

Aufgabe 5.1

Welche Bedeutung hat die Abkürzung BACnet?

BACnet steht für *Building Automation and Control Network* und bezeichnet das von der *American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) entwickelte und 1995 standardisierte Kommunikationsprotokoll für die Gebäudeautomation.

Aufgabe 5.2

Welche Vorteile haben offene gegenüber proprietären Protokollen?

Ein Ziel offener Protokolle ist, dass sie von möglichst vielen Herstellern in deren Geräten implementiert werden. Dadurch hat der Anwender die Möglichkeit eines gemischten Betriebs von Komponenten unterschiedlicher Hersteller. Dies sorgt für mehr Markttransparenz- und wettbewerb.

Aufgabe 5.3

Auf welchen Ebenen der Gebäudeautomation arbeitet man vorwiegend mit BACnet, LONWORKS bzw. EIB/KNX?

BACnet ist grundsätzlich für alle Ebenen der Gebäudeautomation geeignet. Die besonderen Stärken liegen jedoch in den Managementfunktionen. LONWORKS findet seine Anwendung auf allen Ebenen, eignet sich aber eher für die Automations- und Feldebene. Die Schwerpunkte von EIB/KNX liegen in der Feldebene beim Steuern und Schalten.

Aufgabe 5.4

Aus welchen Gründen werden bei BACnet nur 4 Schichten anstelle der 7 Schichten des OSI-Modells verwendet?

Die Einsparung von Schichten ermöglicht die Reduzierung des Overheads und verringert die Anforderungen an die Hard- und Software für die Datenübertragung. Das Protokoll kann in vergleichsweise einfachen und preiswerten Mikrocontrollern implementiert werden. Die Reduzierung der Schichten kann die Datenübertragung auch beschleunigen.

Aufgabe 5.5

Was versteht man unter der Einkapselung von Daten? Überlegen Sie, welche Schritte durch Hardwarebausteine und welche durch Softwaremodule durchgeführt werden?

Unter Einkapselung versteht man das schrittweise Hinzufügen von Protokollinformationen (Zieladresse, Fehlersicherung usw.) beim Durchlauf der Nutzdaten durch den Protokollstack. Häufig ist es so, dass für die beiden unteren Schichten (Sicherheitsschicht und Bitübertragungsschicht) spezielle Hardwaremodule verwendet werden, während man die darüberliegenden Schichten als Softwaremodule ausführt. Bei Netzwerkkarten für Ethernet verwendet man z.B. einen integrierten Schaltkreis, der die Rahmenerzeugung, Zugriffsteuerung, Codierung usw. erledigt und dadurch den Prozessor entlastet.

Aufgabe 5.6

Welche unterschiedliche Bedeutung haben die Auswahlkriterien Übertragungsgeschwindigkeit und Reaktionszeit auf der Feld- und auf der Managementebene?

In der Feldebene werden in der Regel kurze Reaktionszeiten gefordert, wobei die übertragenen Datenmengen gering sind (Befehl zum Einschalten einer Lampe wird in wenigen ms ausgeführt, die Informationsmenge ist klein). In der Managementebene werden erheblich größere Datenmengen übertragen, wobei nur geringe Anforderungen an die Reaktionszeit gestellt werden (Abfrage aller Raumtemperaturen in einem Gebäude zum Zwecke der Archivierung führt zu großen Datenmengen, das System darf sich aber für das Sammeln der Daten mehrere Sekunden oder sogar Minuten Zeit lassen).

Aufgabe 5.7

Warum wird für MS/TP der EIA-485 Standard und nicht EIA-232 verwendet?

EIA-485 ist im Gegensatz zu EIA-232 ein Multipoint Bussystem und ermöglicht dadurch den Anschluß vieler Teilnehmer an eine Leitung.

Aufgabe 5.8

Welche Topologie wird bei EIA-485 basierten Netzen verwendet?

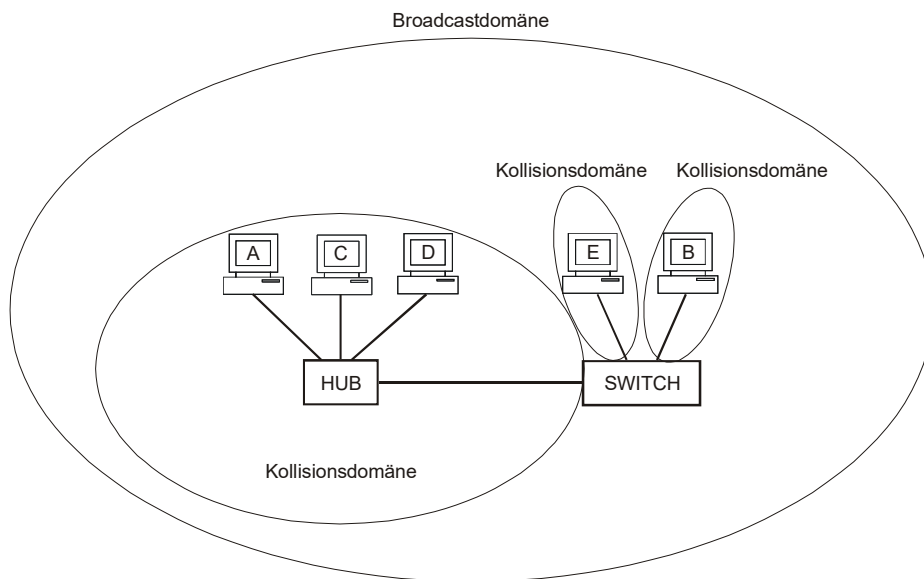
Bei EIA-485 wird eine Busleitung verwendet.

Aufgabe 5.9

Ein Netzwerk besteht aus den Rechnern A bis E und weiteren Netzkomponenten (Hub, Switch). In der nachfolgenden Tabelle ist aufgeführt, welche Rechner jeweils die Datenrahmen sehen, die zwischen den in der linken Spalte angegebenen Rechnern transportiert werden. Gehen Sie davon aus, dass das Netz schon eine Weile läuft, so dass der Switch weiß, welche Rechner an ihm angeschlossen sind.

Datenübertragung von	A	B	C	D	E
A nach E	x		x	x	x
B nach E		X			x
E nach A	x		x	x	x

Erstellen Sie eine Skizze des möglichen Netzes. Markieren Sie auch die Kollisionsdomänen und die Broadcastdomäne.



Aufgabe 5.10

Erläutern Sie, warum in einem vollständig geschwitchten Netz keine *Local* und *Remote Collisions* auftreten können.

Bei einem vollständig geschwitchten Netz ist jede Station direkt an einen Switchport angeschlossen und bildet mit ihm ein sogenanntes Mikrosegment. Kollisionen, weder *Local* noch *Remote*, können deshalb nicht auftreten.

Aufgabe 5.11

Kollisionsdomänen sind immer kleiner oder gleich Broadcastdomänen. Stimmt diese Behauptung?

Diese Behauptung ist richtig. Befinden sich in einem Netz nur Hubs, so gibt es eine große Kollisionsdomäne, die identisch mit der Broadcastdomäne ist. Befinden sich in einem Netz zusätzlich Switches, so führen sie zu einer Unterteilung in mehrere Kollisionsdomänen, ändern jedoch nicht die Ausdehnung der Broadcastdomäne.

Aufgabe 5.12

Vergleichen Sie die verschiedenen *Twisted Pair* Kabel hinsichtlich elektromagnetischer Verträglichkeit (Beeinflussung bzw. Erzeugung von Störungen) und Installationsaufwand.

Unshielded Twisted Pair kann aufgrund der fehlenden Abschirmung am leichtesten gestört werden bzw. kann selbst unerwünschte elektromagnetische Signale abstrahlen. Die Installation (Stecker montage und Verlegung des dünnen Kabels) ist jedoch besonders einfach. *Screened Twisted Pair* hat aufgrund der äußeren Gesamtabschirmung ein besseres EMV-Verhalten, lässt sich jedoch schwerer an einen Stecker montieren, da der Schirm ebenfalls anzuschließen ist. *Screened Shielded Twisted Pair* hat die besten EMV-Eigenschaften, da auch die Überkopplung zwischen benachbarten Paaren im Kabel reduziert wird. Der Aufwand bei der Stecker montage ist jedoch erheblich. Ausserdem lässt sich das Kabel schwerer verlegen und es muss besonders auf den minimalen Biegeradius geachtet werden.

Aufgabe 5.13

Geben Sie die Vor- und Nachteile einer mehrwertigen Übertragungstechnik an.

Bei der mehrwertigen Übertragung können pro Schritt mehr Bit übertragen werden als bei einer binären Übertragung mit ihrem 1 Bit pro Schritt. Dafür muss man jedoch mehr Symbole definieren, z.B. als mehrere Spannungspegel. Die Datenübertragungsrate steigt dadurch, gleichzeitig aber auch der Aufwand auf Sender- und Empfängerseite. Zudem reduziert sich die Störfestigkeit, da der Empfänger im Gegensatz zur binären Übertragung mehrere Spannungspegel eindeutig unterscheiden muss.

Aufgabe 5.14

Geben Sie die Unterschiede zwischen einer Monomodefaser und einer Multimodefaser bezüglich Dispersionsverhalten an.

Bei der Multimodefaser treten Moden- und Materialdispersion auf. Der maßgebende Effekt ist dabei die Modendispersion. Bei der Monomodefaser tritt nur Materialdispersion auf.

Aufgabe 5.15

Vergleichen Sie *Twisted Pair* mit Glasfasern bezüglich Übertragungsgeschwindigkeit und maximaler Streckenlänge.

Glasfasern zeichnen sich durch eine geringere Signaldämpfung und eine höhere Bandbreite als *Twisted Pair* Kabel aus. Deshalb sind mit Glasfasern prinzipiell höhere Übertragungsgeschwindigkeiten und größere Streckenlängen realisierbar.

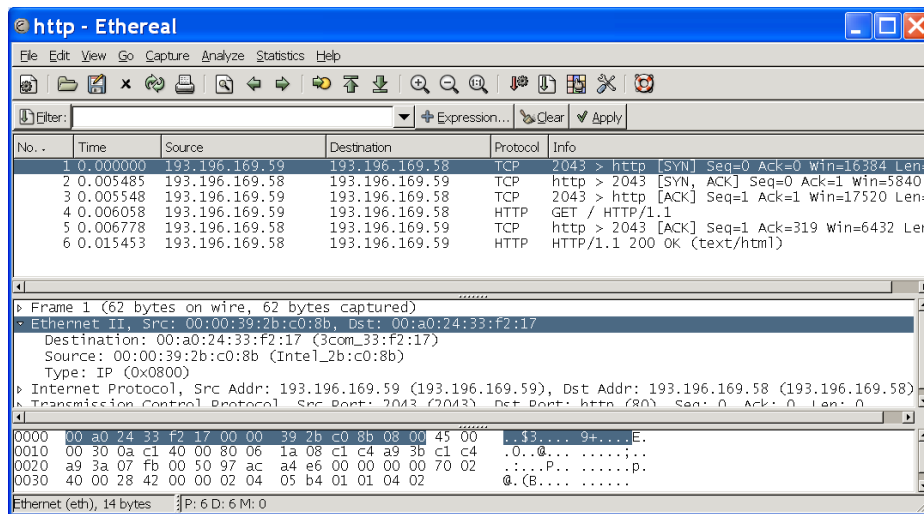
Aufgabe 5.16

Finden Sie durch eine Internetrecherche den Hersteller der Netzwerkkarte mit der MAC-Adresse 0x00A02433F217 heraus.

Siehe <http://standards.ieee.org/regauth/oui/index.shtml>. Der OUI 0x00A024 gehört zur 3Com Corporation.

Aufgabe 5.17

Die Aussendung und der Empfang von Rahmen kann mit Protokollanalytoren wie z. B. *Wireshark* bzw. dem Vorgänger *Ethereal* (<http://www.wireshark.org>) aufgezeichnet werden. Installieren Sie das Programm nach vorheriger Rücksprache mit Ihrem Netzwerkadministrator und untersuchen Sie den Aufbau der von ihnen gesendeten Rahmen gemäß Bild 5.31. Beachten Sie, dass die Präambel nicht angezeigt wird.



Mit *Wireshark* bzw. *Ethereal* können Rahmen aufgezeichnet und analysiert werden. Im oberen Fensterbereich werden alle empfangenden Rahmen mit Zeitstempel aufgeführt. Der markierte Rahmen wird im unteren Fensterbereich hexadezimal und in ASCII angezeigt. Im mittleren Fensterbereich kann man einzelne Bereiche des Rahmens auswählen und erhält spezifische Informationen (Ethernet-Adressen, Typ usw.).

Aufgabe 5.18

Erläutern Sie die Vor- und Nachteile von hierarchischen und flachen Adressstrukturen.

Flache Adressstrukturen nutzen den zur Verfügung stehenden Adressraum optimal aus (z.B. durch fortlaufende Nummerierung wie bei einer Seriennummer). Man kann aus der Adresse jedoch nicht auf den Standort des Teilnehmers schließen. Hierarchische Adressen unterteilen eine Adresse in mehrere Teile (z.B. Landeskennzahl, Vorwahl und Rufnummer beim Telefonsystem). Man kann den Adressraum in der Regel nicht vollständig ausnutzen, erhält aber Informationen über den Standort eines Teilnehmers. Ausserdem wird das Routing erheblich vereinfacht bzw. durch hierarchische Adressstrukturen überhaupt erst möglich.

Aufgabe 5.19

Geben Sie die Unterschiede zwischen öffentlichen und privaten IP-Adressen an.

Öffentliche IP-Adressen werden für Teilnehmer verwendet, die direkt an das Internet angeschlossen sind und auch von anderen Stationen aus dem Internet erreicht werden sollen. Pakete mit öffentlichen IP-Adressen werden durch die Router des Internets wei-

tergeleitet. Private IP-Adressen gehören zu Stationen in lokalen Netzen ohne direkten Anschluß an das Internet. Diese Stationen können auf das Internet nur mit Hilfe von *Network Address Translation* zugreifen. Private Adressen können weltweit mehrfach vorkommen, während öffentliche IP-Adressen nur einmal verwendet werden dürfen. Pakete mit privaten IP-Adressen werden durch Router im Internet nicht weitergeleitet.

Aufgabe 5.20

Vervollständigen Sie die Einträge in der nachfolgenden Tabelle.

IP-Adresse eines Rechners	Netz-klasse	Subnetzmaske	Netzadresse	Broadcast-adresse	Max. Anzahl der Rechner im Subnetz
100.100.100.20	A	255.255.255.0	100.100.100.0	100.100.100.255	254
200.200.1.253	C	255.255.255.252	200.200.1.252	200.200.1.255	2
143.93.64.7	B	255.255.255.128	143.93.64.0	143.93.64.127	126
17.3.172.43	A	255.255.252.0	17.3.172.0	17.3.175.255	1022

100.100.100.20

Klasse A, laut Subnetzmaske sind die letzten 8 Bits die Hostbits, bei der Netzadresse werden alle Hostbits auf 0 gesetzt, bei der Broadcastadresse werden alle Hostbits auf 1 gesetzt, bei 8 Hostbits gibt es $2^8 - 2 = 254$ mögliche Rechneradressen.

200.200.1.253

Klasse C, aus der Differenz zwischen Broadcast- und Netzadresse liest man nur 2 mögliche Rechneradressen ab, für 2 Rechneradressen und Broadcast/Netz benötigt man 2 Hostbits, das letzte Oktett lautet dann $11111100_{\text{bin}} = 252_{\text{dez}}$.

143.93.64.7

Klasse B, 126 Rechner + Broadcast/Netz bedeuten 7 Hostbits, d.h. die ersten 25 Bits gehören zum Netz- bzw. Subnetzanteil, die IP-Adresse befindet sich im Subnet Zero.

17.3.172.43

Klasse A, 1022 Rechner + Broadcast/Netz bedeuten 10 Hostbits, d.h. die ersten 22 Bits gehören zum Netz- bzw. Subnetzanteil, die Subnetzbits im 3. Oktett lauten 101011 (Wertigkeit 128 bis 4) bzw. Dezimal 172, bei der Netzadresse werden alle Hostbits zu 0 gesetzt und bei der Broadcastadresse alle Hostbits zu 1 gesetzt.

Aufgabe 5.21

Finden Sie durch eine Internetrecherche heraus, welche *Ports* und welches Transportprotokoll für das Senden und Empfangen von Emails verwendet werden.

Email Senden mit SMTP: Port 25

Email Empfangen mit POP3: Port 110

Aufgabe 5.22

Datenpakete der Länge N Bytes sollen auf einer bidirektionalen Strecke (2 Mbit/s Übertragungsrate, einfache Signallaufzeit von 100 ms) übertragen werden. Übertragungsfehler treten nicht auf. Der Empfänger bestätigt korrekte Pakete unmittelbar nach deren Eintreffen durch nur 1 Bit (d. h. vernachlässigbare Zeitdauer). Wie groß ist das Verhältnis von Nutzdatenrate (Durchsatz) zur Übertragungsrate der Verbindung für die Paketlängen $N = 500$ Bytes und $N = 1500$ Bytes in Prozent beim *Stop-and-Wait* Verfahren? Durch welches Verfahren kann ein höherer Durchsatz erzielt werden?

Durchsatz = übertragene Datenmenge / Zeitdauer

Durchsatz = $N / (N/2 \text{ Mbit/s} + 2 \cdot 100 \text{ ms})$

$N = 500$ Bytes: Durchsatz/Übertragungsrate = 0,99%

$N = 1500$ Bytes: Durchsatz/Übertragungsrate = 2,91%

Höherer Durchsatz ist durch Pipelining möglich.

Aufgabe 5.23

Erläutern Sie die Unterschiede zwischen TCP und UDP. Warum benötigt UDP keinen *Three-Way-Handshake*?

TCP ist verbindungsorientiert, während UDP verbindungslos arbeitet. Deshalb benötigt UDP auch keinen Verbindungsaufbau (*Three-Way-Handshake*). TCP kann im Gegensatz zu UDP verlorengegangene Segmente wiederholt übertragen. Der dazu erforderliche Mechanismus beruht auf Sequenznummern.

Aufgabe 5.24

Erläutern Sie die Vor- und Nachteile von *Tunneling Routern* gegenüber BACnet/IP.

Beim *Tunneling Routing* müssen die einzelnen BACnet-Geräte kein IP-Protokoll beherrschen und sind deshalb eher preiswert. In jedem Ethernet-Segment wird jedoch ein Umsetzer (B/IP PAD) benötigt, der das System wieder verteuert. Ausserdem steigt die

Netzwerklast, da die Daten zweimal übertragen werden müssen (BACnet-Gerät zu B/IP PAD und B/IP PAD zu IP Router). Der Trend geht deshalb zu unmittelbar IP-fähigen BACnet-Geräten.

Aufgabe 5.25

Geben Sie die BACnet Netznummer und den *Device Object Identifier* für das *Device* Nr. 18 in Stockwerk 10 von Gebäude 123 gemäß dem Nummerierungsschema in Tabelle 5.9 und Tabelle 5.10 an.

1810123

Aufgabe 5.26

Welches Objekt wird benötigt, um die *Properties* mehrerer anderer Objekte gleichzeitig ändern zu können?

Mit einem Gruppenauftrag-Objekt können gleichzeitig mehrere *Properties* in unterschiedlichen Objekten beschrieben werden.

Aufgabe 5.27

Welche Objekte werden benötigt, um eine Speicherstelle in einem BACnet *Device* zeitgesteuert zu beschreiben?

Mit einem Zeitplan-Objekt können bestimmte Aktionen (z.B. Schalt- und Stellaufräge) zeitgesteuert ausgeführt werden.

Aufgabe 5.28

In einem Kühlraum soll die mittlere Temperatur über ein Intervall von 2 Stunden bestimmt und aufgezeichnet werden. Dafür steht ein Temperaturfühler mit Spannungsausgang zur Verfügung. Die aufgezeichneten Daten sollen eine Woche umfassen. Ältere Daten sind zu löschen. Welche Objekte werden dafür benötigt? Geben Sie deren charakteristischen *Properties* an.

Analog-Eingabe-Objekt: Erfassung der Raumtemperatur über den angeschlossenen Temperaturfühler

Mittelwert-Objekt: Der Zeitraum wird über das *Window-Interval* bestimmt (7200s entsprechend 2h)

Trend-Aufzeichnungs-Objekt: Die Puffergröße ist für den gewählten Zeitraum einzustellen, die *Property Log_Interval* gibt die Zeitabstände beim Pollen an, über *Log_DeviceObjectProperty* verweist man auf das Mittelwert-Objekt, *Stop_When_Full* wird auf *False* gesetzt.

Aufgabe 5.29

Was versteht man unter Hysterese bei Grenzwertmeldungen?

Wenn sich ein Messwert in der Nähe eines Grenzwertes befindet, so könnte dieser in kurzen zeitlichen Abständen über- und unterschritten werden. Dadurch würden ständig Meldungen ausgelöst werden. Mit Hysterese bewirkt man, dass die Meldungen nur dann erfolgen, wenn eine größere definierte Änderung des Messwerts erfolgt.

Aufgabe 5.30

Mit welchem Objekt können herstellerepezifische Anwendungsprogramme gesteuert werden?

Mit dem Programm-Objekt können herstellerepezifische Anwendungsprogramme in einem BACnet-Device gesteuert werden.

Aufgabe 5.31

Aufgabe 5.28 soll so erweitert werden, dass bei Überschreitung der Solltemperatur von -20°C um 5°C ein Alarm ausgelöst wird. Dieser Alarm soll Werktags die binär ansteuerbare Sirene 1 und am Wochenende die ebenfalls binär ansteuerbare Sirene 2 auslösen. Welche Objekte mit welchen charakteristischen *Properties* werden benötigt?

Binär-Ausgabe-Objekt: Ansteuerung der Sirene 1

Binär-Ausgabe-Objekt: Ansteuerung der Sirene 2

Analog-Eingabe-Objekt: Eintragung des oberen Grenzwerts für die Temperatur (*High-Limit*), in der *Property Notification_Class* wird ein Meldungsklassenobjekt angegeben.

Meldungsklassen-Objekt: In der *Recipient-List* werden die Binär-Ausgabe-Objekte für die Sirene 1 und die Sirene 2 mit den entsprechenden Wochentagen eingetragen.

Aufgabe 5.32

Welche Meldungsgruppen und Prioritätsbereiche würden Sie folgenden Ereignissen zuordnen: Glasbruchdetektor spricht an, Jalousie klemmt, Ausfall Pumpe Abwasserhebeanlage, LüftungsfILTER verschmutzt?

Glasbruchdetektor spricht an: Meldungsgruppe „Gefahr für Eigentum“, Prioritätsbereich 32-63

Jalousie klemmt: Meldungsgruppe „Problembeseitigung“, Prioritätsbereich 96-127

Ausfall Pumpe Abwasserhebeanlage: Meldungsgruppe „Überwachung“, Prioritätsbereich 64-95

LüftungsfILTER verschmutzt: Meldungsgruppe „Wartung und Instandhaltung“, Prioritätsbereich 128-191

Aufgabe 5.33

Ergänzen Sie die Tabelle 5.44 für den Fall, dass während die Mindestwartezeit Aus läuft ein Auftrag Ein mit der Priorität 4 eingeht. Was geschieht, wenn innerhalb der Mindestwartezeit Aus ein Auftrag Ein mit der Priorität 7 ankommt?

Ein Auftrag mit Priorität 4 hat Vorrang vor der Priorität 6 (Ein/Aus-Mindestzeiten), ein Auftrag mit der Priorität 7 jedoch nicht.

Prioritätsstufe	Kein Auftrag	Auftrag Priorität 4
4	Null	Ein
6	Aus	Aus
7	Aus	Aus
8	Ein	Ein
...	Null	Null
16	Null	Null
<i>Default</i>	Aus	Aus
Mindestwartezeit Ein	abgelaufen	Abgelaufen
Mindestwartezeit Aus	läuft	Läuft
<i>Present_Value</i>	Aus	Ein

Prioritätsstufe	Kein Auftrag	Auftrag Priorität 7
4	Null	Null
6	Aus	Aus
7	Aus	Ein
8	Ein	Ein
...	Null	Null
16	Null	Null
<i>Default</i>	Aus	Aus
Mindestwartezeit Ein	abgelaufen	Abgelaufen
Mindestwartezeit Aus	läuft	Läuft
<i>Present_Value</i>	Aus	Aus

Aufgabe 5.34

Erläutern Sie den Unterschied zwischen IOB und BIBB.

Die Funktionen für die Gebäudeautomation werden in fünf BACnet-Interoperabilitätsbereiche (IOB) eingeteilt. In jedem IOB gibt es wieder mehrere Interoperabilitätsbausteine (BIBB). Diese BIBBs beschreiben die einzelnen Dienste innerhalb eines IOB.

Aufgabe 5.35

Begründen Sie, warum bei der B-OWS kein BIBB SCHED-I-B enthalten ist.

Die B-OWS ist die Bedienschnittstelle zu dem BACnet Gebäudeautomationssystem. Sie wird neben der Bedienung auch für Management- und Konfigurationsarbeiten eingesetzt. Die B-OWS soll aber nicht direkt für Steuerungs- und Regelungsaufgaben genutzt werden. Deshalb ist ein BIBB SCHED-I-B (Server), sondern nur der BIBB SCHED-I-A (Client) enthalten.

Aufgabe 5.36

Ordnen Sie B-ASC, B-SS, B-BC, B-SA und B-AAC nach steigendem Funktionsumfang.

B-SS, B-SA, B-ASC, B-AAC, B-BC

Aufgabe 5.37

Begründen Sie, warum man den Einsatz von *Gateways* möglichst vermeiden sollte.

Gateways wandeln die Nachrichten eines Protokolls in Nachrichten eines anderen Protokolls um. Diese Umwandlung ist eine vergleichsweise schwierige Aufgabe, da die Abbildung der Funktionalitäten eines Protokolls auf ein anderes nur bedingt möglich ist. Ausserdem ist der Umwandlungsprozess meist rechenaufwändig und führt zu Zeitverzögerungen.

Stand 04.05.2016