network resource

jede physikalische oder logische *Entität*, auf die über ein Kommunikations*medium* zugegriffen werden kann

3.2.35

Knoten

en: node

eine mit dem Kommunikations*medium* verbundene adressierbare Einrichtung

3.2.36

Objekt

en: object

eine spezifische Instanz eines *Objektyps*. Während ein Objekttyp durch eine eindeutige Object_Type-Eigenschaft bezeichnet ist, ist ein Objekt durch seine Object_Identifizier-Eigenschaft bezeichnet

3.2.37

Objektprofil

en: object profile

ein Objektprofil ist ein Mittel zum Definieren von Objekten über die in Abschnitt 12 definierten Objekte hinaus. Ein Profil definiert den Satz von Eigenschaften, Verhalten und/oder Anforderungen, der für ein proprietäres Objekt oder proprietäre Erweiterungen eines Normobjekts gilt

3.2.38

Objektyp

Objektart

en: object type

eine generische Datenklassifizierung, definiert durch einen Satz *Eigenschaften*

3.2.39

Bediener-Authentifizierung

en: operator authentication

die Bestätigung der Identität des sich an einer Einrichtung anmeldenden Bedieners

3.2.40

Authentifizierung der Peer-Entität

en: peer entity authentication

die Bestätigung der Identität einer assoziierten Peer-Entität

3.2.41

physikalisches Segment

en: physical segment

ein einzelnes zusammenhängendes *Medium*, an das BACnet-*Knoten* angebunden sind

3.2.42**druckbares Zeichen**

en: printable character

ein Zeichen, das im Gegensatz zu einem Gerätesteuersymbol ein druckbares Symbol darstellt. Dazu gehören unter anderem Groß- und Kleinbuchstaben, Satzzeichen und mathematische Symbole. Der genaue Satz hängt von dem verwendeten Zeichensatz ab. In ANSI X3.4 sind die druckbaren Zeichen durch einzelne Oktetts im Bereich von X'20' bis X'7E' dargestellt

3.2.43**Eigenschaft**

en: property

ein spezielles Charakteristikum eines *Objektyps*

3.2.44**proprietär**

herstellerspezifisch

en: proprietary

im BACnet-Kontext jede Erweiterung oder Ergänzung der in dieser Norm festgelegten *Objektypen*, *Eigenschaften*, PrivateTransfer-Diensten oder Aufzählungen

3.2.45**empfangender BACnet-Benutzer**

en: receiving BACnet-user

der *BACnet-Benutzer*, der ein *Anzeige-* oder *Bestätigungs-*Dienstprimitiv empfängt

3.2.46**abgesetzt**

Fern-

en: remote

Geräte oder *Knoten* betreffend, die sich auf einem anderen Netzwerk als das referenzierte Gerät befinden

3.2.47**Fern-Broadcast**

en: remote broadcast

eine Nachricht, die an alle Geräte oder *Knoten* adressiert ist, die sich auf einem anderen *Netzwerk* als die Nachrichtenquelle befinden

3.2.48**Repeater**

Verstärker

en: repeater

eine Einrichtung, die zwei oder mehr *physikalische Segmente* auf der physikalischen Schicht verbindet

3.2.49**anfordernder BACnet-Benutzer**

en: requesting BACnet-user

der *BACnet-Benutzer*, der in einem bestätigten Dienst die Rolle eines *Clients* übernimmt

3.2.50**antwortender BACnet-Benutzer**

en: responding BACnet-user

der *BACnet-Benutzer*, der in einem bestätigten Dienst die Rolle eines *Servers* übernimmt

3.2.51**Router**

Wegwahleinheit

en: router

ein Gerät zur Verbindung eines oder mehrere *Netzwerke* auf der Vermittlungsschicht

3.2.52

Sicherheit

Schutz

en: security

eine von einer Vielzahl von Vorgehensweisen zur Sicherstellung der Überwachung des Informationsaustausches, um einer Offenlegung gegenüber unbefugten Personen vorzubeugen. Sicherheitsmaßnahmen sollen die Offenlegung sensibler Informationen auch gegenüber jenen verhindern, die einen gültigen Zugriff auf das Kommunikationsnetzwerk haben. Sicherheit unterscheidet sich von Zugriffskontrolle, wenngleich auch durch die Einschränkung des physischen Zugriffs auf das Kommunikationsmedium selbst ein gewisses Maß an Sicherheit erreicht werden kann

3.2.53

Segment

en: segment

ein Segment besteht aus einem oder mehreren miteinander über Repeater verbundenen *physikalischen Segment(en)*

3.2.54

sendender BACnet-Benutzer

en: sending BACnet-user

der *BACnet-Benutzer*, der ein *Anforderungs-* oder *Antwort-Dienstprimitiv* ausgibt

3.2.55

Server

en: server

ein System oder eine Einrichtung bzw. ein Gerät, das (die) für einen bestimmten Zweck auf eine Dienstanforderungsinstanz antwortet. Der Server stellt einen Dienst für einen *Client* bereit

3.2.56

Synchronisierung

en: synchronization

eine Möglichkeit für Prozesse, bestimmte Stellen in einer Übertragung oder einem Austausch zu definieren und zu identifizieren, die genutzt werden können, um eine Kommunikationssitzung in einen vordefinierten Zustand zurückzusetzen

3.2.57

Zeitstempel

en: timestamp

einem Ereignis oder einer Handlung zugeordneter Eintrag über Datum und Uhrzeit

3.2.58

Zeiteinheit

unit_time

en: unit_time

die Länge der Zeit, die erforderlich ist, um ein Oktett mit einem Startbit und einem einzigen Stoppbit zu senden. Zehn Bitintervalle

3.2.59

Upload

Hochladen

en: upload

der Prozess, ein Abbild eines ausführbaren Programms oder eine Datenbank von einer abgesetzten Einrichtung so zu übertragen, dass ein anschließender Download erfolgen kann

3.3 Abkürzungen in der vorliegenden Norm

Abkürzung (englisch)	Bedeutung (englisch)	Bedeutung (deutsch)
A	application layer	Anwendungsschicht (Präfix)
AE	application entity	Anwendungsentität
ANSI	American National Standards Institute	American National Standards Institute
APCI	application protocol control information	Anwendungsprotokoll-Steuerinformationen
APDU	application layer protocol data unit	Protokolldateneinheit der Anwendungsschicht
API	application program interface	Anwendungsprogramm-Schnittstelle
ARCNET	attached resource computer network	Attached Resource Computer Network
ASE	application service element	Anwendungsdienstelement
ASN.1	Abstract Syntax Notation One	Notation Eins für Abstrakte Syntax (ISO 8824)
B' '		gibt an, dass zwischen den Anführungszeichen eine Binärschreibweise verwendet wird
BAC	building automation and control	Gebäudeautomation (GA)
BBMD	BACnet/IP broadcast management device	Einrichtung für das BACnet/IP-Broadcast-Management
BDT	broadcast distribution table	Broadcast-Verteilungstabelle
B/IP	BACnet/IP	BACnet/IP
B/IP-M	BACnet/IP multicast	BACnet/IP-Multicast
BVLC	BACnet virtual link control	virtuelle Verbindungsteuerung von BACnet
BVLCI	BACnet virtual link control information	Steuerinformationen der virtuellen Verbindung von BACnet
BVLL	BACnet virtual link layer	virtuelle Verbindungsschicht von BACnet
C	conditional	bedingt
C(=)	conditional	bedingt (Der Parameter entspricht semantisch dem Parameter in dem Dienstprimitiv unmittelbar zu seiner Linken in der Tabelle.)
CNF	confirm primitive	Bestätigungsprimitiv
COV	change of value	Wertänderung
CRC	cyclic redundancy check	zyklische Redundanzprüfung
D' '		gibt an, dass zwischen den Anführungszeichen eine Dezimalschreibweise verwendet wird
DA	local destination MAC layer address	MAC-Schicht-Adresse des lokalen Ziels
DADR	ultimate destination MAC layer address	MAC-Schicht-Adresse des endgültigen Ziels
DER	Data Encryption Standard	Data Encryption Standard (FIPS 46-1)
DID	ARCNET destination MAC address	MAC-Adresse des ARCNET-Ziels
DLEN	1-octet length of ultimate destination MAC layer address	1-Oktett-Länge der MAC-Schicht-Adresse des endgültigen Ziels

Abkürzung (englisch)	Bedeutung (englisch)	Bedeutung (deutsch)
DNET	2-octet length of ultimate destination MAC layer address	2-Oktett-Länge der MAC-Schicht-Adresse des endgültigen Ziels
DSAP	LLC destination service access point	Dienstzugangspunkt des LLC-Ziels
EIB	European Installation Bus	Europäischer Installationsbus
EIBA	European Installation Bus Association	European Installation Bus Association
EXEC		fähig, eine Dienstanforderung auszuführen (execute)
FDT	foreign device table	Fremdgerätetabelle
ICI	interface control information	Schnittstellensteuerinformation
IL	ARCNET information length field	ARCNET-Feld Informationslänge
IND	indication primitive	Anzeigeprimitiv
INF	„Infinity“	„Unendlich“, ein eindeutiges Binärmuster, das positiv unendlich darstellt (siehe ANSI/IEEE 754-1985)
-INF	„Negative infinity“	„Negativ unendlich“, ein eindeutiges Binärmuster, das negativ unendlich darstellt (siehe ANSI/IEEE 754-1985)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INIT		fähig, eine Dienstanforderung einzuleiten (initiate)
IP	Internet Protocol	Internet-Protokoll (RFC 791)
ISO	International Organization for Standardization	Internationale Organisation für Normung
KNX	Konnex System Specification	Konnex-System-Spezifikation: EIB ist das Kernprotokoll des Konnex-Standards. Die Konnex-System-Spezifikation spiegelt den derzeitigen Stand für EIB wider.
L	data link	Datenverbindung (Präfix)
LAN	Local Area Network	Local Area Network
LLC	logical link control	logische Verbindungssteuerung
LPCI	link protocol control information	Verbindungsprotokoll-Steuerinformation
LPDU	link protocol data unit	Verbindungsprotokoll-Dateneinheit
LSAP	link service access point	Verbindungsdienstzugriffspunkt ((X'82' für BACnet)
LSDU	link service data unit	Verbindungsdienstdateneinheit
M	mandatory	verpflichtend
M(=)	mandatory	verpflichtend (Der Parameter entspricht semantisch dem Parameter in dem Dienstprimitiv unmittelbar zu seiner Linken in der Tabelle.)
MA	medium access (prefix)	Medienzugriff (Präfix)

Abkürzung (englisch)	Bedeutung (englisch)	Bedeutung (deutsch)
MAC	medium access control	Medienzugriffskontrolle
MPCI	MAC protocol control information	MAC-Protokollsteuerinformation
MPDU	MAC layer protocol data unit	MAC-Schicht-Protokolldateneinheit
MSDU	MAC service data unit	MAC-Dienstdateneinheit
MS/TP	master-slave/token-passing	Master-Slave/Token-Passing
N	network layer (prefix)	Vermittlungsschicht (Präfix)
NaN	„Not a Number“	„Keine Zahl“, ein eindeutiges Binärmuster, das eine ungültige Zahl darstellt (siehe ANSI/IEEE 754-1985)
NP	network priority	Netzwerkpriorität
NPCI	network protocol control information	Netzwerkprotokoll-Steuerinformationen
NPDU	network layer protocol data unit	Vermittlungsschicht-Protokolldateneinheit
NRZ	non-return to zero	Non-Return-To-Zero
NSAP	network service access point	Netzwerkdienstzugriffspunkt
NSDU	network service data unit	Netzwerkdienstdateneinheit
O		gibt an, dass die Unterstützung einer Eigenschaft optional ist
OSI	open systems interconnection	Kommunikation offener Systeme
P	physical layer (prefix)	physikalische Schicht (Präfix)
PAC	ARCNET data packet header octet	Oktett des ARCNET-Datenpaket-Headers
PCI	protocol control information	Protokollsteuerinformation
PDU	protocol data unit	Protokolldateneinheit
PICS	protocol implementation conformance statement	Konformitätserklärung zur Protokollimplementierung
PK	Private Key	privater Schlüssel
PPCI	physical layer protocol control information	Protokollsteuerinformationen der physikalischen Schicht
PPDU	physical protocol data unit	physikalische Protokolldateneinheit
PPP	Point-To-Point protocol	Punkt-zu-Punkt-Protokoll (RFC 1661)
PSDU	physical service data unit	physikalische Dienstdateneinheit
PTP	point-to-point	Punkt-zu-Punkt
R		gibt an, dass eine Eigenschaft unterstützt werden und lesbar (readable) sein muss
REQ	request primitive	Anforderungsprimitiv
RFC	request for comment	Request for Comment
RSP	response primitive	Antwortprimitiv
S	selection	Auswahl

Abkürzung (englisch)	Bedeutung (englisch)	Bedeutung (deutsch)
S(=)	selection	Auswahl (Der Parameter entspricht semantisch dem Parameter in dem Dienstprimitiv unmittelbar zu seiner Linken in der Tabelle.)
SA	local network source MAC layer address	MAC-Schicht-Adresse der lokalen Netzwerkquelle
SAP	service access point	Dienstzugangspunkt
SC	ARCNET system code	ARCNET-Systemcode (X'CD' für BACnet)
SDU	service data unit	Dienstdateneinheit
SID	ARCNET source MAC address	MAC-Adresse der ARCNET-Quelle
SK	Session Key	Sitzungsschlüssel
SLEN	1-octet length of original source MAC layer address	1-Oktett-Länge der MAC-Schicht-Adresse der ursprünglichen Quelle
SLIP	Serial Line Internet Protocol	Serial Line Internet Protocol (RFC 1055)
SNET	2-octet original source network number	2-Oktett-Netzwerknummer der ursprünglichen Quelle
SPC	Standard Project Committee	ASHRAE-Ausschuss für Normungsvorhaben
SSAP	LLC source service access point (X'82' for BACnet)	LLC-Quellen-Dienstzugangspunkt (X'82' für BACnet)
TSM	transaction state machine	Transaktionszustandsmaschine
U	user option	Benutzeroption
U(=)	user option	Benutzeroption (Der Parameter entspricht semantisch dem Parameter in dem Dienstprimitiv unmittelbar zu seiner Linken in der Tabelle.)
UART	universal asynchronous receiver/transmitter	Universeller Asynchron-Empfänger/-Sender
UDP	User Datagram Protocol	User Datagram Protocol (RFC 768)
VT	virtual terminal	virtuelles Terminal
W		gibt an, dass eine Eigenschaft unterstützt werden und lesbar und schreibbar (writable) sein muss
X'		gibt an, dass zwischen den Anführungszeichen eine Hexadezimalschreibweise verwendet wird
XID	eXchange IDentification	Exchange Identification (ISO 8802-2)

Nationaler Anhang NC (informativ)

BACnet-Protokollarchitektur

Im Folgenden wird ISO 16484-5:2010, Abschnitt 4 ins Deutsche übersetzt.

4 BACnet-Protokollarchitektur

Das Basis-Referenzmodell für die Kommunikation offener Systeme (ISO/OSI-Basis-Referenzmodell, ISO 7498) ist eine internationale Norm, die ein Modell zur Entwicklung herstellerneutraler Protokollstandards für die Rechnerkommunikation definiert. Das OSI-Modell behandelt die allgemeine Problematik der Kommunikation zwischen Rechnern und unterteilt dieses sehr komplexe Thema in sieben kleinere, leichter handhabbare Teilbereiche, die sich jeweils mit einer spezifischen Kommunikationsfunktion befassen. Jeder dieser Teilbereiche bildet eine „Schicht“ in der Protokollarchitektur.

Die sieben Schichten sind hierarchisch aufgebaut, dargestellt in Bild 4-1. Eine bestimmte Schicht erbringt Dienste für die darüber liegenden Schichten und verlässt sich auf Dienste, die von den unter ihr liegenden Schichten erbracht werden. Eine Schicht lässt sich als eine Art Blackbox denken, mit sorgfältig definierten Schnittstellen nach oben und nach unten. Ein Anwendungsprozess verbindet sich mit der OSI-Anwendungsschicht und kommuniziert mit einem zweiten, abgesetzten Anwendungsprozess. Diese Kommunikation scheint zwischen den beiden Prozessen so stattzufinden, als wären sie direkt durch ihre Anwendungsschichtschnittstellen verbunden. Für die übrigen Schichten sind minimale Kenntnisse erforderlich. Auf ähnliche Art verlässt sich jede Schicht des Protokolls zur Erbringung von Kommunikationsdiensten auf weiter unten angesiedelte Schichten und stellt eine virtuelle Peer-to-Peer-Kommunikation mit der ihr entsprechenden Schicht auf dem anderen System her. Die einzige tatsächliche Verbindung findet auf der physikalischen Schicht statt.

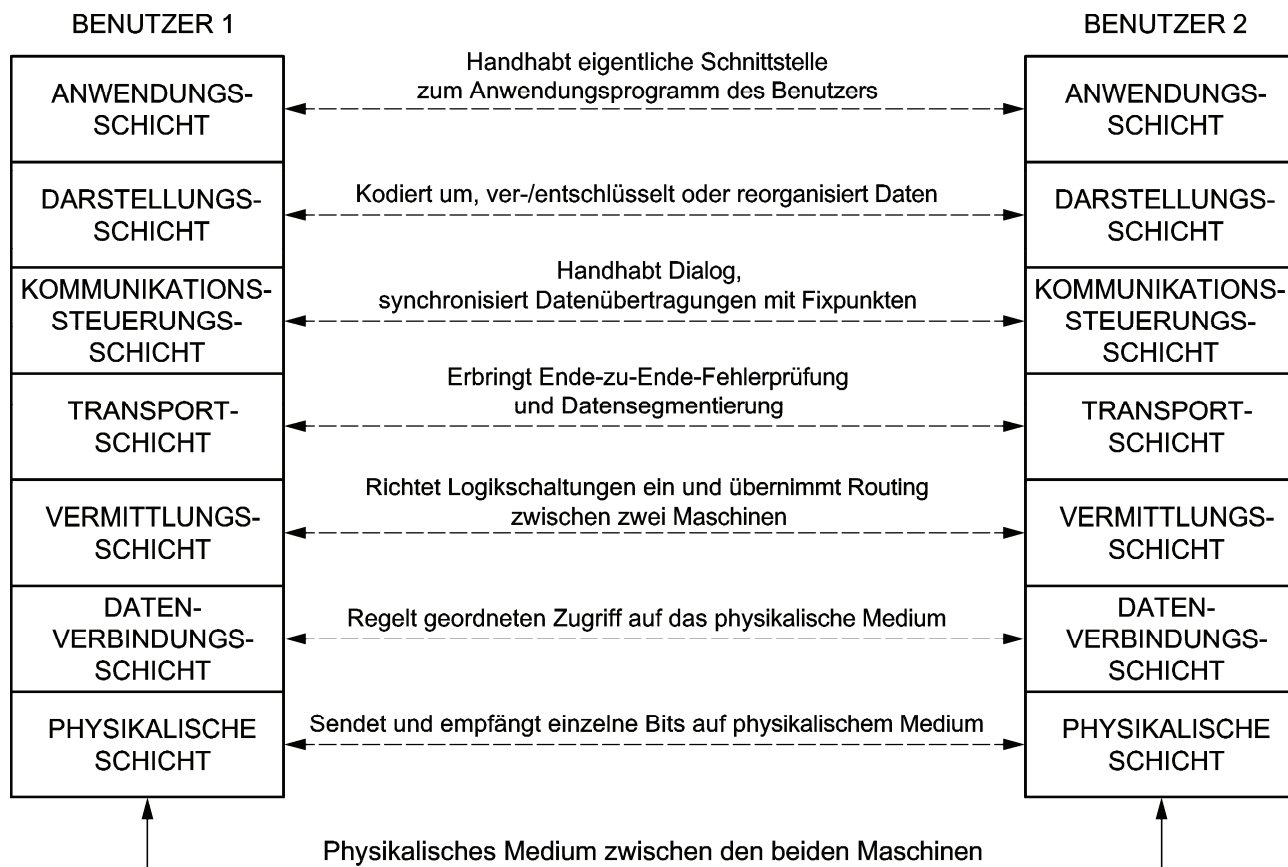


Bild 4-1 — Das ISO/OSI Basis Referenzmodell

Das OSI-Modell behandelt die Kommunikation zwischen Rechnern aus einer sehr allgemeinen Sicht. Es wurde zur Behandlung von Problemen entwickelt, die auftreten, wenn Rechner in großen, komplexen Netzwerken mit anderen Rechnern in Netzwerken an einem beliebigen Ort der Welt kommunizieren. In dieser Umgebung können Rechner durch große Entfernungen voneinander getrennt sein, und die Nachrichten können über mehrere Zwischenstellen übertragen werden, von denen möglicherweise jede Routing-Entscheidungen treffen oder eine Übersetzung vornehmen muss. Darüber hinaus können auch eine komplexe Synchronisierung und Pläne zur Fehlerbehebung erforderlich sein.

Die Implementierung eines derartigen Protokolls ist derzeit für die meisten Gebäudeautomationsanwendungen unerschwinglich und auch nicht allgemein erforderlich. Dennoch eignet sich das OSI-Modell gut für ein GA-Protokoll, wenn nur die OSI-Funktionalitäten berücksichtigt werden, die tatsächlich erforderlich sind und die Sieben-Schichten-Architektur auf diese Weise „zusammengelegt“ wird. In eine zusammengelegte Architektur (en: collapsed architecture) werden nur ausgewählte Schichten des OSI-Modells aufgenommen. Die übrigen Schichten sind praktisch nicht vorhanden, wodurch sich die Nachrichtenlänge und der Overhead der Kommunikationsverarbeitung reduzieren. Mit einer derartig zusammengelegten Architektur bieten sich der Gebäudeautomationsindustrie Vorteile durch geringere Kosten und Prozessor- und LAN-Technologien aus der Massenfertigung, wie sie für die Prozesssteuerungs- und Büroautomationsindustrie entwickelt wurden. Die Nutzung schnell verfügbarer, weit verbreiteter Technologien wie Ethernet¹⁾, ARCNET²⁾ und LonTalk³⁾ führt zu niedrigeren Kosten und einer gesteigerten Leistung und öffnet der Systemintegration neue Türen.

1) Ethernet ist eine eingetragene Marke der Firmen Digital Equipment Corporation, Intel und Xerox und bildet die Grundlage der Internationalen Norm ISO 8802-3.

2) ARCNET ist eine eingetragene Marke der Datapoint Corporation.

3) LonTalk ist eine eingetragene Marke der Echelon Corporation.

4.1 Die zusammengelegte BACnet-Architektur

BACnet basiert auf einer zusammengelegten Architektur mit vier Schichten, die im OSI-Modell der physikalischen Schicht, der Datenverbindungsschicht, der Vermittlungsschicht und der Anwendungsschicht entsprechen, dargestellt in Bild 4-2. Die Anwendungsschicht und eine einfache Vermittlungsschicht sind in der BACnet-Norm definiert. Für die Entsprechungen der Datenverbindungsschicht und der physikalischen Schicht des OSI-Modells stellt BACnet sechs Optionen bereit. Option 1 ist das durch ISO 8802-2, Type 1, definierte LLC-Protokoll, zusammen mit dem MAC-Protokoll und dem Protokoll für die physikalische Schicht nach ISO 8802-3. ISO 8802-2, Type 1, erbringt nur einen nicht quitierten verbindungslosen Dienst. ISO 8802-3 ist die ISO-Version des bekannten „Ethernet“-Protokolls. Option 2 ist eine Kombination aus dem Type-1-Protokoll nach ISO 8802-2 und ARCNET (ATA 878.1). Option 3 ist ein speziell für GA-Geräte ausgelegtes MS/TP-Protokoll, das Teil der BACnet-Norm ist. Das MS/TP-Protokoll stellt eine Schnittstelle zur Vermittlungsschicht bereit, die wie das Type-1-Protokoll von ISO 8802-2 aussieht, und regelt den Zugriff auf eine physikalische Schicht nach EIA-485. Option 4, das Punkt-zu-Punkt-Protokoll, stellt Mechanismen für die festverdrahtete oder wählbare serielle, asynchrone Kommunikation bereit. Option 5 ist das LonTalk-Protokoll. Option 6, BACnet/IP, erlaubt BACnet-Geräten, genormte Internet-Protokolle (UDP und IP) als eine virtuelle Datenverbindungsschicht zu verwenden. Zusammen bieten diese Optionen eine Master/Slave-MAC, eine deterministische Token/Passing-MAC, eine konkurrierende Hochgeschwindigkeits-MAC, Wählzugriff, Stern- und Bustopologien sowie eine Auswahl an verdrehten, koaxialen oder faseroptischen Medien. In Abschnitt 7 bis Abschnitt 11 und Anhang J sind diese Optionen ausführlicher beschrieben.

Die zusammengelegte Vier-Schichten-Architektur wurde gewählt, nachdem die speziellen Merkmale und Anforderungen von GA-Netzwerken sorgfältig in Betracht gezogen wurden, darunter die Bedingung, dass der Protokoll-Overhead möglichst klein sein muss. Die Begründung der Wahl der physikalischen Schicht, der Datenverbindungs-, Vermittlungs- und der Anwendungsschicht für die BACnet-Architektur ist im vorliegenden Unterabschnitt gegeben.

Welche Schichten sind für das ordnungsgemäße Funktionieren eines GA-Netzwerks erforderlich? Bei GA-Netzwerken handelt es sich um lokale Netzwerke (LANs). Das gilt trotz der Tatsache, dass es bei einigen Anwendungen erforderlich ist, Informationen mit Geräten in einem sehr weit entfernten Gebäude auszutauschen. Diese Kommunikation über große Entfernungen erfolgt über Fernsprechnetze. Routing, Weitersendung und garantierte Zustellung werden von der Fernsprechanlage gehandhabt und finden somit im Prinzip außerhalb des GA-Netzwerks statt. GA-Geräte sind statisch. Sie bewegen sich nicht von einem Ort zum anderen, und die Funktionen, die sie ausführen sollen, ändern sich nicht so, wie zum Beispiel bei einem Fertigungsgerät, das heute eine bestimmte Teileart fertigt und morgen möglicherweise eine ganz andere. Dies sind einige der Merkmale von GA-Netzwerken, die bei der Beurteilung der Eignung der OSI-Schichten herangezogen werden können.

BACnet-Schichten						Entsprechende OSI-Schichten
BACnet-Anwendungsschicht						Anwendungs-schicht
BACnet-Vermittlungsschicht						Vermittlungs-schicht
ISO 8802-2 (IEE 802.2) Typ 1	MS/TP	PTP	LonTalk	BVLL	UDP/IP	Daten-verbindungs-schicht
ISO 8802-3 (IEE 802.3)	ARCNET	EIA-485		EIA-232		Physikalische Schicht

Bild 4-2 — Zusammengelegte BACnet Architektur

Die physikalische Schicht stellt ein Mittel zur Verbindung der Geräte und zum Senden der elektronischen Signale, die die Daten übertragen, bereit. Die physikalische Schicht ist in einem GA-Protokoll also auf jeden Fall erforderlich.

Die Datenverbindungsschicht organisiert die Daten zu Frames oder Paketen, regelt den Zugriff auf das Medium, sorgt für die Adressierung und handhabt ein gewisses Maß an Fehlerkorrekturen und Flusssteuerung. Dies alles sind Funktionen, die in einem GA-Protokoll erforderlich sind. Daraus ergibt sich, dass auch die Datenverbindungsschicht benötigt wird.

Zu den von der Vermittlungsschicht bereitgestellten Funktionen gehören die Übersetzung globaler in lokale Adressen, das Nachrichten-Routing durch ein oder mehrere Netzwerke, der Umgang mit Unterschieden in der Art des Netzwerks und den von diesen Netzwerken zugelassenen maximalen Nachrichtengrößen, Sequenzierung, Flusssteuerung, Fehlerüberwachung und Multiplexing. BACnet ist so gestaltet, dass es zwischen den Geräten nur einen logischen Pfad gibt, wodurch Algorithmen zur optimalen Wegewahl überflüssig sind. Ein Netzwerk besteht aus einem oder mehreren durch Repeater oder Bridges miteinander verbunden physikalischen Segmenten, die jedoch einen lokalen Adressraum besitzen. Im Falle eines einzelnen Netzwerks sind die meisten Funktionen der Vermittlungsschicht entweder unnötig oder Duplikate der Funktionen der Datenverbindungsschicht. Bei einigen BACnet-Systemen ist die Vermittlungsschicht allerdings notwendig. Das ist dann der Fall, wenn zwei oder mehr Netzwerke in einem BACnet-Internet unterschiedliche MAC-Schichtenoptionen verwenden. Wenn dies geschieht, muss der Unterschied zwischen lokalen und globalen Adressen erkannt werden, und die Nachrichten müssen zu den entsprechenden Netzwerken geleitet werden. BACnet bietet diese eingeschränkte Vermittlungsschicht-Fähigkeit, indem es einen Netzwerkschicht-Header definiert, der die notwendigen Adressierungs- und Steuerinformationen enthält.

Die Transportschicht ist verantwortlich für eine garantierte Ende-zu-Ende-Zustellung der Nachrichten sowie für Segmentierung, Sequenzsteuerung, Flusssteuerung und Fehlerbehebung. Die meisten Funktionen der Transportschicht ähneln den Funktionen der Datenverbindungsschicht, ihr Anwendungsbereich ist jedoch ein anderer. Der Anwendungsbereich der von der Transportschicht erbrachten Dienste erstreckt sich von Ende zu Ende, während die Dienste der Datenverbindungsschicht einen Punkt-zu-Punkt-Anwendungsbereich über ein einzelnes Netzwerk haben. Da BACnet Konfigurationen mit mehreren Netzwerken unterstützt, muss das Protokoll die Ende-zu-Ende-Dienste der Transportschicht bereitstellen. Eine garantierte Ende-zu-Ende-Zustellung und Fehlerbehebung werden in der BACnet-Anwendungsschicht durch Übertragungswiederholungsfähigkeiten und Timeout-Fähigkeiten bereitgestellt. Die Nachrichten-segmentierung und Ende-zu-Ende-Flusssteuerung sind für die Ressourcenverwaltung des Puffers und Prozessors erforderlich. Der Grund dafür ist, dass selbst auf einfache BACnet-Anforderungen potentiell große Informationsmengen zurückgegeben werden können. Diese Funktionen werden in der BACnet-Anwendungsschicht bereitgestellt. Die Sequenzsteuerung schließlich ist erforderlich, um segmentierte Nachrichten wieder richtig zusammenzusetzen. Dies erfolgt in der BACnet-Anwendungsschicht innerhalb der Segmentierungsprozedur. Da BACnet auf einem verbindungslosen Kommunikationsmodell basiert, ist der Anwendungsbereich der notwendigen Dienste begrenzt genug, um deren Implementierung auf einer höheren Schicht zu rechtfertigen, wodurch der Kommunikations-Overhead einer gesonderten Transportschicht eingespart wird.

Die Kommunikationssteuerungsschicht dient dazu, lange Dialoge zwischen Kommunikationspartnern einzurichten und zu handhaben. Die Funktionen der Kommunikationssteuerungsschicht umfassen die Einrichtung von Synchronisationsfixpunkten und die Rückkehr zu eingerichteten Fixpunkten bei Auftreten von Fehlerzuständen, um zu vermeiden, dass ein Austausch wieder von vorne beginnen muss. Die meisten Kommunikationsvorgänge in einem GA-Netzwerk sind sehr kurz. So müssen zum Beispiel nur ein Wert oder einige wenige Werte gelesen oder geschrieben, ein Gerät über einen Alarm oder ein Ereignis informiert oder ein Sollwert geändert werden. Gelegentlich findet ein längerer Austausch statt, wie etwa der Upload oder Download eines Geräts. Die wenigen Male, die sich der Dienst dieser Schicht als nützlich erweisen würde, rechtfertigen nicht den zusätzlichen Overhead, der mit den meisten Transaktionen einhergehen müsste, die sehr kurz sind und diesen Overhead nicht benötigen.

Die Darstellungsschicht bietet Kommunikationspartnern die Möglichkeit zur Aushandlung der in der Ausführung der Kommunikation zu verwendenden Transfersyntax. Bei dieser Transfersyntax handelt es sich um eine Übersetzung aus der abstrakten Benutzersicht von Daten auf der Anwendungsschicht in Oktettsequenzen, die auf den unteren Schichten als Daten behandelt werden. Ist nur eine Transfersyntax

zulässig, reduziert sich die Funktion der Darstellungsschicht auf ein Kodierungsschema für die Darstellung der Anwendungsdaten. BACnet definiert ein derartiges festes Kodierungsschema und stellt es in seiner Anwendungsschicht bereit, wodurch die Notwendigkeit einer eigenständigen Darstellungsschicht entfällt.

Die Anwendungsschicht des Protokolls erbringt die Kommunikationsdienste, die die Anwendungen zur Ausführung ihrer Funktionen benötigen, in diesem Fall die Überwachung und Steuerung von HLKK- und sonstigen Gebäudeanlagen. Das Protokoll muss also zwingend eine Anwendungsschicht bereitstellen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten:

- b) durch die Betriebsmittel- und Gemeinkosten, die bei Implementierung einer vollständigen OSI-Architektur mit allen sieben Schichten anfallen, ist diese Architektur für derzeitige GA-Geräte unpraktisch;
- c) eine Orientierung am OSI-Modell bietet Vorteile bei der Übernahme bestehender Rechnernetz-Technologien. Dadurch können sich Kosteneinsparungen ergeben, und die Integration in andere Rechnernetzsysteme kann sich als einfacher erweisen;
- d) die Erwartungen an und die Umgebung von GA-Systemen erlauben eine Vereinfachung des OSI-Modells durch Eliminieren der Funktionalität einiger Schichten;
- e) eine zusammengelegte Architektur, bestehend aus der physikalischen Schicht, der Datenverbindungs-, Vermittlungs- und der Anwendungsschicht, ist die optimale Lösung für heutige GA-Systeme.

4.2 BACnet-Netzwerktopologie

Im Interesse der Anwendungsflexibilität schreibt BACnet keine starre Netzwerktopologie vor. BACnet-Geräte sind stattdessen physikalisch mit einer von vier LAN-Arten verbunden oder über dedizierte oder wählbare serielle, asynchrone Leitungen. Diese Netzwerke können dann nach Abschnitt 6 durch BACnet-Router weiter untereinander verbunden werden.

Was die LAN-Topologie betrifft, ist jedes BACnet-Gerät an ein elektrisches Medium oder *physikalisches Segment* angebunden. Ein BACnet-Segment besteht aus einem oder mehreren physikalischen Segmenten, die auf der physikalischen Schicht über *Repeater* verbunden sind. Ein BACnet-Netzwerk besteht aus einem oder mehreren Segmenten, die durch *Bridges* verbunden sind, also Einrichtungen, die die Segmente auf der physikalischen Schicht und der Daten Verbindungsschicht miteinander verbinden und auf der Grundlage von MAC-Adressen Nachrichten filtern können; ein Netzwerk bildet einen einzelnen MAC-Adressbereich. Mehrere Netzwerke, die eventuell unterschiedliche LAN-Technologien nutzen, können über BACnet-Router verbunden sein und so ein BACnet-Inter-Netzwerk bilden. In einem BACnet-Inter-Netzwerk gibt es zwischen zwei beliebigen Knoten genau einen Nachrichtenweg. Die verschiedenen Begriffe sind in Bild 4-3 noch einmal grafisch veranschaulicht.

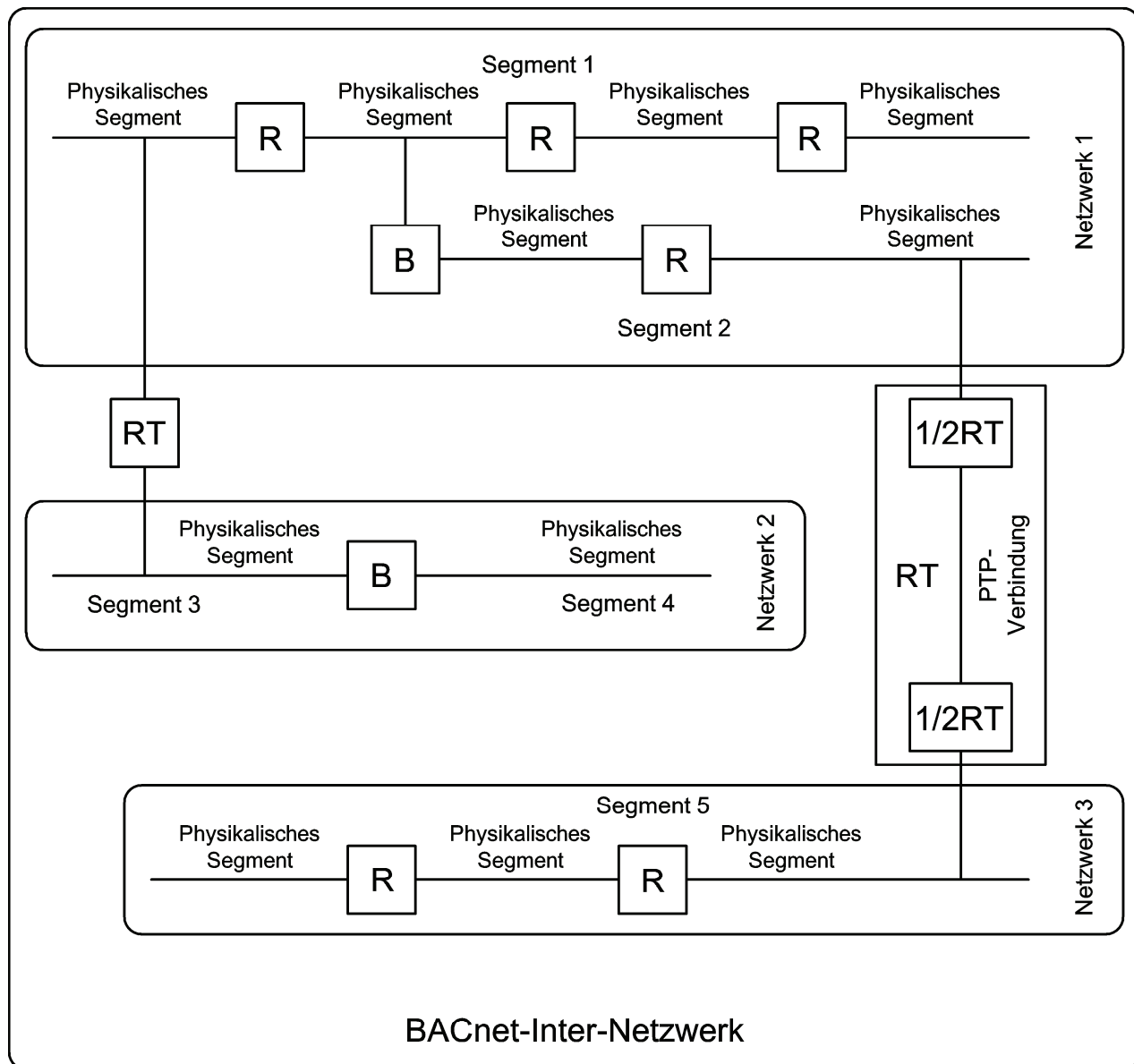


Bild 4-3 — BACnet Inter Netzwerk mit einer Veranschaulichung der Begriffe Physikalisches Segment, Repeater, Segment, Bridge, Netzwerk, Halbrouter und Router

4.3 Sicherheit

Die größte Sicherheitsbedrohung für BACnet-Systeme sind Personen, die, sei es beabsichtigt oder unbeabsichtigt, die Konfigurations- oder Steuerparameter eines Geräts verändern. Probleme aufgrund eines fehlerhaften Rechners fallen nicht in den Bereich Sicherheit. Eine wichtige Stelle für Sicherheitsmaßnahmen ist die Bediener-Maschine-Schnittstelle. Da diese nicht Teil des Kommunikationsprotokolls ist, ist es Herstellern freigestellt, je nach Bedarf Passwortschutz, Prüfpfade oder sonstige Kontrollen für diese Schnittstelle vorzusehen. Zusätzlich kann der Schreibzugriff für alle Eigenschaften, die nach dieser Norm nicht ausdrücklich „writable“ (schreibbar) sein müssen, auf im Virtual-Terminal-Modus vorzunehmende Modifikationen beschränkt oder gänzlich untersagt werden. Auf diese Weise kann ein Hersteller Schlüsseleigenschaften mit einem Sicherheitsmechanismus schützen, der so anspruchsvoll ist, wie vom Hersteller als geeignet erachtet. BACnet definiert außerdem Dienste, die zur Authentifizierung der Peer-Entität, der Datenherkunft und des Bedieners eingesetzt werden können. Siehe dazu Abschnitt 24.

Nationaler Anhang ND (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO/IEC 9545, *Informationstechnik — Kommunikation Offener Systeme — Struktur der Anwendungsschicht*

English Version

Building automation and control systems —
Part 5: Data communication protocol
(ISO 16484-5:2010)

Systèmes d'automatisation et de gestion technique
du bâtiment —
Partie 5: protocole de communication de données
(ISO 16484-5:2010)

Systeme der Gebäudeautomation —
Teil 5: Datenkommunikationsprotokoll
(ISO 16484-5:2010)

This European Standard was approved by CEN on 6 December 2010.

CEN members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration. Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CEN member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.



EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

Contents		Page
Foreword.....		3
1	Scpoe	4
2	Requirements	4
3	Revision of ANSI/ASHRAE 135.....	4
ASHRAE Stand 135-2008, (Including ANSI/ASHRAE addenda listed in the History of Revisions).....		5

Foreword

This document (EN ISO 16484-5:2010) has been prepared by Technical Committee ISO/TC 205 “Building environment design” in collaboration with Technical Committee CEN/TC 247 “Building Automation, Controls and Building Management” the secretariat of which is held by SNV.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by June 2011, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by June 2011.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. CEN [and/or CENELEC] shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This document supersedes EN ISO 16484-5:2008.

ISO 16484 consists of the following parts, under the general title *Building automation and control systems*:

- *Part 1: Project specification and implementation*
- *Part 2: Hardware*
- *Part 3: Functions*
- *Part 5: Data communication protocol*
- *Part 6: Data communication conformance testing*

Applications and project implementation are to form the subjects of future Parts 4 and 7.

According to the CEN/CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and the United Kingdom.

Endorsement notice

The text of ISO 16484-5:2010 has been approved by CEN as a EN ISO 16484-5:2010 without any modification.

1 Scope

This part of ISO 16484 defines data communication services and protocols for computer equipment used for monitoring and control of heating, ventilation, air-conditioning and refrigeration (HVAC&R) and other building systems. It defines, in addition, an abstract, object-oriented representation of information communicated between such equipment, thereby facilitating the application and use of digital control technology in buildings. The scope and field of application are furthermore detailed in Clause 2 of the enclosed ANSI/ASHRAE publication.

2 Requirements

Requirements are the technical recommendations made in the following publication (reproduced on the following pages), which is adopted as an International Standard:

ANSI/ASHRAE 135-2008, *A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks*

The text on the back of the title page of the ANSI/ASHRAE standard and the policy statement on the last page are not relevant for the purposes of international standardization.

The following International Standards are cited in the text:

ISO/IEC 7498 (all parts), *Information technology — Open Systems Interconnection — Basic Reference Model*

ISO/TR 8509, *Information processing systems — Open Systems Interconnection — Service conventions*

ISO/IEC 8649, *Information technology — Open Systems Interconnection — Service definition for the Association Control Service Element*

ISO/IEC 8802-2, *Information technology — Telecommunications and information exchange between systems — Local and metropolitan area networks — Specific requirements — Part 2: Logical link control*

ISO/IEC 8802-3, *Information technology — Telecommunications and information exchange between systems — Local and metropolitan area networks — Specific requirements — Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications*

ISO/IEC 8824 (all parts), *Information technology — Abstract Syntax Notation One (ASN.1)*

ISO/IEC 8825 (all parts), *Information technology — ASN.1 encoding rules*

ISO/IEC 8859-1, *Information technology — 8-bit single-byte coded graphic character sets — Part 1: Latin alphabet No. 1*

ISO/IEC 9545, *Information technology — Open Systems Interconnection — Application Layer structure*

ISO/IEC 10646, *Information technology — Universal Multiple-Octet Coded Character Set (UCS)*

3 Revision of ANSI/ASHRAE 135

It has been agreed with the American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) that Technical Committee ISO/TC 205 will be consulted in the event of any revision or amendment of ANSI/ASHRAE 135. To this end, ANSI will act as a liaison body between ASHRAE and ISO.



ASHRAE STANDARD



A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks

See the History of Revisions at the end of this standard for approval dates by the ASHRAE Standards Committee, the ASHRAE Board of Directors, and the American National Standards Institute.

This standard is under continuous maintenance by a Standing Standard Project Committee (SSPC) for which the Standards Committee has established a documented program for regular publication of addenda or revisions, including procedures for timely, documented, consensus action on requests for change to any part of the standard. The change submittal form, instructions, and deadlines may be obtained in electronic form from the ASHRAE Web site, <http://www.ashrae.org>, or in paper form from the Manager of Standards. The latest edition of an ASHRAE Standard may be purchased from ASHRAE Customer Service, 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329-2305. E-mail: orders@ashrae.org. Fax: 404-321-5478. Telephone: 404-636-8400 (worldwide), or toll free 1-800-527-4723 (for orders in US and Canada).

© Copyright 2008 ASHRAE

ISSN 1041-2336



**American Society of Heating, Refrigerating
and Air-Conditioning Engineers, Inc.**

1791 Tullie Circle NE, Atlanta, GA 30329
www.ashrae.org

(Blank page)

ASHRAE STANDING STANDARD PROJECT COMMITTEE 135
Cognizant TC: TC 1.4, Control Theory and Applications
SPLS Liaison: Frank E. Jakob

William O. Swan III, *Chair*
David W. Robin, *Vice-Chair*
Carl Neilson, *Secretary*
Donald P. Alexander
Ron E. Anderson
Beauford W. Atwater
David J. Branson
Barry B. Bridges
Coleman L. Brumley, Jr.
Ernest C. Bryant
Steven T. Bushby
James F. Butler
A. J. Capowski
Keith A. Corbett
Jeffrey Cosiol
Troy Cowan

Harsha M. Dabholkar
Sharon E. Dinges
Dana R. Epperson
Thomas Ertsgaard
Craig P. Gemmill
Daniel P. Giorgis
Ira G. Goldschmidt
Winston I. Hetherington
David G. Holmberg
Anthony J. Icenhour
Robert L. Johnson
Stephen Karg
J. Damian Ljungquist
James G. Luth
John J. Lynch

Jerald P. Martocci
H. Michael Newman
Cherisse M. Nicastro
Robert L. Old
Mark A. Railsback
Carl J. Ruther
Ernest Senior
Patrick Sheridan
David G. Shike
Kevin Sweeney
David B. Thompson
Daniel A. Traill
J. Michael Whitcomb
David F. White
Grant N. Wichenki
Robert J. Zamojcin

The following persons served as consultants to the project committee:

Alexander Andreyev
Martin Burns
Christopher Chapman
Howard Coleman
Clifford H. Copass
Stuart Donaldson
Peter Fischer
David Fisher
Wilson Fowlie
Rokuro Fujii
Andrey Golovin
Don Gottschalk
John L. Hartman
Daniel Heine
Yoshiyuki Honda
Ted Humpal
Cuong Huynh

Koichi Ikeda
Bernhard Isler
Hiroshi Ito
René Kälin
Michael Kinter-Myers
Roland Laird
Simon Lemaire
Joseph S. Majewski
Jerald Martocci
Les Mather
Kornelia Mergner
Hans-Joachim Mundt
Masahara Nakamura
Jack Neyer
Duffy O'Craven
Masahiro Ogawa
Michael Olson
René Quirighetti

Dave Richards
David H. Ritter
Frank Schubert
Randy Shaul
Takeji Toyoda
Stephen Treado
Ketki Vahalia
Alan Vinh
Bruce Westphal
David White
Graham Whiting
Todd Wiese
Cameron Williams
Ove Wiuff
Christoph Zeller
Chad Ziehm
Rob Zivney

(Blank page)

CONTENTS

FOREWORD	vii
1 PURPOSE	1
2 SCOPE	1
3 DEFINITIONS	1
3.1 Terms Adopted from International Standards	1
3.2 Terms Defined for this Standard	2
3.3 Abbreviations and Acronyms Used in this Standard	5
4 BACnet PROTOCOL ARCHITECTURE	8
4.1 The BACnet Collapsed Architecture	9
4.2 BACnet Network Topology	11
4.3 Security	13
5 THE APPLICATION LAYER	14
5.1 The Application Layer Model	14
5.2 Segmentation of BACnet Messages	18
5.3 Transmission of BACnet APDUs	19
5.4 Application Protocol State Machines	23
5.5 Application Protocol Time Sequence Diagrams	37
5.6 Application Layer Service Conventions	45
6 THE NETWORK LAYER	47
6.1 Network Layer Service Specification	47
6.2 Network Layer PDU Structure	48
6.3 Messages for Multiple Recipients	53
6.4 Network Layer Protocol Messages	54
6.5 Network Layer Procedures	56
6.6 BACnet Routers	58
6.7 Point-To-Point Half-Routers	63
7 DATA LINK/PHYSICAL LAYERS: ISO 8802-3 ("Ethernet") LAN	68
7.1 The Use of ISO 8802-2 Logical Link Control (LLC)	68
7.2 Parameters Required by the LLC Primitives	68
7.3 Parameters Required by the MAC Primitives	68
7.4 Physical Media	68
8 DATA LINK/PHYSICAL LAYERS: ARCNET LAN	70
8.1 The Use of ISO 8802-2 Logical Link Control (LLC)	70
8.2 Parameters Required by the LLC Primitives	70
8.3 Mapping the LLC Services to the ARCNET MAC Layer	70
8.4 Parameters Required by the MAC Primitives	70
8.5 Physical Media	70
9 DATA LINK/PHYSICAL LAYERS: MASTER-SLAVE/TOKEN PASSING (MS/TP) LAN	72
9.1 Service Specification	72
9.2 Physical Layer	74
9.3 MS/TP Frame Format	76
9.4 Overview of the MS/TP Network	77
9.5 MS/TP Medium Access Control	78
9.6 Cyclic Redundancy Check (CRC)	94
9.7 Interfacing MS/TP LANs with Other BACnet LANs	95
9.8 Responding BACnet User Processing of Messages from MS/TP	95
9.9 Repeaters	96
10 DATA LINK/PHYSICAL LAYERS: POINT-TO-POINT (PTP)	98
10.1 Overview	98
10.2 Service Specification	98
10.3 Point-to-Point Frame Format	103
10.4 PTP Medium Access Control Protocol	105
11 DATA LINK/PHYSICAL LAYERS: EIA/CEA-709.1 ("LonTalk") LAN	126
11.1 The Use of ISO 8802-2 Logical Link Control (LLC)	126
11.2 Parameters Required by the LLC Primitives	126
11.3 Mapping the LLC Services to the LonTalk Application Layer	126

11.4	Parameters Required by the Application Layer Primitives.....	126
11.5	Physical Media	127
12	MODELING CONTROL DEVICES AS A COLLECTION OF OBJECTS	128
12.1	Accumulator Object Type.....	132
12.2	Analog Input Object Type	140
12.3	Analog Output Object Type.....	145
12.4	Analog Value Object Type	150
12.5	Averaging Object Type.....	155
12.6	Binary Input Object Type	158
12.7	Binary Output Object Type.....	163
12.8	Binary Value Object Type	169
12.9	Calendar Object Type	174
12.10	Command Object Type.....	176
12.11	Device Object Type	180
12.12	Event Enrollment Object Type	188
12.13	File Object Type	193
12.14	Group Object Type	195
12.15	Life Safety Point Object Type	197
12.16	Life Safety Zone Object Type	203
12.17	Loop Object Type.....	209
12.18	Multi-state Input Object Type.....	216
12.19	Multi-state Output Object Type	220
12.20	Multi-state Value Object Type	224
12.21	Notification Class Object Type.....	229
12.22	Program Object Type.....	232
12.23	Pulse Converter Object Type.....	237
12.24	Schedule Object Type.....	244
12.25	Trend Log Object Type	249
12.26	Access Door Object Type.....	257
12.27	Event Log Object Type.....	264
12.28	Load Control Object Type.....	270
12.29	Structured View Object Type	279
12.30	Trend Log Multiple Object Type.....	281
13	ALARM AND EVENT SERVICES.....	289
13.1	Change of Value Reporting	290
13.2	Intrinsic Reporting	292
13.3	Algorithmic Change Reporting.....	296
13.4	Alarm and Event Occurrence and Notification.....	304
13.5	AcknowledgeAlarm Service	306
13.6	ConfirmedCOVNotification Service	308
13.7	UnconfirmedCOVNotification Service	310
13.8	ConfirmedEventNotification Service.....	311
13.9	UnconfirmedEventNotification Service.....	314
13.10	GetAlarmSummary Service.....	316
13.11	GetEnrollmentSummary Service	318
13.12	GetEventInformation Service	321
13.13	LifeSafetyOperation Service.....	323
13.14	SubscribeCOV Service	325
13.15	SubscribeCOVProperty Service	327
14	FILE ACCESS SERVICES	330
14.1	AtomicReadFile Service.....	331
14.2	AtomicWriteFile Service	334
15	OBJECT ACCESS SERVICES	336
15.1	AddListElement Service.....	336
15.2	RemoveListElement Service.....	338
15.3	CreateObject Service	340
15.4	DeleteObject Service	342

15.5	ReadProperty Service	343
15.6	ReadPropertyConditional Service.....	345
15.7	ReadPropertyMultiple Service.....	350
15.8	ReadRange Service.....	353
15.9	WriteProperty Service	357
15.10	WritePropertyMultiple Service.....	359
16	REMOTE DEVICE MANAGEMENT SERVICES.....	362
16.1	DeviceCommunicationControl Service	362
16.2	ConfirmedPrivateTransfer Service	364
16.3	UnconfirmedPrivateTransfer Service	366
16.4	ReinitializeDevice Service.....	367
16.5	ConfirmedTextMessage Service.....	369
16.6	UnconfirmedTextMessage Service.....	371
16.7	TimeSynchronization Service.....	372
16.8	UTCTimeSynchronization Service.....	373
16.9	Who-Has and I-Have Services.....	374
16.10	Who-Is and I-Am Services	376
17	VIRTUAL TERMINAL SERVICES.....	378
17.1	Virtual Terminal Model.....	378
17.2	VT-Open Service	382
17.3	VT-Close Service.....	384
17.4	VT-Data Service	385
17.5	Default-terminal Characteristics	387
18	ERROR, REJECT, and ABORT CODES.....	391
18.1	Error Class - DEVICE	391
18.2	Error Class - OBJECT	391
18.3	Error Class - PROPERTY	391
18.4	Error Class - RESOURCES.....	392
18.5	Error Class - SECURITY	393
18.6	Error Class - SERVICES	393
18.7	Error Class – COMMUNICATION.....	394
18.8	Error Class - VT	395
18.9	Reject Reason	396
18.10	Abort Reason	396
19	BACnet PROCEDURES	398
19.1	Backup and Restore	398
19.2	Command Prioritization.....	401
19.3	Device Restart Procedure	404
20	ENCODING BACnet PROTOCOL DATA UNITS.....	405
20.1	Encoding the Fixed Part of BACnet APDUs.....	405
20.2	Encoding the Variable Part of BACnet APDUs	415
21	FORMAL DESCRIPTION OF APPLICATION PROTOCOL DATA UNITS	429
22	CONFORMANCE AND INTEROPERABILITY	477
22.1	Conformance to BACnet	477
22.2	BACnet Interoperability	478
23	EXTENDING BACnet TO ACCOMMODATE VENDOR PROPRIETARY INFORMATION	480
23.1	Extending Enumeration Values	480
23.2	Using the PrivateTransfer Services to Invoke Non-Standardized Services	481
23.3	Adding Proprietary Properties to a Standardized Object.....	481
23.4	Adding Proprietary Object Types to BACnet.....	481
23.5	Restrictions on Extending BACnet.....	482
24	NETWORK SECURITY	483
24.1	Security Architecture	483
24.2	Authentication Mechanisms	484
24.3	Data Confidentiality Mechanism	486
24.4	RequestKey Service.....	487
24.5	Authenticate Service.....	488

25	REFERENCES	491
ANNEX A - PROTOCOL IMPLEMENTATION CONFORMANCE STATEMENT (NORMATIVE)		494
ANNEX B - GUIDE TO SPECIFYING BACnet DEVICES (INFORMATIVE)		496
ANNEX C - FORMAL DESCRIPTION OF OBJECT TYPE STRUCTURES (INFORMATIVE)		497
ANNEX D - EXAMPLES OF STANDARD OBJECT TYPES (INFORMATIVE)		512
D.1	Example of an Accumulator Object	512
D.2	Example of an Analog Input Object	512
D.3	Example of an Analog Output Object	513
D.4	Example of an Analog Value Object	513
D.5	Example of an Averaging Object	514
D.6	Example of a Binary Input Object	514
D.7	Example of a Binary Output Object	515
D.8	Example of a Binary Value Object	516
D.9	Example of a Calendar Object	517
D.10	Example of a Command Object	517
D.11	Example of a Device Object	518
D.12	Example of an Event Enrollment Object	520
D.13	Example of a File Object	522
D.14	Example of a Group Object	522
D.15	Example of a Life Safety Point Object	522
D.16	Example of a Life Safety Zone Object	523
D.17	Example of a Loop Object	524
D.18	Example of a Multi-state Input Object	525
D.19	Example of a Multi-state Output Object	526
D.20	Example of a Multi-state Value Object	527
D.21	Example of a Notification Class Object	527
D.22	Example of a Program Object	527
D.23	Example of a Pulse Converter Object	529
D.24	Example of a Schedule Object	529
D.25	Example of a Trend Log Object	530
D.23	Example of a Trend Log Object	533
ANNEX E - EXAMPLES OF BACnet APPLICATION SERVICES (INFORMATIVE)		535
E.1	Alarm and Event Services	535
E.2	File Access Services	539
E.3	Object Access Services	541
E.4	Remote Device Management Services	548
E.5	Virtual Terminal Services	551
E.6	Security Services	552
ANNEX F - EXAMPLES OF APDU ENCODING (INFORMATIVE)		554
F.1	Example Encodings for Alarm and Event Services	554
F.2	Example Encodings for File Access Services	563
F.3	Example Encodings for Object Access Services	565
F.4	Example Encodings for Remote Device Management Services	579
F.5	Example Encodings for Virtual Terminal Services	584
F.6	Example Encodings for Security Services	586
ANNEX G - CALCULATION OF CRC (INFORMATIVE)		588
G.1	Calculation of the Header CRC	588
G.2	Calculation of the Data CRC	594
ANNEX H - COMBINING BACnet NETWORKS WITH NON-BACnet NETWORKS (NORMATIVE)		599
H.1	Mapping Non-BACnet Networks onto BACnet Routers	599
H.2	Multiple 'Virtual' BACnet Devices in a Single Physical Device	599
H.3	Using BACnet with the DARPA Internet Protocols	599
H.4	Using BACnet with the IPX Protocol	600
H.5	Using BACnet with EIB/KNX	602
ANNEX I - COMMANDABLE PROPERTIES WITH MINIMUM ON AND OFF TIMES (INFORMATIVE)		615
ANNEX J - BACnet/IP (NORMATIVE)		617
J.1	General	617

J.2	BACnet Virtual Link Layer	617
J.3	BACnet/IP Directed Messages	621
J.4	BACnet/IP Broadcast Messages	621
J.5	Addition of Foreign B/IP Devices to an Existing B/IP Network	622
J.6	Routing Between B/IP and non-BP/IP BACnet Networks	624
J.7	Routing Between Two B/IP BACnet Networks	625
J.8	Use of IP Multicast within BACnet/IP	627
J.9	Sources for Internet Information	628
ANNEX K	- BACnet INTEROPERABILITY BUILDING BLOCKS (BIBBs) (NORMATIVE)	629
K.1	Data Sharing BIBBs	629
K.1.1	BIBB - Data Sharing - ReadProperty - A (DS-RP-A)	629
K.1.2	BIBB - Data Sharing - ReadProperty - B (DS-RP-B)	629
K.1.3	BIBB - Data Sharing - ReadPropertyMultiple - A (DS-RPM-A)	629
K.1.4	BIBB - Data Sharing - ReadPropertyMultiple - B (DS-RPM-B)	629
K.1.5	BIBB - Data Sharing - ReadPropertyConditional - A (DS-RPC-A)	629
K.1.6	BIBB - Data Sharing - ReadPropertyConditional - B (DS-RPC-B)	630
K.1.7	BIBB - Data Sharing - WriteProperty - A (DS-WP-A)	630
K.1.8	BIBB - Data Sharing - WriteProperty - B (DS-WP-B)	630
K.1.9	BIBB - Data Sharing - WritePropertyMultiple - A (DS-WPM-A)	630
K.1.10	BIBB - Data Sharing - WritePropertyMultiple - B (DS-WPM-B)	630
K.1.11	BIBB - Data Sharing - COV - A (DS-COV-A)	630
K.1.12	BIBB - Data Sharing - COV - B (DS-COV-B)	631
K.1.13	BIBB - Data Sharing - COVP - A (DS-COVP-A)	631
K.1.14	BIBB - Data Sharing - COVP - B (DS-COVP-B)	631
K.1.15	BIBB - Data Sharing - COV - Unsolicited - A (DS-COVU-A)	631
K.1.16	BIBB - Data Sharing - COV - Unsolicited - B (DS-COVU-B)	631
K.2	Alarm and Event Management BIBBs	631
K.2.1	BIBB - Alarm and Event - Notification - A (AE-N-A)	632
K.2.2	BIBB - Alarm and Event - Notification Internal - B (AE-N-I-B)	632
K.2.3	BIBB - Alarm and Event - Notification External - B (AE-N-E-B)	632
K.2.4	BIBB - Alarm and Event - ACK - A (AE-ACK-A)	632
K.2.5	BIBB - Alarm and Event - ACK - B (AE-ACK-B)	632
K.2.6	BIBB - Alarm and Event - Alarm Summary - A (AE-ASUM-A)	632
K.2.7	BIBB - Alarm and Event - Alarm Summary - B (AE-ASUM-B)	633
K.2.8	BIBB - Alarm and Event - Enrollment Summary - A (AE-ESUM-A)	633
K.2.9	BIBB - Alarm and Event - Enrollment Summary - B (AE-ESUM-B)	633
K.2.10	BIBB - Alarm and Event - Information - A (AE-INFO-A)	633
K.2.11	BIBB - Alarm and Event - Information - B (AE-INFO-B)	633
K.2.12	BIBB - Alarm and Event - LifeSafety - A (AE-LS-A)	633
K.2.13	BIBB - Alarm and Event - LifeSafety - B (AE-LS-B)	633
K.3	Scheduling BIBBs	634
K.3.1	BIBB - Scheduling - A (SCHED-A)	634
K.3.2	BIBB - Scheduling - Internal - B (SCHED-I-B)	634
K.3.3	BIBB - Scheduling - External - B (SCHED-E-B)	634
K.4	Trending BIBBs	634
K.4.1	BIBB - Trending - Viewing and Modifying Trends - A (T-VMT-A)	634
K.4.2	BIBB - Trending - Viewing and Modifying Trends Internal - B (T-VMT-I-B)	634
K.4.3	BIBB - Trending - Viewing and Modifying Trends External - B (T-VMT-E-B)	634
K.4.4	BIBB - Trending - Automated Trend Retrieval - A (T-ATR-A)	635
K.4.5	BIBB - Trending - Automated Trend Retrieval - B (T-ATR-B)	635
K.4.1	BIBB - Trending - Viewing and Modifying Trends - A (T-VMT-A)	635
K.4.2	BIBB - Trending - Viewing and Modifying Trends Internal - B (T-VMT-I-B)	635
K.4.3	BIBB - Trending - Viewing and Modifying Trends External - B (T-VMT-E-B)	635
K.4.4	BIBB - Trending - Automated Trend Retrieval - A (T-ATR-A)	635
K.4.5	BIBB - Trending - Automated Trend Retrieval - B (T-ATR-B)	636
K.5	Device and Network Management BIBBs	636
K.5.1	BIBB - Device Management - Dynamic Device Binding - A (DM-DDB-A)	636

K.5.2	BIBB - Device Management-Dynamic Device Binding-B (DM-DDB-B)	636
K.5.3	BIBB - Device Management-Dynamic Object Binding-A (DM-DOB-A)	636
K.5.4	BIBB - Device Management-Dynamic Object Binding-B (DM-DOB-B)	637
K.5.5	BIBB - Device Management-DeviceCommunicationControl-A (DM-DCC-A)	637
K.5.6	BIBB - Device Management-DeviceCommunicationControl-B (DM-DCC-B)	637
K.5.9	BIBB - Device Management-Text Message-A (DM-TM-A)	637
K.5.10	BIBB - Device Management-Text Message-B (DM-TM-B)	637
K.5.11	BIBB - Device Management-TimeSynchronization-A (DM-TS-A)	637
K.5.12	BIBB - Device Management-TimeSynchronization-B (DM-TS-B)	638
K.5.13	BIBB - Device Management-UTCTimeSynchronization-A (DM-UTC-A)	638
K.5.14	BIBB - Device Management-UTCTimeSynchronization-B (DM-UTC-B)	638
K.5.15	BIBB - Device Management-ReinitializeDevice-A (DM-RD-A)	638
K.5.16	BIBB - Device Management-ReinitializeDevice-B (DM-RD-B)	638
K.5.17	BIBB - Device Management-Backup and Restore-A (DM-BR-A)	638
K.5.18	BIBB - Device Management-Backup and Restore-B (DM-BR-B)	639
K.5.19	BIBB - Device Management-Restart-A (DM-R-A)	639
K.5.20	BIBB - Device Management-Restart-B (DM-R-B)	639
K.5.21	BIBB - Device Management-List Manipulation-A (DM-LM-A)	639
K.5.22	BIBB - Device Management-List Manipulation-B (DM-LM-B)	639
K.5.23	BIBB - Device Management-Object Creation and Deletion-A (DM-OCD-A)	640
K.5.24	BIBB - Device Management-Object Creation and Deletion-B (DM-OCD-B)	640
K.5.25	BIBB - Device Management-Virtual Terminal-A (DM-VT-A)	640
K.5.26	BIBB - Device Management-Virtual Terminal-B (DM-VT-B)	640
K.5.27	BIBB - Network Management-Connection Establishment-A (NM-CE-A)	640
K.5.28	BIBB - Network Management-Connection Establishment-B (NM-CE-B)	640
K.5.29	BIBB - Network Management-Router Configuration-A (NM-RC-A)	641
K.5.30	BIBB - Network Management-Router Configuration-B (NM-RC-B)	641
ANNEX L - DESCRIPTIONS AND PROFILES OF STANDARDIZED BACnet DEVICES (NORMATIVE)		642
L.1	BACnet Operator Workstation (B-OWS)	642
L.2	BACnet Building Controller (B-BC)	642
L.3	BACnet Advanced Application Controller (B-AAC)	643
L.4	BACnet Application Specific Controller (B-ASC)	643
L.5	BACnet Smart Actuator (B-SA)	644
L.6	BACnet Smart Sensor (B-SS)	644
L.7	Profiles of the Standard BACnet Devices	645
ANNEX M – GUIDE TO EVENT NOTIFICATION PRIORITY ASSIGNMENTS (INFORMATIVE)		646
M.1	Life Safety Message Group (0-31)	646
M.2	Property Safety Message Group (32-63)	647
M.3	Supervisory Message Group (64-95)	647
M.4	Trouble Message Group (96-127)	648
M.5	Miscellaneous Higher Priority Message Group (128-191)	649
M.5	Miscellaneous Lower Priority Message Group (192-255)	649
ANNEX N – BACnet/WS WEB SERVICES INTERFACE (NORMATIVE)		650
HISTORY OF REVISIONS		682

FOREWORD

BACnet, the ASHRAE building automation and control networking protocol, has been designed specifically to meet the communication needs of building automation and control systems for applications such as heating, ventilating, and air-conditioning control, lighting control, access control, and fire detection systems. The BACnet protocol provides mechanisms by which computerized equipment of arbitrary function may exchange information, regardless of the particular building service it performs. As a result, the BACnet protocol may be used by head-end computers, general-purpose direct digital controllers, and application specific or unitary controllers with equal effect.

The motivation for this Standard was the widespread desire of building owners and operators for "interoperability," the ability to integrate equipment from different vendors into a coherent automation and control system - and to do so competitively. To accomplish this, the Standard Project Committee (SPC) solicited and received input from dozens of interested firms and individuals; reviewed all relevant national and international data communications standards, whether de facto or the result of committee activity; and spent countless hours in debate and discussion of the pros and cons of each element of the protocol.

What has emerged from the committee deliberations is a network protocol model with these principal characteristics:

(a) All network devices (except MS/TP slaves) are peers, but certain peers may have greater privileges and responsibilities than others.

(b) Each network device is modeled as a collection of network-accessible, named entities called "objects." Each object is characterized by a set of attributes or "properties." While this Standard prescribes the most widely applicable object types and their properties, implementors are free to create additional object types if desired. Because the object model can be easily extended, it provides a way for BACnet to evolve in a backward compatible manner as the technology and building needs change.

(c) Communication is accomplished by reading and writing the properties of particular objects and by the mutually acceptable execution of other protocol "services." While this Standard prescribes a comprehensive set of services, mechanisms are also provided for implementors to create additional services if desired.

(d) Because of this Standard's adherence to the ISO concept of a "layered" communication architecture, the same messages may be exchanged using various network access methods and physical media. This means that BACnet networks may be configured to meet a range of speed and throughput requirements with commensurately varying cost. Multiple BACnet networks can be interconnected within the same system forming an internetwork of arbitrarily large size. This flexibility also provides a way for BACnet to embrace new networking technologies as they are developed.

BACnet was designed to gracefully improve and evolve as both computer technology and demands of building automation systems change. Upon its original publication in 1995, a Standing Standards Project Committee was formed to deliberate enhancements to the protocol under ASHRAE rules for "continuous maintenance." Much has happened since the BACnet standard was first promulgated. BACnet has been translated into Chinese, Japanese, and Korean, and embraced across the globe. BACnet devices have been designed, built and deployed on all seven continents. Suggestions for enhancements and improvements have been continually received, deliberated, and, ultimately, subjected to the same consensus process that produced the original standard. This publication is the result of those deliberations and brings together all of the corrections, refinements, and improvements that have been adopted.

Among the features that have been added to BACnet are: increased capabilities to interconnect systems across wide area networks using internet protocols, new objects and services to support fire detection and other life safety applications, capabilities to backup and restore devices, standard ways to collect trend data, new tools to make specifying BACnet systems easier, a mechanism for making interoperable extensions to the standard visible, and many others. The successful addition of these features demonstrates that the concept of a protocol deliberately crafted to permit extension of its capabilities over time as technology and needs change is viable and sound.

All communication protocols are, in the end, a collection of arbitrary solutions to the problems of information exchange and all are subject to change as time and technology advance. BACnet is no exception. Still, it is the hope of those who have contributed their time, energies, and talents to this work that BACnet will help to fulfill, in the area of building automation and control, the promise of the information age for the public good!

(Blank page)

1 PURPOSE

The purpose of this standard is to define data communication services and protocols for computer equipment used for monitoring and control of HVAC&R and other building systems and to define, in addition, an abstract, object-oriented representation of information communicated between such equipment, thereby facilitating the application and use of digital control technology in buildings.

2 SCOPE

2.1 This protocol provides a comprehensive set of messages for conveying encoded binary, analog, and alphanumeric data between devices including, but not limited to:

- (a) hardware binary input and output values,
- (b) hardware analog input and output values,
- (c) software binary and analog values,
- (d) text string values,
- (e) schedule information,
- (f) alarm and event information,
- (g) files, and
- (h) control logic.

2.2 This protocol models each building automation and control computer as a collection of data structures called "objects," the properties of which represent various aspects of the hardware, software, and operation of the device. These objects provide a means of identifying and accessing information without requiring knowledge of the details of the device's internal design or configuration.

3 DEFINITIONS

3.1 Terms Adopted from International Standards

The following terms used in this standard are defined by international standards or draft standards for open system interconnection (OSI). The definitions are repeated here and a reference to the appropriate standard is provided. Clause 25 contains the titles of all national and international standards referenced in this clause and elsewhere in this standard. Words or phrases in italics refer to terms defined elsewhere in this clause.

3.1.1 abstract syntax: the specification of application layer data or *application-protocol-control-information* by using notation rules which are independent of the encoding technique used to represent them (ISO 8822).

3.1.2 application: a set of a USER's information processing requirements (ISO 8649).

3.1.3 application-entity: the aspects of an *application-process* pertinent to OSI (ISO 7498).

3.1.4 application-process: an element within a *real open system* which performs the information processing for a particular *application* (ISO 7498).

3.1.5 application-protocol-control-information: information exchanged between *application-entities*, using presentation services, to coordinate their joint operation (ISO 9545).

3.1.6 application-protocol-data-unit: a unit of data specified in an application protocol and consisting of *application-protocol-control-information* and possibly application-user-data (ISO 9545).

3.1.7 application-service-element: that part of an *application-entity* which provides an OSI environment capability, using underlying services when appropriate (ISO 7498).

3.1.8 concrete syntax: those aspects of the rules used in the formal specification of data which embody a specific representation of that data (ISO 7498).

3.1.9 peer-entities: *entities* within the same layer (ISO 7498).

3.1.10 real open system: a *real system* which complies with the requirements of OSI standards in its communication with other *real systems* (ISO 7498).

3.1.11 real system: a set of one or more computers, the associated software, peripherals, terminals, human operators, physical processes, information transfer means, etc., that forms an autonomous whole capable of performing information processing and/or information transfer (ISO 7498).

3.1.12 (N)-service-access-point: the point at which (N)-services are provided by an (N)-*entity* to an (N+1)-*entity* (ISO 7498).

3.1.13 (N)-service-data-unit: an amount of (N)-interface-data whose identity is preserved from one end of an (N)-connection to the other (ISO 7498).

3.1.14 service-user: an *entity* in a single open system that makes use of a service through *service-access-points* (ISO TR 8509).

3.1.15 service-provider: an abstract of the totality of those entities which provide a service to peer *service-users* (ISO TR 8509).

3.1.16 transfer-syntax: that *concrete syntax* used in the transfer of data between open systems (ISO 7498).

3.1.17 service-primitive; primitive: an abstract, implementation-independent representation of an interaction between the *service-user* and the *service-provider* (ISO TR 8509).

3.1.18 request (primitive): a representation of an interaction in which a *service-user* invokes some procedure (ISO TR 8509).

3.1.19 indication (primitive): a representation of an interaction in which a *service-provider* either
(a) indicates that it has, on its own initiative, invoked some procedure; or
(b) indicates that a procedure has been invoked by the *service-user* at the peer *service-access-point* (ISO TR 8509).

3.1.20 response (primitive): a representation of an interaction in which a *service-user* indicates that it has completed some procedure previously invoked by an interaction represented by an *indication* primitive (ISO TR 8509).

3.1.21 confirm (primitive): a representation of an interaction in which a *service-provider* indicates, at a particular *service-access-point*, completion of some procedure previously invoked, at that *service-access-point*, by an interaction represented by a *request* primitive (ISO TR 8509).

3.1.22 user element: the representation of that part of an *application-process* which uses those *application-service-elements* needed to accomplish the communications objectives of that *application-process* (ISO 7498).

3.2 Terms Defined for this Standard

3.2.1 access control: a method for regulating or restricting access to *network resources*.

3.2.2 alarm: 1. An annunciation, either audible or visual or both, that alerts an operator to an off-normal condition that may require corrective action. 2. An abnormal condition detected by a device or controller that implements a rule or logic specifically designed to look for that condition.

3.2.3 algorithmic change reporting: the detection and reporting of an alarm or event, based on an algorithm specified in an Event Enrollment object. See *intrinsic reporting* in 3.2.27.

3.2.4 BACnet device: any device, real or virtual, that supports digital communication using the BACnet protocol.

3.2.5 BACnet-user: that portion of an *application-process* that is represented by the BACnet *user element*.

3.2.6 bridge: a device that connects two or more *segments* at the physical and data link layers. This device may also perform message filtering based upon MAC layer addresses.

3.2.7 broadcast: a message sent as a single unit, which may apply to more than one device.

- 3.2.8 change of state:** an event that occurs when a measured or calculated Boolean or discrete enumerated value changes.
- 3.2.9 change of value:** an event that occurs when a measured or calculated analog value changes by a predefined amount.
- 3.2.10 client:** a system or device that makes use of another device for some particular purpose via a service *request* instance. A client requests service from a *server*.
- 3.2.11 context:** a set of data or information that completely describes a particular communication environment at a particular point in time.
- 3.2.12 controller:** a device for regulation or management of a system or component.
- 3.2.13 data confidentiality:** the property that information is not made available or disclosed to unauthorized individuals, entities, or processes.
- 3.2.14 data integrity:** the property that data has not been altered or destroyed in an unauthorized manner.
- 3.2.15 data origin authentication:** the corroboration that the source of data received is as claimed.
- 3.2.16 directly connected network:** a network that is accessible from a router without messages being relayed through an intervening router. A PTP connection is to a directly connected network if the PTP connection is currently active and no intervening router is used.
- 3.2.17 download:** a particular type of file transfer that refers to the transfer of an executable program or database to a remote device where it may be executed.
- 3.2.18 entity:** something that has a separate and distinct existence. An identifiable item that is described by a set or collection of properties.
- 3.2.19 error detection:** a procedure used to identify the presence of errors in a communication.
- 3.2.20 error recovery:** a procedure invoked in response to a detected error that permits the information exchange to continue.
- 3.2.21 gateway:** a device that connects two or more dissimilar *networks*, permitting information exchange between them.
- 3.2.22 global:** pertaining to all devices or nodes on a communication *internetwork*.
- 3.2.23 global broadcast:** a message addressed to all devices or *nodes* on all *networks* in a BACnet *internet*.
- 3.2.24 half router:** a device or *node* that can participate as one partner in a PTP connection. The two half-router partners that form an active PTP connection together make up a single *router*.
- 3.2.25 initialization:** the process of establishing a known state, usually from a power up condition. Initialization may require establishment of a node's logical or physical address.
- 3.2.26 internetwork:** a set of two or more *networks* interconnected by *routers*. In a BACnet *internetwork*, there exists exactly one message path between any two nodes.
- 3.2.27 intrinsic reporting:** the detection and reporting of an alarm or event, based on an algorithm defined as part of the *object type* specification. No external reference to an Event Enrollment is involved. See *algorithmic change reporting* in 3.2.3.
- 3.2.28 key:** a sequence of symbols that controls the operations of encipherment and decipherment.
- 3.2.29 local:** pertaining to devices on the same *network* as the referenced device.

- 3.2.30 local broadcast:** a message addressed to all devices or *nodes* on the same *network* as the originator.
- 3.2.31 medium:** the physical transmission *entity*. Typical media are twisted-pair wire, fiber optic cable, and coaxial cable.
- 3.2.32 medium access control:** a process used to maintain order and provide access to the communication *medium*.
- 3.2.33 network:** a set of one or more *segments* interconnected by *bridges* that have the same network address.
- 3.2.34 network resource:** any physical or logical *entity* that may be accessed via a communication *medium*.
- 3.2.35 node:** an addressable device connected to the communication *medium*.
- 3.2.36 object:** a specific instance of an *object type*. While an object type is identified by a unique Object_Type property, an object is identified by its Object_Identifier property.
- 3.2.37 object profile:** an object profile is a means of defining objects beyond those defined in Clause 12. A profile defines the set of properties, behavior, and/or requirements for a proprietary object, or for proprietary extensions to a standard object.
- 3.2.38 object type:** a generic classification of data that is defined by a set of *properties*.
- 3.2.39 operator authentication:** the corroboration that the operator logging on to a device is as claimed.
- 3.2.40 peer entity authentication:** the corroboration that a peer entity in an association is the one claimed.
- 3.2.42 physical segment:** a single contiguous *medium* to which BACnet nodes are attached.
- 3.2.42 printable character:** a character that represents a printable symbol as opposed to a device control character. These include, but are not limited to, upper- and lowercase letters, punctuation marks, and mathematical symbols. The exact set depends upon the character set being used. In ANSI X3.4 the printable characters are represented by single octets in the range X'20' - X'7E'.
- 3.2.43 property:** a particular characteristic of an *object type*.
- 3.2.44 proprietary:** within the context of BACnet, any extension of or addition to *object types*, *properties*, PrivateTransfer services, or enumerations specified in this standard.
- 3.2.45 receiving BACnet-user:** the *BACnet-user* that receives an *indication* or *confirm* service primitive.
- 3.2.46 remote:** pertaining to devices or *nodes* on a different *network* than the referenced device.
- 3.2.47 remote broadcast:** a message addressed to all devices or *nodes* on a different *network* than the originator.
- 3.2.48 repeater:** a device that connects two or more *physical segments* at the physical layer.
- 3.2.49 requesting BACnet-user:** the *BACnet-user* that assumes the role of a *client* in a confirmed service.
- 3.2.50 responding BACnet-user:** the *BACnet-user* that assumes the role of a *server* in a confirmed service.
- 3.2.51 router:** a device that connects two or more *networks* at the network layer.
- 3.2.52 security:** any of a variety of procedures used to ensure that information exchange is guarded to prevent disclosure to unauthorized individuals. Security measures are intended to prevent disclosure of sensitive information even to those who have valid access to the communication *network*. Security is distinct from access control, although some security can be provided by limiting physical access to the communication medium itself.
- 3.2.53 segment:** a segment consists of one or more *physical segments* interconnected by repeaters.

3.2.54 sending BACnet-user: the *BACnet-user* that issues a *request* or *response* service primitive.

3.2.55 server: a system or device that responds to a service *request* instance for some particular purpose. The server provides service to a *client*.

3.2.56 synchronization: a facility that allows processes to define and identify specific places in a transmission or exchange that can be used to reset a communication session to a predefined state.

3.2.57 timestamp: the date and time recorded for and accompanying the record of an event or operation.

3.2.58 unit_time: the length of time required to transmit one octet with a start bit and a single stop bit. Ten bit-times.

3.2.59 upload: the process of transferring an executable program image or a database from a remote device in such a manner as to allow subsequent download.

3.3 Abbreviations and Acronyms Used in this Standard

A	application layer (prefix)
AE	application entity
ANSI	American National Standards Institute
APCI	application protocol control information
APDU	application layer protocol data unit
API	application program interface
ARCNET	attached resource computer network
ASE	application service element
ASN.1	Abstract Syntax Notation One (ISO 8824)
B' '	denotes that binary notation is used between the single quotes
BAC	building automation and control
BBMD	BACnet/IP broadcast management device
BDT	broadcast distribution table
B/IP	BACnet/IP
B/IP-M	BACnet/IP multicast
BVLC	BACnet virtual link control
BVLCI	BACnet virtual link control information
BVLL	BACnet virtual link layer
C	conditional
C(=)	conditional (The parameter is semantically equivalent to the parameter in the service primitive to its immediate left in the table.)
CNF	confirm primitive
COV	change of value
CRC	cyclic redundancy check
D' '	denotes that decimal notation is used between the single quotes
DA	local destination MAC layer address
DADR	ultimate destination MAC layer address
DER	data expecting reply
DES	Data Encryption Standard (FIPS 46-1)
DID	ARCNET destination MAC address
DLEN	1-octet length of ultimate destination MAC layer address
DNET	2-octet ultimate destination network number
DSAP	LLC destination service access point (X'82' for BACnet)
EIB	European Installation Bus
EIBA	European Installation Bus Association
EXEC	capable of executing a service request
FDT	foreign device table
ICI	interface control information
IL	ARCNET information length field

IND	indication primitive
INF	"Infinity", a unique binary pattern representing positive infinity (see ANSI/IEEE 754-1985)
-INF	"Negative infinity", a unique binary pattern representing negative infinity (see ANSI/IEEE 754-1985)
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
INIT	capable of initiating a service request
IP	Internet Protocol - RFC 791
ISO	International Organization for Standardization
KNX	The Konnex System Specification: EIB is the core protocol of the Konnex standard. The Konnex System Specification reflects the current status for EIB.
L	data link (prefix)
LAN	local area network
LLC	logical link control (ISO 8802-2)
LPCI	link protocol control information
LPDU	link protocol data unit
LSAP	link service access point (X'82' for BACnet)
LSDU	link service data unit
M	mandatory
M(=)	mandatory (The parameter is semantically equivalent to the parameter in the service primitive to its immediate left in the table.)
MA	medium access (prefix)
MAC	medium access control
MPCI	MAC protocol control information
MPDU	MAC layer protocol data unit
MSDU	MAC service data unit
MS/TP	master-slave/token-passing
N	network layer (prefix)
NaN	"Not a Number", a unique binary pattern representing an invalid number (see ANSI/IEEE 754-1985)
NP	network priority
NPCI	network protocol control information
NPDU	network layer protocol data unit
NRZ	non-return to zero
NSAP	network service access point
NSDU	network service data unit
O	indicates that support of a property is optional
OSI	open systems interconnection
P	physical layer (prefix)
PAC	ARCNET data packet header octet
PCI	protocol control information
PDU	protocol data unit
PICS	protocol implementation conformance statement
PK	Private Key
PPCI	physical layer protocol control information
PPDU	physical protocol data unit
PPP	Point-To-Point protocol - RFC 1661
PSDU	physical service data unit
PTP	point-to-point
R	indicates that a property shall be supported and readable using BACnet services
REQ	request primitive
RFC	request for comment
RSP	response primitive
S	selection
S(=)	selection (The parameter is semantically equivalent to the parameter in the service primitive to its immediate left in the table.)
SA	local network source MAC layer address
SAP	service access point
SC	ARCNET system code (X'CD' for BACnet)

SDU	service data unit
SID	ARCNET source MAC address
SK	Session Key
SLEN	1-octet length of original source MAC layer address
SLIP	Serial Line Internet Protocol -RFC 1055
SNET	2-octet original source network number
SPC	standard project committee
SSAP	LLC source service access point (X'82' for BACnet)
TSM	transaction state machine
U	user option
U(=)	user option (The parameter is semantically equivalent to the parameter in the service primitive to its immediate left in the table.)
UART	universal asynchronous receiver/transmitter
UDP	User Datagram Protocol - RFC 768
VT	virtual terminal
W	indicates that a property shall be supported, readable, and writable using BACnet services
X'	denotes that hexadecimal notation is used between the single quotes
XID	eXchange IDentification (ISO 8802-2)

4 BACnet PROTOCOL ARCHITECTURE

The Open System Interconnection (OSI) - Basic Reference Model (ISO 7498) is an international standard that defines a model for developing multi-vendor computer communication protocol standards. The OSI model addresses the general problem of computer-to-computer communication and breaks this very complex problem into seven smaller, more manageable sub-problems, each of which concerns itself with a specific communication function. Each of these sub-problems forms a "layer" in the protocol architecture.

The seven layers are arranged in a hierarchical fashion as shown in Figure 4-1. A given layer provides services to the layers above and relies on services provided to it by the layers below. Each layer can be thought of as a black box with carefully defined interfaces on the top and bottom. An application process connects to the OSI application layer and communicates with a second, remote application process. This communication appears to take place between the two processes as if they were connected directly through their application layer interfaces. Minimal knowledge or understanding of the other layers is required. In a similar manner, each layer of the protocol relies on lower layers to provide communication services and establishes a virtual peer-to-peer communication with its companion layer on the other system. The only real connection takes place at the physical layer.

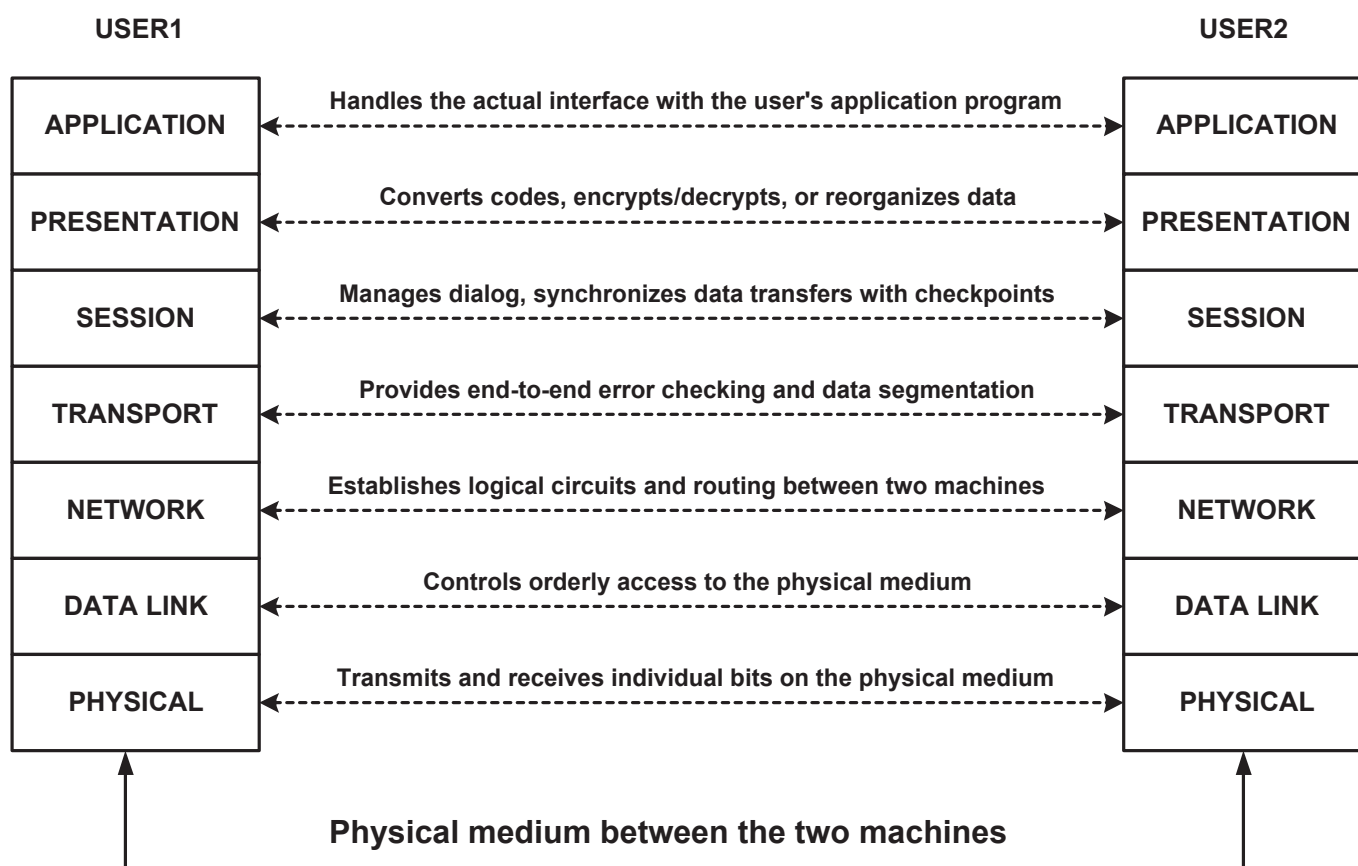


Figure 4-1. The ISO Open Systems Interconnection Basic Reference Model.

The OSI model addresses computer-to-computer communication from a very general perspective. It was designed to deal with the problems associated with computers in large, complex networks communicating with other computers in networks anywhere in the world. In this environment, computers can be separated by long distances and the messages might pass through several intermediate points, each of which may have to make routing decisions or perform some type of translation. Complex synchronization and error recovery schemes may also be needed.

The cost of implementing such a protocol today is prohibitively high for most building automation applications and is not generally required. Nevertheless, the OSI model is a good one to use for a building automation protocol if consideration is

given to including only the OSI functionality that is actually needed, thereby collapsing the seven-layer architecture. In a collapsed architecture, only selected layers of the OSI model are included. The other layers are effectively null, thus reducing message length and communication processing overhead. Such a collapsed architecture permits the building automation industry to take advantage of lower cost, mass-produced processor and local area network technologies such as have been developed for the process control and office automation industries. The use of readily available, widespread technologies, such as Ethernet,¹ ARCNET,² and LonTalk,³ will lower the cost, increase performance, and open new doors to system integration.

4.1 The BACnet Collapsed Architecture

BACnet is based on a four-layer collapsed architecture that corresponds to the physical, data link, network, and application layers of the OSI model as shown in Figure 4-2. The application layer and a simple network layer are defined in the BACnet standard. BACnet provides six options that correspond to the OSI data link and physical layers. Option 1 is the logical link control (LLC) protocol defined by ISO 8802-2 Type 1, combined with the ISO 8802-3 medium access control (MAC) and physical layer protocol. ISO 8802-2 Type 1 provides unacknowledged connectionless service only. ISO 8802-3 is the international standard version of the well-known "Ethernet" protocol. Option 2 is the ISO 8802-2 Type 1 protocol combined with ARCNET (ATA 878.1). Option 3 is a Master-Slave/Token-Passing (MS/TP) protocol designed specifically for building automation and control devices as part of the BACnet standard. The MS/TP protocol provides an interface to the network layer that looks like the ISO 8802-2 Type 1 protocol and controls access to an EIA-485 physical layer. Option 4, the Point-To-Point protocol, provides mechanisms for hardwired or dial-up serial, asynchronous communication. Option 5 is the LonTalk protocol. Option 6, BACnet/IP, permits BACnet devices to use standard Internet Protocols (UDP and IP) as a virtual data link layer. Collectively these options provide a master/slave MAC, deterministic token-passing MAC, high-speed contention MAC, dial-up access, star and bus topologies, and a choice of twisted-pair, coax, or fiber optic media. The details of these options are described in Clauses 7 through 11 and Annex J.

A four-layer collapsed architecture was chosen after careful consideration of the particular features and requirements of BAC networks, including a constraint that protocol overhead needed to be as small as possible. The reasoning behind the selection of the physical, data link, network, and application layers for inclusion in the BACnet architecture is outlined in this subclause.

What layers are required for the proper operation of a BAC network? BAC networks are local area networks. This is true even though in some applications it is necessary to exchange information with devices in a building that is very far away. This long-distance communication is done through telephone networks. The routing, relaying, and guaranteed delivery issues are handled by the telephone system and can be considered external to the BAC network. BAC devices are static. They don't move from place to place and the functions that they are asked to perform do not change in the sense that a manufacturing device may make one kind of part today and some very different part tomorrow. These are among the features of BAC networks that can be used to evaluate the appropriateness of the layers in the OSI model.

BACnet Layers					Equivalent OSI Layers
BACnet Application Layer					Application
BACnet Network Layer					Network
ISO 8802-2 (IEEE 802.2) Type 1		MS/TP	PTP	LonTalk	Data Link
ISO 8802-3 (IEEE 802.3)	ARCNET	EIA-485	EIA-232		Physical
					UDP/IP

Figure 4-2. BACnet collapsed architecture.

¹ Ethernet is a registered trademark of Digital Equipment Corporation, Intel, and Xerox and is the basis for international standard ISO 8802-3.

² ARCNET is a registered trademark of Datapoint Corporation.

³ LonTalk is a registered trademark of Echelon Corporation.

The physical layer provides a means of connecting the devices and transmitting the electronic signals that convey the data. Clearly the physical layer is needed in a BAC protocol.

The data link layer organizes the data into frames or packets, regulates access to the medium, provides addressing, and handles some error recovery and flow control. These are all functions that are required in a BAC protocol. The conclusion is that the data link layer is needed.

Functions provided by the network layer include translation of global addresses to local addresses, routing messages through one or more networks, accommodating differences in network types and in the maximum message size permitted by those networks, sequencing, flow control, error control, and multiplexing. BACnet is designed so that there is only one logical path between devices, thus eliminating the need for optimal path routing algorithms. A network is made up of one or more physical segments connected by repeaters or bridges but with a single local address space. In the case of a single network, most network layer functions are either unnecessary or duplicate data link layer functions. For some BACnet systems, however, the network layer is a necessity. This is the case when two or more networks in a BACnet internet use different MAC layer options. When this occurs, there is a need to recognize the difference between local and global addresses and to route messages to the appropriate networks. BACnet provides this limited network layer capability by defining a network layer header that contains the necessary addressing and control information.

The transport layer is responsible for guaranteeing end-to-end delivery of messages, segmentation, sequence control, flow control, and error recovery. Most of the functions of the transport layer are similar to functions in the data link layer, though different in scope. The scope of transport layer services is end-to-end whereas the scope of data link services is point-to-point across a single network. Since BACnet supports configurations with multiple networks, the protocol must provide the end-to-end services of the transport layer. Guaranteed end-to-end delivery and error recovery are provided in the BACnet application layer via message retry and timeout capabilities. Message segmentation and end-to-end flow control is required for buffer and processor resource management. This is because potentially large amounts of information may be returned for even simple BACnet requests. These functions are provided in the BACnet application layer. Last, sequence control is required in order to properly reassemble segmented messages. This is provided in the BACnet application layer within the segmentation procedure. Since BACnet is based on a connectionless communication model, the scope of the required services is limited enough to justify implementing these at a higher layer, thus saving the communication overhead of a separate transport layer.

The session layer is used to establish and manage long dialogues between communicating partners. Session layer functions include establishing synchronization checkpoints and resetting to previous checkpoints in the event of error conditions to avoid restarting an exchange from the beginning. Most communications in a BAC network are very brief. For example, reading or writing one or a few values, notifying a device about an alarm or event, or changing a setpoint. Occasionally longer exchanges take place, such as uploading or downloading a device. The few times when the services of this layer would be helpful do not justify the additional overhead that would be imposed on the vast majority of transactions, which are very brief and do not need them.

The presentation layer provides a way for communicating partners to negotiate the transfer syntax that will be used to conduct the communication. This transfer syntax is a translation from the abstract user view of data at the application layer to sequences of octets treated as data at the lower layers. If only one transfer syntax is permitted, then the presentation layer function reduces to an encoding scheme for representing the application data. BACnet defines such a fixed encoding scheme and includes it in the application layer, making an explicit presentation layer unnecessary.

The application layer of the protocol provides the communication services required by the applications to perform their functions, in this case monitoring and control of HVAC&R and other building systems. Clearly an application layer is needed in the protocol.

In summary:

- (a) The resource and overhead costs for implementing a full OSI seven-layer architecture make it impractical for current building automation devices.
- (b) Following the OSI model offers advantages in terms of adopting existing computer networking technology. This can result in cost savings and make integration with other computer network systems easier.