

Übungsaufgaben zum Buch
Datennetztechnologien für Next Generation Networks
Ethernet, IP, MPLS und andere

Prof. Dr. Ing. Kristof Obermann (Hochschule Regensburg)
Dr. rer. nat. Martin Horneffer (Deutsche Telekom Netzproduktion GmbH)

Übungsaufgaben zu Kapitel 1

1.1 Grenzen Sie die Begriffe „dedizierte Netze“ und „Next Generation Networks“ gegeneinander ab.

1.2 Nennen Sie die wesentlichen Gründe für die Einführung von Next Generation Networks.

1.3 Nennen Sie die Aufgaben des NGN Service Stratum und des NGN Transport Stratum.

1.4 Was ist das Ziel des IP Multimedia Subsystems?

1.5 Worin liegen die Unterschiede zwischen einem Internet Service Provider, einem klassischen Netzbetreiber und einem Carrier's Carrier?

Übungsaufgaben zu Kapitel 2

2.1 Wie ist die Verfügbarkeit eines Telekommunikationsnetzes definiert und wie viele Stunden darf eine Leitung monatlich ausfallen, wenn eine Verfügbarkeit von a) 99% und b) 99,999% pro Monat vereinbart wurde?

Wie viele Stunden darf die Leitung in einem Jahr ausfallen, wenn die o.a. Verfügbarkeiten auf den Zeitraum eines Jahres bezogen wurde?

Lösung:

Zeitraum 1 Monat: a) 7,32 h b) 26,352 s

Zeitraum 1 Jahr: a) 87,6 h b) 5,256 min

2.2 V sei die Verfügbarkeit einer Leitung. Wie groß ist die Verfügbarkeit zweier paralleler Leitungen, wenn wenigstens eine für die Signalübertragung zur Verfügung stehen soll?

Wie groß ist die Verfügbarkeit von N parallelen Leitungen, wenn wenigstens eine für die Signalübertragung zur Verfügung stehen soll?

Wie viele Leitungen müssen parallel betrieben werden, wenn die Verfügbarkeit einer einzelnen Leitung 98,5 % beträgt und für die Signalübertragung eine Gesamtverfügbarkeit von 99,999% gefordert ist?

Lösung:

Verfügbarkeit N paralleler Leitungen: $1 - (1 - V)^N$

Es müssen drei Leitungen parallel betrieben werden.

2.3 V sei die Verfügbarkeit einer Leitung. Wie groß ist die Verfügbarkeit von zwei hintereinander geschalteten Leitungen?

Wie groß ist die Verfügbarkeit von N hintereinander geschalteten Leitungen?

Wie groß ist die Verfügbarkeit von 10 hintereinander geschalteten Leitungen, wenn die Verfügbarkeit einer Leitung 98,5 % bezogen auf ein Jahr beträgt?

Wie lange darf die Kaskade aus 10 hintereinander geschalteten Leitungen im Mittel im Jahr ausfallen?

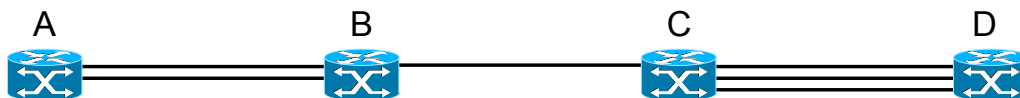
Lösung:

Verfügbarkeit N kaskadierter Leitungen = V^N

Verfügbarkeit 10 kaskadierter Leitungen mit $V = 98,5\%$: $V(\text{Kaskade}) = 85,973 \%$

Ausfallzeit 10 kaskadierter Leitungen mit $V = 98,5\%$: $T = 51,2 \text{ Tage}$

2.4 Es wird das folgende Netz bestehend aus den Netzknoten A, B, C und D betrachtet:



Die Knoten A und B sind über zwei parallele und die Knoten C und D über drei parallele Netzkanten miteinander verbunden. Die Netzkanten haben folgende Verfügbarkeiten bezogen auf ein Jahr:

Netzkante AB: jeweils 99,9 %

Netzkante BC: 98,5 %

Netzkante CD: jeweils 99,0 %

Eine Verbindung gelte als verfügbar, solange wenigstens eine Netzkante verfügbar ist. Die Verfügbarkeit der Netzknoten sei jeweils 100 %.

a) Wie groß ist die Verfügbarkeit zwischen den Knoten A und B und wie lange fällt die Verbindung im Mittel in einem Jahr aus?

b) Wie groß ist die Verfügbarkeit zwischen den Knoten C und D?

c) Wie groß ist die Verfügbarkeit zwischen den Knoten A und D und wie lange fällt die Verbindung im Mittel in einem Jahr aus?

d) Wie groß ist die Verfügbarkeit zwischen den Knoten A und D, wenn alle Knoten eine Verfügbarkeit von 99 % bezogen auf ein Jahr haben?

e) Welche Verfügbarkeit kann maximal erreicht werden, wenn eine weitere Netzkante mit einer Verfügbarkeit von 99,9 % zur Verfügung steht?

Lösung:

a) 99,9999 %

- b) 99,9999 %
 c) 98,4998 % *entsprechend einer Ausfallzeit von 5,5 Tagen pro Jahr*
 d) 94,6185 %
 e) 96,058 %

2.5 Wie ist die Bitfehlerrate definiert?

Wie lange muss man im Mittel warten, um bei einer $BER = 10^{-12}$ einen Fehler beobachten zu können wenn die Bitrate a) 2,5 Gbit/s und b) 10 Gbit/s beträgt?

Wie ändern sich diese Werte bei einer $BER = 10^{-15}$?

Lösung:

$BER = 10^{-12}$ a) 400 s b) 100 s
 $BER = 10^{-15}$ a) 4,62 Tage b) 1,16 Tage

2.6 Leiten Sie die für eine Vollvermaschung von N Knoten erforderliche Anzahl von Kanten her.

Lösung: $N/2 (N-1)$

2.7 Welche Kommunikationsbeziehungen herrschen in Access-Netzen, und welche in Backbone-Netzen vor?

2.8 Welche geographische Ausdehnungen haben LAN, MAN, WAN und GAN Netze?

2.9 Welche Vermittlungsprinzipien gibt es? Nennen Sie Beispiele.

2.10 Vervollständigen Sie folgende Tabelle:

	Telefonnetz (Festnetz)	Mobilfunknetz	Internet	Breitbandkabel- Netz
Nachrichtenfluss				
Darstellung der Nachricht				
Übertragungs- medium				
Netztopologie				
Kommunikations- beziehung				
Geographische				

Ausdehnung				
Vermittlungs- prinzip				
Organisation				
Netzzugang				
Netzzugriff				
Anwendung				

2.11 Was versteht man unter einem hierarchischen Netz?

Was ist der Hauptgrund dafür, warum WAN Datennetze hierarchisch aufgebaut werden?

Was sind weitere Gründe dafür, dass WAN Netze hierarchisch aufgebaut sind?

2.12 Welche Hierarchieebenen haben WAN Datennetze?

2.13 Was bedeuten die Begriffe Transitverkehr und lokaler Verkehr?

2.14 Was versteht man unter Überbuchung?

2.15 Was versteht man unter statistischem Multiplexgewinn? Skizzieren und erläutern Sie den Verlauf des statistischen Multiplexgewinns als Funktion der Anzahl der Teilnehmer.

2.16 Welche Konsequenzen ergeben sich aus einer zu hohen Überbuchung im Telefonnetz und im Internet?

2.17 Wie ist die Hauptverkehrsstunde definiert und welche Bedeutung hat sie für Telekommunikationsnetze?

2.18 Woraus besteht ein Graph? Was versteht man unter:

- zwei benachbarten Knoten?
- einem vollständigen Graphen?
- dem Grad eines Knotens?
- einem regulären Graphen?
- einem ungerichteten Graphen?
- einem Pfad, einer Schleife und einer Hamilton Schleife?
- Einem Baum und einem vollständigen Baum?

2.19 Erklären Sie die Begriffe Simplex, Halbduplex und Duplex und nennen Sie zwei Beispiele für jeder dieser Betriebsarten.

2.20 Welche Aufgaben haben Netzkanten und Netzknoten?
Welche Arten von Netzkanten müssen unterschieden werden?

2.21 Was versteht man unter einem Access-Netz und was unter einem Backbone-Netz?
In welche Bereiche ist das Access-Netz untergliedert?

2.22 Was ist ein Hauptverteiler?
In welchen Netzabschnitten werden Netzelemente eingesetzt, die den Verkehr konzentrieren?

2.23 Was ist der Grundgedanke des OSI Referenzmodells?

2.24 Wie viele Schichten hat das OSI Referenzmodell, wie heißen die Schichten (deutsche und englische Bezeichnung) und welche grundlegenden Funktionalitäten stellen sie bereit?

2.25 Warum kann das OSI Referenzmodell nicht auf Sprachnetze angewendet werden?

2.26 Was versteht man unter einem Protokoll, und was unter einer Netzarchitektur?

2.27 Wie viele Schichten hat das TCP/IP Referenzmodell?
Nennen Sie Beispiele für Protokolle auf den entsprechenden Schichten.

2.28 Warum spielen Standardisierungsgremien in der Telekommunikation eine große Rolle?
Welche Gremien sind in Bezug auf Datennetztechnologien relevant?

Übungsaufgaben zu Kapitel 3

3.1 Erklären Sie die Bedeutung der einzelnen Felder eines HDLC Rahmens.

Wie groß ist der Overhead (i) für ein 1500 Byte langes IP-Paket und (ii) für ein 40 Byte langes IP-Paket? *Annahme:* 16 Bit FCS.

3.2 Mit HDLC soll folgende Nutzinformation übertragen werden (hexadezimale Notation):
AA 02 CE 32 7E 7E 01 CE 5E CE CE 9E B1 CE 7E.

Wie sieht das Informationsfeld des HDLC Rahmens aus und wie groß ist der Overhead?

3.3 Was versteht man unter der MTU?

3.4 Was war die Motivation für die Entwicklung von PPP?

Nennen Sie drei Anwendungen für PPP.

3.5 Erklären Sie die Bedeutung der einzelnen Felder eines PPP Rahmens.

Warum muss ein PPP Rahmen in einen HDLC Rahmen eingebettet werden?

3.6 Erläutern Sie den Ablauf bei einer PPP Verbindung.

3.7 Was versteht man unter Multilink PPP?

3.8 Was versteht man in der Datentechnik unter Tunneling? Nennen Sie zwei Anwendungsbeispiele.

3.9 Warum verwendet man bei ADSL PPP over Ethernet (PPPoE), d.h. zwei Layer 2 Protokolle?

3.10 Was war das Ziel bei der Entwicklung von Ethernet?

3.11 Welche OSI Schichten deckt Ethernet ab? Skizzieren Sie den Protokollstack.

3.12 Beschreiben Sie den Zugriff auf den gemeinsamen Übertragungskanal mit dem CSMA/CD Verfahren.

3.13 Betrachtet wird eine Ethernet Kollisionsdomäne, bei der drei Stationen senden möchten.

Wie groß ist die Kollisionswahrscheinlichkeit a) nach der ersten und b) nach der zweiten Kollision?

Lösung: a) $P = 5/8$, b) $P = 11/32$

3.14 Betrachtet wird eine 10 Mbit/s Ethernet Kollisionsdomäne, bei der zwei Stationen senden möchten. Da beide Stationen gleichzeitig zu senden beginnen erfolgt eine Kollision.

- a) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass keine Übertragung erfolgt?
- b) Welche mittlere Anzahl von Kollisionen ergibt sich (Erwartungswert)?

Lösung:

- a) $P = 2,4652 \cdot 10^{-32}$
- b) 1,64 Kollisionen

3.15 Betrachtet wird eine 10 Mbit/s Ethernet Kollisionsdomäne, bei der 100 Stationen senden möchten und bereits eine Kollision erfolgt ist. Es wird angenommen, dass jede Station unabhängig von der Anzahl der bisher erfolgten Kollisionen immer eine zufällige Zeit von 0 oder 1 Schlitzzeit wartet, und nach 16 Kollisionen kein Abbruch erfolgt.

- a) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit für eine zweite Kollision?
- b) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass es zu 10.000 Kollisionen kommt?
- c) Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit dafür, dass nach maximal 9.999 Kollisionen es zu einer Übertragung kommt?

Lösung:

- a) $P = 1 - 7,9 \cdot 10^{-29}$
- b) $P = 1$
- c) $P = 7,89 \cdot 10^{-25}$

3.16 Wie ändern sich die Werte aus Aufgabe 3.15, wenn anstatt 100 Stationen nur 10 Stationen senden möchten?

- d) Welche mittlere Anzahl von Kollisionen ergibt sich?
- e) Wie groß ist die mittlere Verzögerungszeit?

Lösung:

- a) $P = 0,99$
- b) $P = 2,42 \cdot 10^{-43}$
- c) $P = 1$
- d) 102,4 (unter Berücksichtigung von maximal 2000 Kollisionen)
- e) $t = 5,2 \text{ ms}$

3.17 Betrachtet wird eine 10 Mbit/s Ethernet Kollisionsdomäne, bei der 2 Stationen senden möchten und bereits eine Kollision erfolgt ist. Es wird angenommen, dass jede Station unabhängig von der Anzahl der bisher erfolgten Kollisionen eine zufällige Zeit von 0 bis $2^{10}-1$ (1023) Schlitzzeiten wartet, und nach 16 Kollisionen kein Abbruch erfolgt.

- Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit für eine zweite Kollision?
- Welche mittlere Anzahl von Kollisionen ergibt sich, bis eine Übertragung erfolgt?
- Wie groß ist die mittlere Verzögerungszeit nach der ersten Kollision bis zur Übertragung unter der Annahme, dass keine weitere Kollision erfolgt?

Lösung:

- $P = 9,76 \cdot 10^{-4}$
- 1,00098 Kollisionen
- $1025/2 \cdot ts = 26,24 \text{ ms}$

3.18 Wie groß ist die maximal mögliche Entfernung zweier Stationen bei Fast Ethernet (100 Mbit/s) in einer Kollisionsdomäne. *Hinweis:* die minimale Rahmengröße beträgt wie bei 10 Mbit/s Ethernet 64 Byte.

Lösung: $L_{max} = 512 \text{ m}$.

3.19 Wie groß ist der Overhead (i) beim klassischen Ethernet-Rahmen und (ii) beim IEEE 802.3 Ethernet-Rahmen für den Fall, dass a) ein 40 Bytes langes IP-Paket und b) ein IP-Paket mit der maximal möglichen Länge übertragen wird?

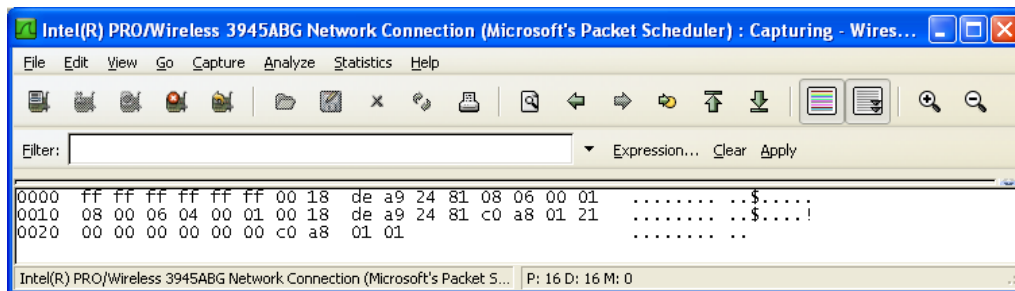
3.20 Wofür werden MAC Adressen verwendet?

Erklären Sie die Struktur von MAC Adressen.

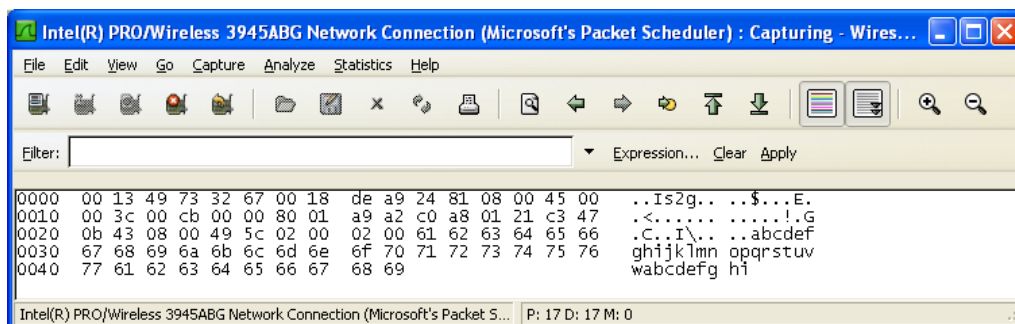
3.21 Erklären Sie die Funktionalität der Felder des klassischen Ethernet Rahmens und des IEEE 802.3 Rahmens. Woran kann man erkennen, um welchen Rahmen es sich handelt?

3.22 Interpretieren Sie die folgenden Ethernet Rahmen (lediglich Layer 2):

a)



b)



3.23 Aus welchen Gründen werden LANs auf dem OSI Layer 2 gekoppelt?

Auf welchen weiteren OSI Layern ist dies möglich?

3.24 Warum koppelt man LANs mit Repeatern/Hubs?

3.25 Erklären Sie die Funktionsweise eines Ethernet-Switches.

Wieso kann es nicht mehr zu Kollisionen kommen, wenn jedes Datenendgerät mit einem dedizierten Switch-Port verbunden ist?

3.26 Erklären Sie, wie es bei der Verwendung von Ethernet Switches zu Schleifen kommen kann und wie man diese verhindern kann.

3.27 Was ist der Unterschied zwischen einem Hub und einem Repeater?

Benötigt ein Hub/Repeater eine MAC Adresse?

3.28 Was ist der Unterschied zwischen einer Bridge und einem Ethernet Switch? Benötigt eine Bridge/ein Switch MAC Adressen?

3.29 Was bedeutet die Nomenklatur yBasex bei 10 Mbit/s Ethernet?

3.30 Worin liegt der Unterschied bei einem Ethernet Broadcast, wenn LAN Segmente auf Layer 1, Layer 2 bzw. Layer 3 miteinander gekoppelt werden?

3.31 Was versteht man unter Remote/Half Bridges?

3.32 Welche Änderungen weist Fast Ethernet gegenüber 10 Mbit/s Ethernet auf?

3.33 Welchen Leitungscode verwendet Fast Ethernet und von welcher Technologie wurde dieser Leitungscode übernommen?

3.34 Welche Änderungen weist Gigabit Ethernet gegenüber Fast Ethernet auf?

3.35 Welchen Leitungscode verwendet Gigabit Ethernet und wie groß ist die Datenrate am Ausgang des MAC Layers sowie am Ausgang des PCS Layers?

3.36 Welche Aufgaben haben der PCS, der PMA und der PMD Sublayer bei Gigabit Ethernet? Warum wurde der PHY Layer in drei Sublayer unterteilt?

3.37 Wie viele Data Code Groups, Special Code Groups und Invalid Code Groups gibt es beim 8B/10B Leitungscode?

Welche Special Code Groups gibt es?

3.38 Welche Änderungen weist 10 Gigabit Ethernet gegenüber Gigabit Ethernet auf?

3.39 Was bedeutet die Nomenklatur 10G Base B1 B2 beim 10 Gigabit Ethernet PHY Layer?

3.40 Was versteht man unter Ethernet in the First Mile (EFM)?

Worin liegt der Vorteil von EFM im Vergleich zu DSL?

Welche OAM-Funktionalitäten stellt EFM bereit?

3.41 Wie groß ist bei der 10G Base-X und der 10G Base-R Schnittstelle die Datenrate am Ausgang des PCS Sublayers und des PMD Sublayers?

3.42 Wie groß ist bei der 10G Base-W Schnittstelle die Datenrate am Ausgang des PMD Sublayers?

Wie groß ist die Datenrate am Ausgang des MAC Layers?

Wie wird eine Anpassung an ein 10 Gbit/s (MAC Layer) Ethernet Sender erreicht?

Hinweise:

Datenrate STM-64: 9,95328 Gbit/s.
Gesamtbytes eines STM-64 Signals: 64x9x270 Bytes
Payload eines STM-64 Signals: 64x9x260 Bytes

3.43 40/100 Gigabit Ethernet definiert zwei Datenraten. Für welche Anwendungen wurde hauptsächlich die Datenrate 40 Gbit/s und für welche hauptsächlich 100 Gbit/s spezifiziert?

3.44 Was versteht man bei Ethernet unter Link Aggregation und welche Vorteile bietet sie?

3.45 Erläutern Sie den Spanning-Tree Algorithmus.

Was ist eine Root-Bridge und wie wird sie bestimmt?

Was versteht man unter Root-Ports, Designated-Ports bzw. Nondesignated-Ports und wie werden sie bestimmt?

3.46 Was versteht man unter der Konvergenzzeit eines Netzes?

3.47 Was war die Motivation für die Entwicklung von RSTP?

3.48 Was war die Motivation für die Entwicklung von MSTP?

3.49 Erklären Sie das Prinzip des Shortest Path Bridging.

3.50 Was versteht man unter einem VLAN und wie wird es realisiert?

Welche Anwendungen gibt es für VLANs?

3.51 Was versteht man unter einem Trunk?

3.52 Wie viele VLAN können gemäß dem IEEE802.1Q Standard unterschieden werden und was kann man tun, wenn diese Anzahl nicht ausreicht?

3.53 Wie können Ethernet Pakete priorisiert werden? Nennen Sie Anwendungen.

3.54 Erklären Sie die Funktionsweise des ARP Protokolls.

3.55 Was versteht man unter Power over Ethernet?

3.56 Was versteht man unter Carrier Grade?

Was versteht man unter Carrier Grade Ethernet?

3.57 Was versteht man unter Ethernet Line-, Ethernet LAN- und Ethernet Tree-Diensten?

Welche Varianten sind hierbei zu unterscheiden?

Was versteht man unter VPLS?

3.58 Nennen Sie Beispiele für Service Attribute von Ethernet-Diensten.

3.59 Was versteht man unter Performance Parametern von Ethernet Diensten?

3.60 Was bezeichnen die Verkehrsparameter: Committed Information Rate (CIR), Committed Burst Size (CBS), Excess Information Rate (EIR) und Excess Burst Size (EBS)?

Welche Beziehung besteht zwischen der CIR, der EIR und der Datenrate des verwendeten physikalischen Interfaces?

3.61 Was versteht man unter einem best effort Dienst?

3.62 Welche verschiedenen Rahmentypen müssen bei Ethernet unterschieden werden?

3.63 Welches Skalierungsproblem ergibt sich bei der Verwendung des klassischen Ethernets?

Welche Möglichkeiten gibt es zur Lösung dieses Skalierungsproblems?

3.64 Erläutern Sie das Verfahren Provider Backbone Bridging.

Wie erfolgt die Unterscheidung verschiedener Kunden beim Provider Backbone Bridging und wie viele Kunden werden maximal unterstützt?

3.65 Erläutern Sie das Verfahren Provider Backbone Bridging - Traffic Engineering.

Welche Möglichkeiten gibt es beim Provider Backbone Bridging – Traffic Engineering (PBB-TE) die Switching-Tabellen zu erzeugen?

3.66 Wie werden Broadcasts und Rahmen mit einer unbekannten Zieladresse bei PBB-TE behandelt?

3.67 Durch welche Angaben wird eine PBB-TE Verbindung eindeutig gekennzeichnet?

3.68 Welche Bedeutung hat der Backbone-VLAN Identifier bei PBB-TE und welche Anwendungen werden hierdurch ermöglicht?

3.69 Erläutern Sie das Verfahren MPLS-TP.

Wie werden bei MPLS-TP verschiedene Kunden unterschieden?

3.70 Worin bestehen die Unterschiede zwischen MPLS und MPLS-TP?

3.71 Welche Protokolle können mit MPLS-TP übertragen werden?

3.72 Wie ist es möglich, mit MPLS-TP und PBB-TE absolute Bandbreitengarantien zu geben?

3.73 Was waren die Gründe, die zur Entwicklung von Resilient Packet Rings (RPR) geführt haben?

3.74 Welche Vorteile weist RPR gegenüber Ethernet auf?

3.75 Was versteht man bei RPR unter Destination Stripping und Spatial Reuse?

3.76 Welche drei Operationen muss ein RPR Knoten durchführen?

3.77 Erklären Sie die RPR-Schutzmechanismen Wrapping, Steering und Passthrough.

3.78 Welche QoS-Klassen gibt es bei RPR und was bedeuten sie?

3.79 Was war die Motivation für die Entwicklung von Generic Framing Procedure (GFP)?

3.80 Welche Protokolle können mit GFP übertragen werden?

3.81 Welche Aufgaben hat der Payload unabhängige Teil von GFP?

3.82 Welche Mapping-Verfahren müssen beim Payload-spezifischen Teil von GFP unterschieden werden und worin liegt der Unterschied der Verfahren?

3.83 Wie erfolgt die Rahmenerkennung bei GFP?

3.84 Erläutern Sie die Synchronisation des Empfängers bei GFP.

3.85 Wie werden a) Ethernet- und b) PPP-Rahmen in GFP-Rahmen gemappt?

3.86 Worin unterscheiden sich Frame-mapped GFP und Transparent-mapped GFP?

Übungsaufgaben zu Kapitel 4

4.1 Warum eignet sich Ethernet nicht als GAN-Technologie mit sehr vielen Stationen?

4.2 Was war das Designziel bei der Entwicklung des Internets?

4.3 Nennen Sie die wichtigsten Protokolle der TCP/IP Protokollfamilien auf den Schichten 3, 4 und 5. Welche Protokolle sind verbindungsorientiert, welche verbindungslos?

4.4 Welche grundlegende Funktionalität stellt das Internet Protokoll (IP) bereit?

4.5 Was versteht man unter einem Autonomen System (AS)?

4.6 Erläutern Sie die Bedeutung der einzelnen Felder des IPv4-Headers.

4.7 Was versteht man unter Classless Inter-Domain Routing und was gibt die Netzmaske an?

4.8 Vervollständigen Sie die folgende Tabelle:

IP Adresse	53.42.13.10	13.52.124.10	8.122.67.251	127.34.29.10	192.68.17.211
Netzmaske	255.255.255.252	255.255.255.0	255.255.255.240	255.248.0.0	255.255.224.0
Netz					

4.9 Bestimmen Sie die Anzahl der Netze und Hosts a) für Class A, b) für Class B und c) für Class C Adressen.

4.10 Was versteht man unter Subnetting?

4.11 Was versteht man unter Supernetting?

4.12 Vervollständigen Sie die folgende Tabelle:

Netz	91.0.0.0	197.5.2.0	178.10.0.0
#Bit Subnetz-ID	15	4	9

#Subnetze			
#Hosts pro Subnetz			
Subnetzmaske			
1. Subnetz			
1. Host im 1. Subnetz			
Letzter Host im 1. Subnetz			
Broadcast im 1. Subnetz			

Lösung:

<i>Netz</i>	<i>91.0.0.0</i>	<i>197.5.2.0</i>	<i>178.10.0.0</i>
<i>#Bit Subnetz-ID</i>	<i>15</i>	<i>4</i>	<i>9</i>
<i>#Subnetze</i>	<i>32.766</i>	<i>14</i>	<i>510</i>
<i>#Hosts pro Subnetz</i>	<i>510</i>	<i>14</i>	<i>126</i>
<i>Subnetzmaske</i>	<i>255.255.254.0</i>	<i>255.255.255.240</i>	<i>255.255.255.128</i>
<i>1. Subnetz</i>	<i>91.0.2.0</i>	<i>197.5.2.16</i>	<i>78.10.0.128</i>
<i>1. Host im 1. Subnetz</i>	<i>91.0.2.1</i>	<i>197.5.2.17</i>	<i>78.10.0.129</i>
<i>Letzter Host im 1. Subnetz</i>	<i>91.0.3.254</i>	<i>197.5.2.30</i>	<i>78.10.0.254</i>
<i>Broadcast im 1. Subnetz</i>	<i>91.0.3.255</i>	<i>197.5.2.31</i>	<i>78.10.0.255</i>

4.13 Welche IP-Adressen sind zur Adressierung eines IP-Interfaces gültig?

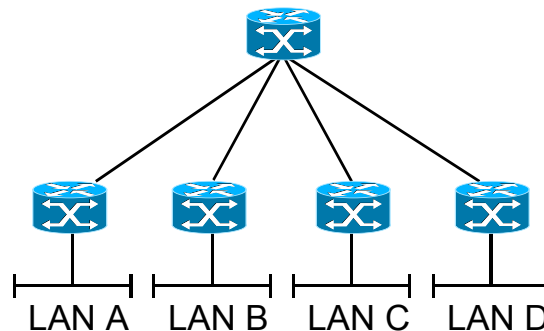
IP-Adresse	Subnetzmaske	Gültig?	Begründung falls ungültig
8.10.2.12	255.255.255.224		
22.3.13.223	255.255.255.224		
80.5.12.184	255.255.255.248		
100.10.0.56	255.255.255.128		
2.13.11.14	255.255.255.192		
62.2.41.188	255.255.255.252		

15.7.27.34	255.255.255.248		
42.125.65.7	255.255.255.252		
36.1.255.168	255.255.255.248		
92.255.255.253	255.255.255.252		

Lösung

<i>IP-Adresse</i>	<i>Subnetzmaske</i>	<i>Gültig?</i>	<i>Begründung falls ungültig</i>
8.10.2.12	255.255.255.224	Ja	Netz: 8.10.2.0
22.3.13.223	255.255.255.224	Nein	Broadcast im Subnetz: 22.3.13.192
80.5.12.184	255.255.255.248	Nein	Netz: 80.5.12.184
100.10.0.56	255.255.255.128	Ja	Netz: 100.10.0.0
2.13.11.14	255.255.255.192	Ja	Netz: 2.13.11.0
62.2.41.188	255.255.255.252	Nein	Netz: 62.2.41.188
15.7.27.34	255.255.255.248	Ja	Netz: 15.7.27.32
42.125.65.7	255.255.255.252	Nein	Broadcast im Subnetz: 42.125. 65.4
36.1.255.168	255.255.255.248	Nein	Netz: 36.1.255.168
92.255.255.253	255.255.255.252	Ja	Netz: 92.255.255.252

4.14 Gegeben sei das folgende Netz, bei dem vier externe Standorte einer Firma an einen zentralen Router angebunden werden sollen.



Zur Adressierung der Interfaces und Hosts steht das offizielle Class C Netz 198.0.1.0 zur Verfügung. In LAN A befinden sich 12 Hosts, in LAN B 13 Hosts, in LAN C 5 Hosts und in LAN D 2 Hosts.

a) Was versteht man unter Fixed Length Subnet Mask [FLSM] und Variable Length Subnet Mask [VLSM]?

Welche Probleme ergeben sich mit FLSM?

b) Weisen Sie den einzelnen Netzen IP-Subnetze mit einer Fixed Length Subnet Mask zu.

c) Weisen Sie den einzelnen Netzen IP-Subnetze mit einer Variable Length Subnet Mask zu.
Hinweis: es gibt mehrere Lösungen.

Lösung:

a)

FLSM: die Länge der Subnetzmaske ist fest.

VLSM: die Länge der Subnetzmaske ist variabel.

Problem FLSM: ineffiziente Ausnutzung des Adressraums bei Subnetzen mit einer sehr unterschiedlichen Anzahl an Hosts.

b) Es werden 8 Subnetze benötigt. Mögliche Aufteilung:

Subnetz 198.0.1.16/28: LAN A

Subnetz 198.0.1.32/28: LAN B

Subnetz 198.0.1.48/28: LAN C

Subnetz 198.0.1.64/28: LAN D

Subnetz 198.0.1.80/28: Koppelnetz zur Router LAN A

Subnetz 198.0.1.96/28: Koppelnetz zur Router LAN B

Subnetz 198.0.1.112/28: Koppelnetz zur Router LAN C

Subnetz 198.0.1.128/28: Koppelnetz zur Router LAN D

Subnetz 198.0.1.144/28: Reserve

Subnetz 198.0.1.160/28: Reserve

Subnetz 198.0.1.176/28: Reserve

Subnetz 198.0.1.192/28: Reserve

Subnetz 198.0.1.208/28: Reserve

Subnetz 198.0.1.224/28: Reserve

c) Es werden 5 Subnetze benötigt. Mögliche Aufteilung:

Subnetz 198.0.1.32/27: LAN A

Subnetz 198.0.1.64/27: LAN B

Subnetz 198.0.1.96/27: LAN C

Subnetz 198.0.1.128/27: LAN D

Subnetz 198.0.1.160/27: Koppelnetze

Subnetz 198.0.1.192/27: Reserve

Unterteilung des Subnetzes 198.0.1.160/27 (Koppelnetze)

Subnetz 198.0.1.164/30: Koppelnetz zur Router LAN A

Subnetz 198.0.1.168/30: Koppelnetz zur Router LAN B

Subnetz 198.0.1.172/30: Koppelnetz zur Router LAN C

Subnetz 198.0.1.176/30: Koppelnetz zur Router LAN D

Subnetz 198.0.1.180/30: Reserve

Subnetz 198.0.1.184/30: Reserve

4.15 Es werden folgende IP-Netze betrachtet:

117.22.176.0/23

117.22.178.0/23

117.22.180.0/23

177.22.182.0/23

a) Zu welchem Netz können die IP-Netze zusammengefasst werden?

b) Wie bezeichnet man das Verfahren und welchen Vorteil bringt es mit sich?

Lösung:

a) 117.23.176.0/21

b) Supernetting. Durch Supernetting können die Einträge in Routing-Tabellen reduziert werden.

4.16 Worin liegt der Unterschied zwischen privaten und öffentlichen IP Adressen?

Wofür werden private IP Adressen verwendet?

4.17 Wie funktioniert NAT und NAPT und wofür werden diese Verfahren verwendet?

4.18 Welche Funktionalitäten bietet das Protokoll DHCP?

4.19 Welche Routingfunktionalität muss ein Host bereitstellen und wie wird diese realisiert?

4.20 Welche Angaben stehen in einer Routingtabelle?

4.21 Was versteht man unter longest-Match Routing und warum wird es im Internet angewendet?

4.22 Welche Netzmaske haben Hosteinträge?

4.23 Wie sieht der Eintrag für eine Default-Route aus und warum?

4.24 Erklären Sie die Abläufe beim Forwarding eines IP-Pakets.

4.25 Welche Aufgaben haben AL-, DL-, CL- und GW-Router?

4.26 Interpretieren Sie die folgende Routing Tabelle und zeichnen Sie das entsprechende IP-Netz. Beschriften Sie alle Netze und Interface.

Zielnetz	Netzmaske	Next Hop	Metrik	Protokol	Alter
20.10.20.0	255.255.255.252	20.10.20.1	0	Local	5
20.10.20.4	255.255.255.252	20.10.20.5	0	Local	345
20.10.20.8	255.255.255.252	20.10.20.10	0	Local	390
20.10.20.12	255.255.255.252	20.10.20.14	0	Local	25
230.14.0.0	255.255.0.0	20.10.20.13	2	RIP	25
120.16.0.0	255.255.0.0	20.10.20.9	2	RIP	15
190.50.60.0	255.255.255.0	20.10.20.6	2	RIP	15
190.50.60.64	255.255.255.240	20.10.20.2	2	RIP	5
160.20.30.0	255.255.255.0	20.10.20.2	2	RIP	30
0.0.0.0	0.0.0.0	20.10.20.9	2	RIP	5

a) an welchen Router wird ein IP Paket mit der Destination Adresse 190.50.62.122 geschickt?

b) an welchen Router wird ein IP Paket mit der Destination Adresse 190.50.60.70 geschickt?

4.27 Welche Möglichkeiten bzgl. der Adressierung gibt es, wenn man Router über Punkt-zu-Punkt Verbindungen koppeln möchte?

4.28 Was versteht man unter equal cost load sharing?

4.29 Welche ICMP-Meldungen gibt es bei IPv4 und wofür werden sie verwendet?

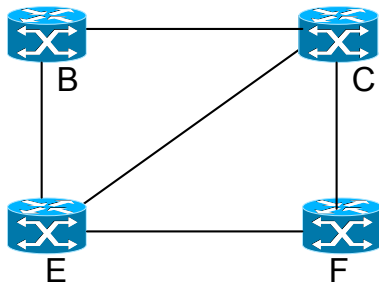
4.30 Erklären Sie das Prinzip von traceroute.

4.31 Was versteht man unter Routing und welche grundsätzlichen Möglichkeiten gibt es, Routing Tabellen zu erzeugen?

4.32 Welche Routing Protokolle und welche Routing Verfahren gibt es?

4.33 Erklären Sie das Prinzip von Distance Vector Routing. Welche Nachteile hat das Verfahren, und wie können diese vermieden werden?

4.34 Betrachtet wird das folgende Routernetz bestehend aus den Routern B, C, E und F:



ZX bezeichnet die Ziele (Menge der IP-Netze), die von Router X direkt erreicht werden können ($X = B, C, E, F$). Die Entfernung von den Routern zu ihrem Nachbar beträgt jeweils Zwei. Es wird Distance Vector Routing verwendet und angenommen, dass alle Router ihre Informationen gleichzeitig austauschen. Zunächst kennen die Router lediglich ihre Nachbarn, die Entfernung zu ihren Nachbarn sowie die von ihnen direkt erreichbaren Ziele.

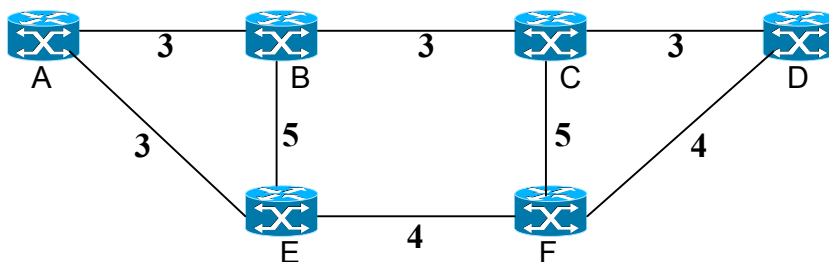
- Wie sehen die Routing-Tabellen der Router zu Beginn und nach jedem Routing-update aus? Stellen Sie die Routing-Tabellen solange dar, bis das Netz konvergiert ist (d.h. jeder Router alle Ziele in dem IP-Netz kennt).
- Es wird angenommen, dass das Netz konvergiert ist. Stellen Sie die Routing-Tabellen nach jedem Routing-update bis zur erneuten Konvergenz für den Fall dar, dass Router B ausfällt und weder der Split Horizon noch der Poisoned Reverse Algorithmus verwendet wird.
- Wie ändert sich das Ergebnis von b) wenn der Split Horizon Algorithmus zur Verbesserung der Konvergenzzeit verwendet wird?

- 4.35 Welche Distance Vector Routing Protokolle gibt es und worin liegen die Unterschiede?
- 4.36 Erläutern Sie das Prinzip von Link State Routing.
- 4.37 Diskutieren Sie die Vor- und Nachteile von Link State Routing gegenüber Distance Vector Routing.
- 4.38 Welche Aufgaben haben Router, die Link State Routing verwenden und wie erfüllen die Router diese Aufgaben?
- 4.39 Welche Databases haben Link State Router und welche Aufgabe haben diese Databases?
- 4.40 Warum wird in Link State Packets/Link State Advertisements das Alter und eine Folgenummer einbezogen?
- 4.41 Wie stellen Router fest, dass ein Link oder ein Router ausgefallen ist?
- 4.42 Erläutern Sie die Verbreitung von Link State Packets/Link State Advertisements in einem IP-Netz.
- 4.43 Welche wichtigen Link State Routing Protokolle gibt es für WAN IP-Netze?
- 4.44 Was versteht man unter hierarchischem Routing und welche Vor- bzw. Nachteile hat es?
- 4.45 Welche Paket-Typen gibt es bei IS-IS?
- 4.46 Erklären Sie die Felder des General Headers von IS-IS Paketen.
- 4.47 Erklären Sie das Zustandkommen einer Adjacency bei IS-IS.
- 4.48 Erklären Sie die Felder des Specific Headers von Point-to-Point IS-IS Hellos.
- 4.49 Erklären Sie die Felder des Specific Headers von Link-State Packets.
- 4.50 Was bedeuten die Timer "LSP maxage" und "LSP refresh intervall"? Welche Bedingung muss zwischen den Timerwerten erfüllt sein?

4.51 Welche TLV-Felder sind in einem Link-State-Packet zwingend erforderlich? Erklären Sie die Bedeutung dieser Felder.

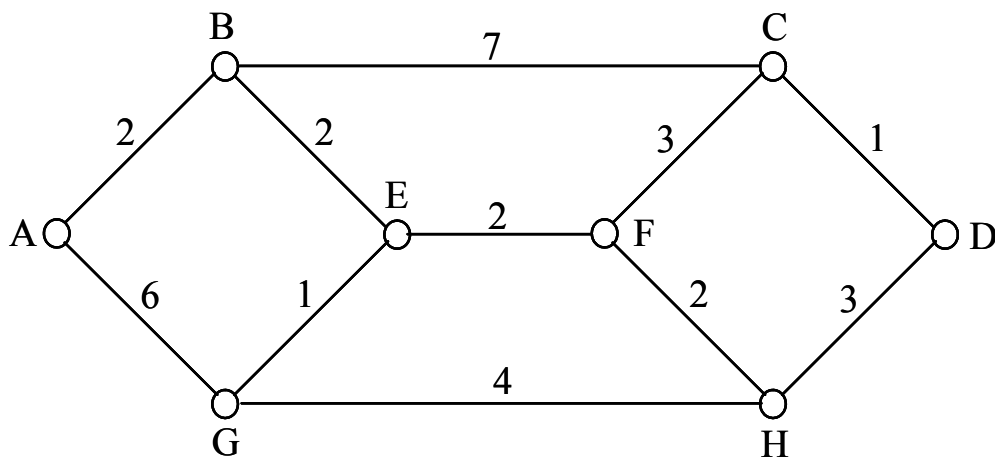
4.52 Was ist die Aufgabe von CSNP- und PSNP-Paketen bei IS-IS?

4.53 Was versteht man unter jigsaw-puzzle? Zeichnen Sie die Topologiesicht von Router D für das folgende Netz nach Eintreffen der LSPs von Router C, D, B, E und A. Zu Beginn ist die Link-State Database von Router D leer.



4.54 Um was für eine Problemklasse der Komplexitätstheorie handelt es sich beim Dijkstra-Algorithmus und was bedeutet dies?

4.55 Erläutern Sie den Dijkstra-Algorithmus anhand des folgenden Beispielnetzes, indem Sie die kürzesten Wege von Router A zu allen anderen Routern ermitteln.



4.56 Warum verwendet man einen SPF-Timer?

4.57 Welche Zeiten müssen bei der Bestimmung der Konvergenzzeit in IP-Netzen berücksichtigt werden und wie groß sind diese Zeiten:

- a) bei einem Ausfall eines Links
- b) bei einem Komplettausfall eines Routers und
- c) bei einem Ausfall des Routing-Prozessors des Routers?

4.58 Welche Maßnahmen werden bei Fast IGP getroffen um die Konvergenzzeit von IP-Netzen zu reduzieren?

Auf welche Werte kann die Konvergenzzeit reduziert werden?

4.59 Was war die Motivation für die Entwicklung von IPv6?

4.60 Erläutern Sie die Bedeutung aller Felder des IPv6-Headers.

4.61 Wie lang sind IPv6-Adressen und wie groß ist der IPv6-Adressraum?

4.62 Welche Extension-Header gibt es bei IPv6 und wofür werden sie verwendet?

4.63 Erläutern Sie die Schreibweise von IPv6-Adressen.

4.64 Welche vier Bereiche des IPv6-Adressraums wurden bisher spezifiziert und was bedeuten sie?

4.65 Welche Bedeutung haben die IPv6-Adressen 0:0:0:0:0:0:0:0 und 0:0:0:0:0:0:0:1?

4.66 Erläutern Sie die Generierung einer IPv6 Interface-ID gemäß dem EUI-64-Verfahren.

4.67 Was versteht man unter Multi Homing?

4.68 Welche ICMPv6 Nachrichten gibt es und wofür werden sie verwendet?

4.69 Erläutern Sie das Neighbor Discovery Verfahren bei IPv6.

4.70 Erläutern Sie das Verfahren IPv6 Stateless Address Autoconfiguration.

4.71 Wie wird bei IPv6 erreicht, dass nur selten Pakete fragmentiert werden müssen?

Lösung

1) IPv6 darf nur Link Layer Protokollen verwenden, die mindestens einer Frame-Größe von 1280 Byte unterstützen.

2) IPv6 verlangt vom Transport Layer, dass seine Protokolle nach Möglichkeit Path MTU Discovery verwenden.

4.72 Sie haben einen PC, dessen Ethernet-Schnittstellen die MAC-Adresse 00 1D 09 4F 9D F7 hat. Sie möchten den PC über diese Schnittstelle mit dem Internet verbinden und bekommen in einem Netz IPv6-Konnektivität zu Verfügung gestellt. Ihr PC empfängt nach Anschluss an dieses Netz ein Router Advertisement, das das Subnetz 2003:1234:5678:9abc::/64 anbietet. Welche IPv6-Adresse bekommt Ihr PC?

Lösung: 2003:1234:5678:9abc:021d:09ff:fe4f:9df7

4.73 Von welchem Netzbetreiber wird im Beispiel von Frage 4.72 in Ihrem Netz die globale IPv6-Konnektivität zu Verfügung gestellt?

Unter welcher AS-Nummer wird Ihr Netz weltweit geführt?

Lösung:

a) Von der Deutschen Telekom AG (IPv6-Aggregat 2003::/19).

b) AS 3320.

Beides lässt sich z.B. auch mit Hilfe von <http://www.ripe.net/whois> ermitteln.

4.74 Ihnen wird geraten, auch bei der Verwendung von IPv6 einen NAT-Router einzusetzen, weil das sicherer wäre. Was antworten Sie?

Lösung:

Statt NAT sollte man besser eine Firewall, ggf. eine stateless Firewall verwenden. Diese hat bei gleichen Durchsatzraten höchstens die gleichen Hardware-Anforderungen wie ein NAT-Router und bietet mindestens die gleiche Sicherheit. Zudem unterstützt sie das Ende-zu-Ende-Prinzip des Internet besser. Dadurch ist sie flexibler und kann auch exotische oder noch gar nicht entwickelte Internet-Anwendungen besser unterstützen.

4.75 Wie funktioniert ARP bei IPv6?

Lösung:

Es gibt für IPv6 kein separates Protokoll ARP. Die notwendige Funktionalität ist in ICMPv6 integriert. Statt eines ARP request wird eine ICMPv6-Nachricht vom Typ „Neighbor Solicitation“ verwendet.

tion“ verwendet. Statt des ARP reply wird darauf mit einer ICMPv6-Nachricht vom Typ „Neighbor Advertisement“ geantwortet.

4.76 Wie werden die beiden wesentlichen Funktionsbereiche genannt, die bei modernen Hochleistungsroutern praktisch immer in separaten Hardware-Modulen implementiert werden?

Lösung: Control Plane und Forwarding Plane.

4.77 Welche Aufgaben übernimmt die Control Plane und welche die Forwarding Plane eines IP-Routers?

4.78 In welchem dieser Funktionsbereiche muss ggf. leistungsstärkere Hardware eingesetzt werden:

- a) wenn Pakete nicht schnell genug weitergeleitet werden können, um Line-Rate zu erreichen?
- b) wenn Routing-Protokolle zu langsam abgearbeitet werden?

Lösung:

- a) Forwarding Plane
- b) Control Plane

4.79 Was versteht man beim Switching unter non-blocking?

4.80 Was versteht man unter Traffic Engineering?

4.81 Jemand sagt Ihnen, er würde in seinem Netz Traffic-Engineering betreiben, um eine möglichst gleichmäßige Auslastung seines Netzes zu erreichen. Was antworten Sie?

Lösung:

Eine möglichst gleichmäßige Auslastung ist kein sinnvolles Ziel von Traffic-Engineering, weil es an sich weder wirtschaftliche Vorteile noch Qualitätsgewinne bringt. Sie ist aber eine typische Begleiterscheinung von anderen, sinnvolleren Traffic-Engineering-Zielen, wie z.B. das Maximieren des Durchsatzes, der von einer gegebenen Netzinfrastruktur erbracht werden könnte.

4.82 Welche Möglichkeiten gibt es, die Verkehrsmatrix in einem IP-Netz zu ermitteln?

Nennen Sie die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren.

Lösung:

Theoretische Modelle, z.B. auf der Basis von Geschäftsbeziehungen.

Schätzmethoden, die gemessene Leitungsauslastungen auswerten.

Statistische Messmethoden auf der Basis von Netflow-Accounting.

Messmethoden auf der Basis eines Full-Mesh von MPLS-Tunneln.

Mess- und Rechenmethoden auf der Basis von FEC-spezifischen MPLS-Zählern.

4.83 Welche Möglichkeiten gibt es, das Routing in IP-Netzen zu optimieren?

4.84 Erläutern Sie das Prinzip von Path Vector Routing Protokollen. Wo werden solche Protokolle verwendet?

4.85 Was versteht man unter Policy Routing?

4.86 Was versteht man bei der Zusammenschaltung von Autonomen Systemen unter Peering- und was unter Transit-Verbindungen?

4.87 Sie betreiben mit Ihrem IP-Netz ein autonomes System und haben zwei Beziehungen zu anderen autonomen Systemen, eine Peering- und eine Transit-Beziehung. Von welchem Nachbarn bekommen Sie mehr Routen?

Lösung:

Normalerweise bekommen Sie von Ihrem Transit-Uplink mehr Routen, nämlich die ganze globale Routing-Tabelle. Über das Peering bekommen Sie nur zu einem Teil des weltweiten Internets Routen, nämlich nur die zu diesem autonomen System selber und ggf. seinen Kunden. Anders ist es, wenn der Transit-Provider eine Default-Route anbietet. Dann müssen Sie von ihm gar nicht viele weitere Routen beziehen. U.U. reicht sogar die Default-Route als einzige Route.

4.88 Sie betreiben mit Ihrem Netz ein autonomes System und haben zwei verschiedene Transit-Provider. Es stellt sich eine Lastverteilung ein, die nicht mit Ihren Bestellmengen übereinstimmt oder die aus anderen Gründen nicht Ihren Wünschen entspricht. Sie möchten lieber mehr Verkehr über den einen Transit-Provider empfangen und weniger über den anderen. Welche Möglichkeiten haben Sie?

Lösung:

Sie setzen Communities ein, um bei dem Provider, der Ihnen zu viel Verkehr sendet, die Verteilung Ihrer Routen einzuschränken.

Sie verlängern Ihren AS-Pfad gegenüber dem Provider, der Ihnen zu viel Verkehr sendet.

4.89 Was versteht man unter einem Tier-1 bzw. Tier 2 Provider?

4.90 Was versteht man bei BGP unter Hot Potato Routing?

4.91 Wozu wird das BGP-Attribut Multi Exit Discriminator verwendet?

4.92 Was versteht man unter Overprovisioning?

4.93 Welche Grundfunktionen muss ein IP-Netz unterstützen, dass QoS nach dem DiffServ Modell anbietet?

4.94 Was versteht man unter Per-Hop-Behaviour?

Welche Per-Hop-Behaviours gibt es und was bedeuten sie?

4.95 Wie viele QoS-Klassen lassen sich mit Hilfe

a) des IP DSCP und

b) des IP Precedence-Feldes unterscheiden?

Lösung: a) 64, b) 8

4.96 Für einen bestimmten Internet-Dienst sollen QoS-Funktionen eingeführt werden. Wer muss mit dem Netzbetreiber (oder den Netzbetreibern) entsprechende QoS-Vereinbarungen treffen, der Erbringer oder der Konsument des Dienstes?

Lösung:

Die QoS-Klasse eines IP-Pakets kann immer nur vom Sender festgelegt werden. Daher hängt die Frage von der Art des Dienstes ab:

Wenn bei dem Dienst im Wesentlichen Daten vom Dienst-Erbringer zum Konsumenten übertragen werden (beispielsweise Video-Download), dann muss der Dienst-Erbringer für die QoS-Vereinbarungen sorgen.

Wenn die Daten eher zum Dienst-Erbringer übertragen werden (z.B. Foto-Upload) muss der Konsument mit seinem Netzbetreiber geeignete QoS-Vereinbarungen treffen.

Wenn der Datenfluss in beide Richtungen kritisch ist, dann müssen sich beide Seiten mit ihrem jeweiligen Netzbetreiber über QoS-Dienste verständigen.

Übungsaufgaben zu Kapitel 5

- 5.1 Was waren die Gründe für die Entwicklung von MPLS?
- 5.2 Auf welchem OSI-Layer ist MPLS anzusiedeln?
- 5.3 Was ist ein Label und welchen Wertebereich hat ein Label?
- 5.4 Was versteht man unter einem Label Switched Router (LSR)?
Nennen Sie Beispiele für Label Switched Router.
- 5.5 Wie ist eine Label Forwarding Information Base (LFIB) aufgebaut?
In welchen Fällen enthält die LFIB mehr als einen Eintrag?
- 5.6 Warum wird der MPLS Forwarding-Algorithmus „exact match algorithm“ genannt?
- 5.7 Was versteht man unter einem Label Edge Router?
- 5.8 Was versteht man unter Ultimate Hop Popping und Penultimate Hop Popping?
- 5.9 Wie viele LSPs sind für eine Vollvermaschung von N Label Edge Routern erforderlich?
Wie viele Einträge hat dann jeder LER in seiner LFIB?
- 5.10 Erläutern Sie alle Felder des MPLS-Headers.
- 5.11 Erläutern Sie die drei wesentlichen Operationen der MPLS Forwarding-Plane.
- Lösung:*
Label Push (Hinzufügen eines MPLS-Label)
Label Swap (Austauschen eines MPLS-Label gegen ein anderes)
Label PoP (Entfernen eines MPLS-Label)
- 5.12 Was versteht man unter Label Stacking?
- 5.13 Was versteht man unter einer Forwarding Equivalence Class (FEC)?

Nennen Sie Beispiele für eine FEC.

5.14 Was versteht man bzgl. der Zuweisung der Label unter Flow driven, Topology driven und Request driven?

5.15 Was versteht man unter Label Binding?

Was versteht man unter einem local bzw. remote Binding?

Was versteht man unter upstream bzw. downstream Label Binding?

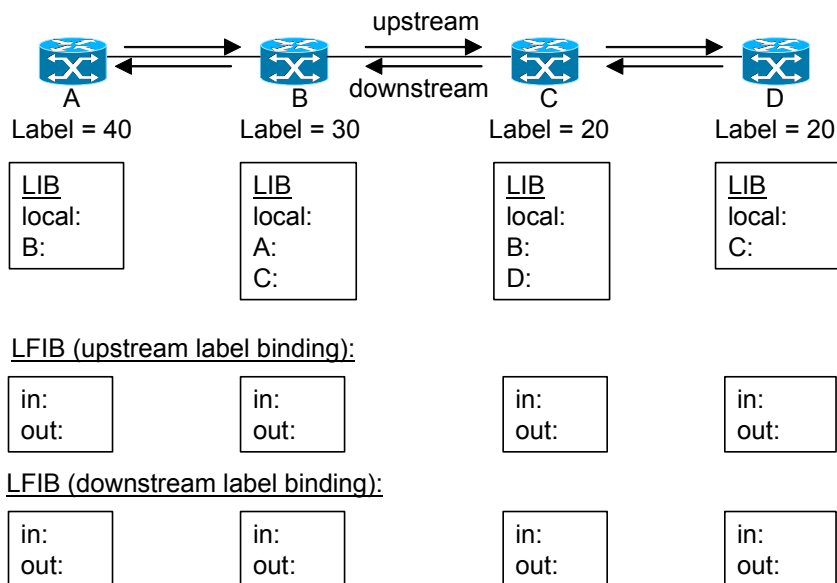
5.16 Worin liegt der Unterschied zwischen einem L-LSP und einem E-LSP?

5.17 Welche Information enthält die Label Information Base (LIB)?

5.18 Was versteht man unter liberal und conservative label retention mode?

5.19 Was versteht man unter independent und ordered control mode?

5.20 Betrachtet wird das folgende Netz bestehend aus den LSR A, B, C und D:



Die LSR A, B, C und D vergeben die angegebenen Local Bindings für eine FEC, die von LSR D direkt erreicht werden kann. Konstruieren Sie die LIB

(i) für den liberal label retention mode

- (ii) für den conservative label retention mode
und die LFIB
- (i) für upstream label binding
(ii) für downstream label binding.

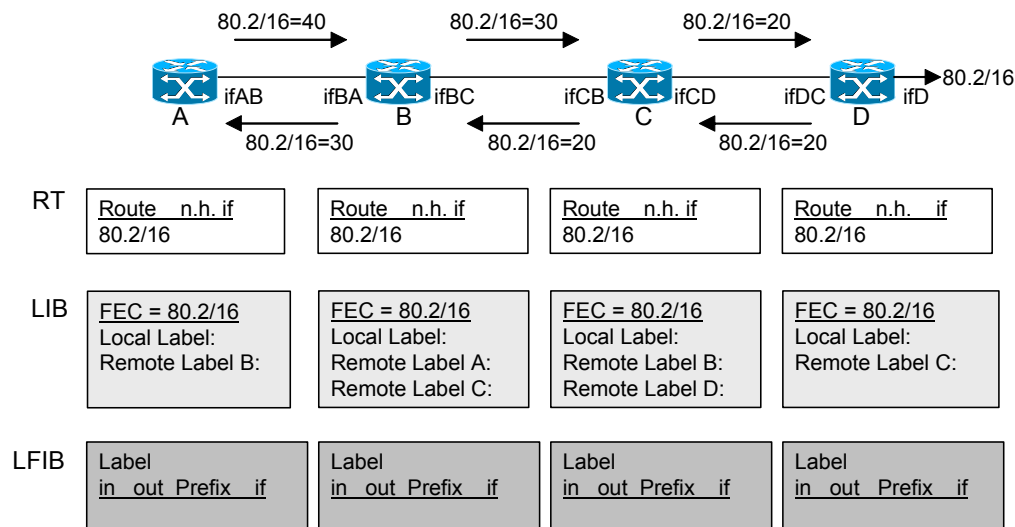
Lösung: siehe Buch Abbildung 123.

5.21 Welche Unterschiede gibt es zwischen MPLS-Forwarding mit IP Routing und MPLS mit explizitem Routing?

5.22 Was versteht man unter Label Merging?

5.23 Wie kann aus der IP Routing-Tabelle und der LIB die Label Forwarding Information Base konstruiert werden?

5.24 Betrachtet wird das folgende Netz bestehend aus den LSR A, B, C und D (n.h.: next hopt, if: interface):



Vervollständigen Sie die IP Routing-Tabelle (RT), die Label Information Base (liberal retention mode) und die Label Forwarding Information Base.

Lösung: siehe Buch Abbildung 124.

5.25 Sie führen auf Ihrem PC ein traceroute zu einem Host in einem anderen Kontinent durch. Nach einigen Hops, die den Laufzeiten zu Folge nahe bei Ihnen liegen müssen, kommt ein großer Sprung an einen Hop inmitten des anderen Kontinents. Sie halten es für unwahrscheinlich, dass ein Router in Ihrer Nähe eine direkte Verbindung zu diesem entfernten Router hat. Was könnte diese Beobachtung erklären?

Lösung:

Auf dem Weg zu Ziel läuft das Paket durch ein globales, MPLS-basiertes Netz. Der Betreiber dieses Netzes hat seine Router so eingestellt, dass der TTL-Wert der IP-Pakets nicht in das TTL-Feld des MPLS-Headers kopiert wird. Dadurch bekommen Sie mit traceroute nur die LER dieses Netzes zu sehen, nicht aber die LSR.

5.26 Welche Protokolle werden üblicherweise zur Signalisierung der MPLS-Transport Label verwendet?

Lösung: LDP und/oder RSVP

5.27 In einem IP/MPLS-Netz wird ausschließlich LDP zur Signalisierung der Transport-Label verwendet. Wie unterscheiden sich die Pfade, die Pakete durch dieses Netz nehmen, von denen, die sie ohne MPLS nehmen würden?

Lösung:

Gar nicht. LDP verändert die Routing-Entscheidungen des IGP nicht, sondern fügt lediglich ein Label für das Forwarding hinzu.

5.28 In einem anderen IP/MPLS-Netz wird eine Vollvermaschung von RSVP-Tunneln zur Signalisierung der Transport-Label verwendet. Die Pfade werden dynamisch aufgebaut, dem Constrained Shortest Path First Algorithmus werden aber keine Einschränkungen mitgegeben. Wie unterscheiden sich hier die Pfade der Pakete durch das Netz von denen ohne MPLS?

Lösung:

An allen Punkten, an denen das normalen IP-Routing Equal Cost Load Sharing (ECMP Routing) verwenden würde, wird nur einer von allen zu Verfügung stehenden Pfaden benutzt. Auch findet kein Label Merging statt.

5.29 Was versteht man unter MPLS mit explizitem Routing und wofür wird es verwendet?

5.30 Was ist der wesentliche Vorteil von RSVP-basiertem Traffic-Engineering gegenüber anderen Methoden des internen Traffic-Engineerings?

Lösung:

Die Pfade können auch in Abhängigkeit der Quelle eines Pakets sowie für jeden LSP einzelne gewählt werden. Dadurch lassen sich Optimierungsprobleme in weit mehr Topologien lösen als beispielsweise nur durch eine Manipulation der IGP-Metriken.

5.31 Welche grundsätzlichen Möglichkeiten gibt es für die Pfadwahl von TE-Tunneln?

5.32 Erläutern Sie wie ein TE-Tunnel aufgebaut wird.

5.33 Worin liegen die Unterschiede zwischen einem physikalischen Link und einem TE-Tunnel?

5.34 Welche Informationen enthalten IS-IS Link State Packets und welche zusätzlichen Informationen IS-IS TE Link State Packets?

5.35 Welches Problem stellt sich bei IS-IS TE und wie kann es gelöst werden?

5.36 Was versteht man unter Constrained Based Routing?

5.37 Erläutern Sie den Constrained Shortest Path First (CSPF) Algorithmus.

5.38 Welche Möglichkeiten gibt es, Verkehr in einen TE-Tunnel zu lenken?

5.39 Erläutern Sie das Prinzip, wie beliebige Services über MPLS transportiert werden können.

5.40 Nennen Sie drei verschiedene MPLS Service Label.

Lösung:

VPN-Label (für Layer-3 VPNs)

Interworking-Label (für PWE3)

CsC-Label (für MPLS-VPNs)

6PE-Label (für IPv6)

5.41 Erläutern Sie, wie öffentlicher IPv4 Verkehr in einem MPLS-Netz übertragen wird.

5.42 Was versteht man unter Virtual Routing and Forwarding?

- 5.43 Erläutern Sie, wie man mit MPLS IP-VPNs realisieren kann.
- 5.44 Was versteht man unter PWE3 und welche Protokolle können mit PWE3 übertragen werden?
- 5.45 Was versteht man unter Circuit Emulation?
- 5.46 Welche Funktionalitäten sind für die Enkapsulierung von Nutzdaten mit PWE3 erforderlich?
- 5.47 Welche Dienste können mit VPLS realisiert werden?
- 5.48 Was versteht man bei VPLS unter einer virtuellen Bridge und was sind die Aufgaben einer virtuellen Bridge?
- 5.49 Was bedeutet der Split-Horizon Algorithmus im Zusammenhang mit VPLS und wofür wird er verwendet?
- 5.50 Erläutern Sie das Lernen von MAC-Adressen bei VPLS.
- 5.51 Was versteht man unter Hierarchical VPLS und wofür wird es verwendet?
- 5.52 Was versteht man unter Carrier supporting Carrier?
- 5.53 Was versteht man unter dem 6PE Verfahren und wofür wird es verwendet?
- 5.54 Was gibt das 6PE-Label an?
- 5.55 Erläutern Sie die Übertragung von IPv6-Paketen mit dem 6PE-Verfahren.
- 5.56 Warum ist die Konvergenzzeit von MPLS-Netzen mit IP-Routing länger als die von reinen IP-Netzen?
- 5.57 Was ist die Motivation für die Verwendung von MPLS Fast Reroute?

5.58 Was sind die Hauptfaktoren dafür, dass mit Fast Reroute Techniken erheblich kürzere Umschaltzeiten erreicht werden können als mit Fast IGP?

Lösung:

Da die Reroute-Entscheidung lokal getroffen wird, muss keine Signalisierung des Ausfalls durch das Netz erfolgen. Fast Reroute kann nach Erkennen eines Ausfalls sofort aktiv werden.

Da die Ersatzwege vorberechnet sind, muss innerhalb des Routers kein aufwendiger Neuaufbau der FIB mit Download von der Control Plane auf die Forwarding Plane durchgeführt werden. Es muss nur auf einen Ersatzweg umgeschaltet werden, der schon weitgehend vorbereitet ist.

5.59 Welche Funktionalitäten bietet MPLS Fast Reroute?

5.60 Erläutern Sie die Link Protection mit MPLS Fast Reroute.

5.61 Was versteht man unter einem Next Hop Backup Tunnel?

5.62 Erläutern Sie die Node Protection mit MPLS Fast Reroute.

5.63 Was versteht man unter einem Next Next Hop Backup Tunnel?

5.64 Wofür verwendet man bei der RSVP RESV Message das Record Label Object?

5.65 Was sind die Aufgaben der Data Plane und der Management Plane von Transportnetzen?
Wie können die Data Plane und die Management Plane miteinander kommunizieren?

5.66 Worin liegt der Unterschied zwischen Switching on Demand und Switching on Command?

5.67 Nennen Sie die Aufgaben einer Control Plane.

5.68 Was versteht man unter einer optischen Control Plane und welche Vorteile bietet sie?

5.69 Was versteht man unter GMPLS?

Welche Arten von LSR müssen bei GMPLS unterschieden werden?

5.70 Welche Hierarchie ergibt sich bei GMPLS-LSPs?

- 5.71 Welche Erweiterungen von MPLS-TE sind bei GMPLS erforderlich?
- 5.72 Was versteht man unter Shared Risk Link Groups?
- 5.73 Warum verwendet man bei GMPLS Label Sets?
- 5.74 Was versteht man bei GMPLS unter einem asymmetrischen bidirektionalen LSP?
- 5.75 Was versteht man unter einem suggested Label und warum werden suggested Label bei GMPLS verwendet?
- 5.76 Erläutern Sie das GMPLS Peer-Modell, das Overlay-Modell und das Augmented-Modell.
- 5.77 Was versteht man unter Transport Network Assigned Addresses und wofür werden sie verwendet?
- 5.78 Worin besteht der Unterschied zwischen ASON und GMPLS?
- 5.79 Welche Schnittstellen gibt es in ASON-Netzen und worin liegen die Unterschiede der verschiedenen Schnittstellen?
- 5.80 Welche Entsprechungen gibt es zwischen der ASON-Architektur und dem GMPLS Peer-Modell, dem Overlay-Modell und dem Augmented-Modell?
- 5.81 Worin liegen die Unterschiede zwischen Permanent Connections, Soft Permanent Connections und Switched Connections in ASON-Netzen?

Datennetztechnologien für Next Generation Networks

Ethernet, IP, MPLS und andere

Obermann, K.; Horneffer, M.

2013, XIII, 285 S. 145 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-8348-1384-8