

## 1.)

Die Taliko AG möchte ihr LAN für IPv6 vorbereiten. Sie sollen das bestehende LAN auf IPv6-Fähigkeit testen.

a) In einem englischen Handbuch zur IPv6 werden folgende Fachbegriffe erläutert.

Geben Sie die Erläuterungen jeweils sinngemäß in Deutsch wieder.

- aa) Link local address (FE80/10): This address is found on each IPv6 interface after stateless auto-configuration. Packets using link-local addressing will never pass a router. (3 Punkte)

---

---

---

---

---

- ab) Site local address (FEC0/10): An identifier for a network or host. Can be used to build a private network, like the private network address space (10.x.x.x) in Ipv4. (3 Punkte)

---

---

---

---

---

- ac) Global Unicast Address (2000/3): This address is the analogue of the normal IPv4 Addresses. Identified an Unique Interface. (3 Punkte)

---

---

---

---

---

- ad) 6to4 tunneling is a mechanism that allows IPv6-hosts, -sites or -networks to communicate across the IPv4 Internet. The local node encapsulates the IPv6 traffic with an IPv4 header and sends it to another 6to4 node over the IPv4 Internet. On this site the IPv4 header will be removed and the IPv6 traffic will be send to the destination node using the IPv6 network infrastructure. (3 Punkte)

---

---

---

---

---

**2.) a)**

Erläutern Sie mithilfe des folgenden englischen Textes, nach welchem Verfahren die IPv6-Adresse **fe80::2e0:81ff:fe55:32a7** generiert wurde.

(4 Punkte)

IPv6 hosts automatically assign each of their interfaces a unique address based on the IEEE 802 MAC address. This auto configuration is specified in RFC 4862. A link-local unicast address has the prefix **fe80::/10** in standard IPv6 CIDR notation.

A 64-bit interface identifier is most commonly derived from its 48-bit MAC address. A MAC address **00:1D:BA:06:37:64** is turned into a 64-bit EUI-64 by inserting **FF:FE** in the middle: **00:1D:BA:FF:FE:06:37:64**. When this EUI-64 is used to form an IPv6 address it is modified: the meaning of the Universal/ Local bit (the 7th most significant bit of the EUI-64, starting from 1) is inverted, so that a 1 now means Global.

**b)** Geben Sie die MAC-Adresse des Interfaces an!

**c)** Bilden Sie aus der MAC-Adresse **00-AA-00-3F-2A-1C** eine IPv6-Link-Lokal-Adresse!

**3.)** Geben Sie die IPv6-Netzadresse, die erste mögliche und die letzte mögliche IPv6-Adresse des Netzes an, in dem sich die Adresse **2001:db8:85a3:8d3:1319:8a2e:370:7344/64** befindet.

IPv6-Netzadresse:

erste IPv6 Host-Adresse:

letzte IPv6 Host-Adresse:

## 4.)

In einem vorhanden Testnetz wurden zwei Systeme mit IPv6 konfiguriert. Mit einem Protokollanalyser wurden die folgenden zwei IP-Pakete aufgezeichnet.

## Trace 1

```
60 00 00 00 00 40 3A 40 FE C0 01 01 00 00 00 00
00 00 AF C1 00 B8 00 51 FE C0 00 03 00 00 00 00
00 00 00 BE FE 30 01 F0 81 00 A4 6B 0C 1C 00 41
52 0F 36 47 9F 89 0C 00 08 09 0A 0B 0E 0F 10 11
...
```

## Trace 2

```
45 00 00 54 A1 1B 00 00 41 01 55 52 C0 A8 01 02
C0 A8 01 E9 00 00 9B E3 3F 1C 00 09 24 13 36 47
D5 98 0D 00 08 09 0A 0B 0C 0D 0E 0F 10 11 12 13
14 15 16 17 18 19 1A 1B 1C 1F 20 21 22 23 24 25
...
```

IPv6 – Header

Version (4bit)	Traffic Class (8bit)	Flow Label (20bit)	
Payload length (16bit)		Next Header (8bit)	Hop Limit (8bit)
Source Address (128bit)			
Destination Address (128bit)			

ba) Bestimmen Sie den Trace mit dem IPv6 Paket.

(1 Punkt)

---



---

bb) Nennen Sie die IPv6 Senderadresse.

(2 Punkte)

---



---



---

bc) Nennen Sie die IPv6 Empfängeradresse.

(2 Punkte)

---



---

- bd) Sie sollen an einem weiteren Rechner eine IPv6-Konfiguration manuell eingeben. Dieser soll mit beiden IPv6-Rechnern aus dem Testaufbau (siehe Trace) kommunizieren können. Ein IPv6-DNS-Server ist unter FEC0::16/10 erreichbar. Der Standardgateway hat die erste mögliche Adresse im Netz.

**Eigenschaften von Internetprotokoll Version 6 (TCP/IPv6)**

Allgemein

IPv6-Einstellungen können automatisch zugewiesen werden, wenn das Netzwerk diese Funktion unterstützt. Wenden Sie sich andernfalls an den Netzwerkadministrator, um die geeigneten IPv6-Einstellungen zu beziehen.

☐ IPv6-Adresse automatisch beziehen

☒ Folgende IPv6-Adresse verwenden:

IPv6-Adresse:

Subnetzpräfixlänge:

Standardgateway:

☐ DNS-Serveradresse automatisch beziehen

☒ Folgende DNS-Serveradressen verwenden:

Bevorzugter DNS-Server:

Alternativer DNS-Server:

☒ Einstellungen beim Beenden überprüfen

Erweitert...

OK Abbrechen

Tragen Sie die notwendigen Werte in die Felder ein und erläutern Sie stichpunktartig die eingetragenen Werte.

(8 Punkte)

**5.)** Die IPv6-Adresse `2001:0db8:0000:0000:1428:0000:0000:57ab` wurde falsch verkürzt und wie folgt angegeben: `2001:0db8::1428::57ab`

**a)** Zeigen Sie, dass die Angabe nicht eindeutig ist, indem Sie zwei verschiedene, daraus ableitbare Adressen angeben, die nicht der Originaladresse entsprechen.

**b)** Geben Sie eine korrekte Kurzdarstellung der IPv6-Adresse an:

**6.)** Ergänzen Sie die Tabelle und geben Sie für die folgenden IPv6-Adressbereiche jeweils das erste und letzte mögliche IPv6-Subnetz an.

IPv6-Adressbereich	erstes mögliches IPv6-Subnetz	letztes mögliches IPv6-Subnetz
<code>2000::/3</code>		<code>3fff:ffff:ffff:ffff::/64</code>
<code>fc00::/7</code>	<code>fc00::/64</code>	

**7.)** Vom ISP haben Sie folgenden IPv6-Adressbereich bekommen: `2001:db:4711::/48`

**a)** Wieviele IPv6-Subnetze können Sie bilden?

**b)** Geben Sie das erste und letzte mögliche IPv6-Subnetz an.

IPv6-Adressbereich	erstes mögliches IPv6-Subnetz	letztes mögliches IPv6-Subnetz
<code>2001:db:4711::/48</code>		

**8.)** Das folgende Kommando wurde auf einem Linux-Host ausgeführt:

```
root@PC-D29265:~# ifconfig eth0
eth0      Link encap:Ethernet  HWaddr 00:19:99:d2:92:65
          inet addr:192.168.1.153  Bcast:192.168.1.255  Mask:255.255.255.0
          inet6 addr: fe80::219:99ff:fed2:9265/64 Scope:Link
          UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
          RX packets:138 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
          TX packets:41 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
          collisions:0 txqueuelen:1000
          RX bytes:13921 (13.9 KB)  TX bytes:3927 (3.9 KB)
          Interrupt:44 Base address:0x6000
```

**a)** Geben Sie das IPv4-Netz an, in dem sich der Host befindet:

**b)** Geben Sie das Präfix der IPv6-Adresse an:

**c)** Geben Sie die Interface-ID der IPv6-Adresse an:

**d)** Geben Sie das IPv6-Subnet an, in dem sich der Host befindet:

**e)** Erklären Sie, was in der 4. Zeile die Angabe `Scope:Link` bedeutet.

**f)** Werden auf diesem Linux-Host die IPv6 Privacy-Extensions verwendet?  
Begründen Sie Ihre Antwort.

**9.) Auf einem Linux-Host wurde ein IPv6-Ping ausgeführt:**

```
root@PC-D29265:~# ping6 -c 3 -I eth0 ff02::1
PING ff02::1 (ff02::1) from fe80::219:99ff:fed2:9265 eth0: 56 data bytes
64 bytes from fe80::219:99ff:fed2:9265: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.031 ms
64 bytes from fe80::c225:6ff:fea5:6e18: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.520 ms (DUP!)
64 bytes from fe80::219:99ff:fed2:9265: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.024 ms
64 bytes from fe80::c225:6ff:fea5:6e18: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.505 ms (DUP!)
64 bytes from fe80::219:99ff:fed2:9265: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.025 ms

--- ff02::1 ping statistics ---
3 packets transmitted, 3 received, +2 duplicates, 0% packet loss, time 1999ms
rtt min/avg/max/mdev = 0.024/0.221/0.520/0.238 ms
root@PC-D29265:~#
```

- a) Erklären Sie die Besonderheit der angepingten IP-Adresse.
- b) Welche Art von IPv6-Adressen haben die Hosts, die auf den Ping antworten?
- c) Warum antworten mehrere Hosts?

**10.) Das folgende Kommando wurde auf einem Windows-Host ausgeführt:**

```
C:\>ipconfig /all
```

Windows-IP-Konfiguration

```
Hostname . . . . . : PC-D29265
Primäres DNS-Suffix . . . . . :
Knotentyp . . . . . : Hybrid
IP-Routing aktiviert . . . . . : Nein
WINS-Proxy aktiviert . . . . . : Nein
DNS-Suffixsuchliste . . . . . : horst.box
```

Ethernet-Adapter LAN-Verbindung:

```
Verbindungsspezifisches DNS-Suffix: horst.box
Beschreibung. . . . . : Realtek PCIe GBE Family Controller
Physikalische Adresse . . . . . : 00-19-99-D2-92-65
DHCP aktiviert. . . . . : Ja
Autokonfiguration aktiviert . . . : Ja
Verbindungslokale IPv6-Adresse . : fe80::c840:6b49:b8c7:d087%11 (Bevorzugt)
IPv4-Adresse . . . . . : 192.168.231.153 (Bevorzugt)
Subnetzmaske . . . . . : 255.255.255.0
Lease erhalten. . . . . : Dienstag, 4. März 2014 13:31:40
Lease läuft ab. . . . . : Freitag, 14. März 2014 13:31:40
Standardgateway . . . . . : 192.168.231.253
DHCP-Server . . . . . : 192.168.231.253
DHCPv6-IAID . . . . . : 184555929
DHCPv6-Client-DUID. . . . . : 00-01-00-01-17-0E-6E-61-14-DA-E9-EF-82-52
DNS-Server . . . . . : 192.168.231.253
NetBIOS über TCP/IP . . . . . : Aktiviert
```

- a) Geben Sie das IPv4-Netz an, in dem sich der Host befindet:
- b) Geben Sie das Präfix der IPv6-Adresse an:
- c) Geben Sie die Interface-ID der IPv6-Adresse an:
- d) Geben Sie das IPv6-Subnet an, in dem sich der Host befindet:
- e) Werden hier die IPv6 Privacy-Extensions verwendet?  
Begründen Sie Ihre Antwort.

11.) Das folgende Kommando wurde auf einem Windows-Host ausgeführt:

```
C:\>ipconfig /all
```

Windows-IP-Konfiguration

```
Hostname . . . . . : PC-D29265
Primäres DNS-Suffix . . . . . :
Knotentyp . . . . . : Hybrid
IP-Routing aktiviert . . . . . : Nein
WINS-Proxy aktiviert . . . . . : Nein
DNS-Suffixsuchliste . . . . . : xx.box
```

Ethernet-Adapter LAN-Verbindung:

```
Verbindungsspezifisches DNS-Suffix: xx.box
Beschreibung. . . . . : Realtek PCIe GBE Family Controller
Physikalische Adresse . . . . . : 00-19-99-D2-92-65
DHCP aktiviert. . . . . : Ja
Autokonfiguration aktiviert . . . : Ja
Verbindungslokale IPv6-Adresse . . : fe80::c840:6b49:b8c7:d087%11 (Bevorzugt)
IPv4-Adresse . . . . . : 192.168.89.153 (Bevorzugt)
Subnetzmaske . . . . . : 255.255.255.0
Lease erhalten. . . . . : Donnerstag, 6. März 2014 15:39:27
Lease läuft ab. . . . . : Sonntag, 16. März 2014 15:39:27
Standardgateway . . . . . : 192.168.89.123
DHCP-Server . . . . . : 192.168.89.123
DHCPv6-IAID . . . . . : 184555929
DHCPv6-Client-DUID. . . . . : 00-01-00-01-17-0E-6E-61-14-DA-E9-EF-82-52
DNS-Server . . . . . : 192.168.89.123
NetBIOS über TCP/IP . . . . . : Aktiviert
```

Tunneladapter isatap.xx.box:

```
Verbindungsspezifisches DNS-Suffix: xx.box
Beschreibung. . . . . : Microsoft-ISATAP-Adapter
Physikalische Adresse . . . . . : 00-00-00-00-00-00-E0
DHCP aktiviert. . . . . : Nein
Autokonfiguration aktiviert . . . : Ja
Verbindungslokale IPv6-Adresse . . : fe80::5efe:192.168.89.153%16 (Bevorzugt)
Standardgateway . . . . . :
DNS-Server . . . . . : 192.168.89.123
NetBIOS über TCP/IP . . . . . : Deaktiviert
```

Tunneladapter 6TO4 Adapter:

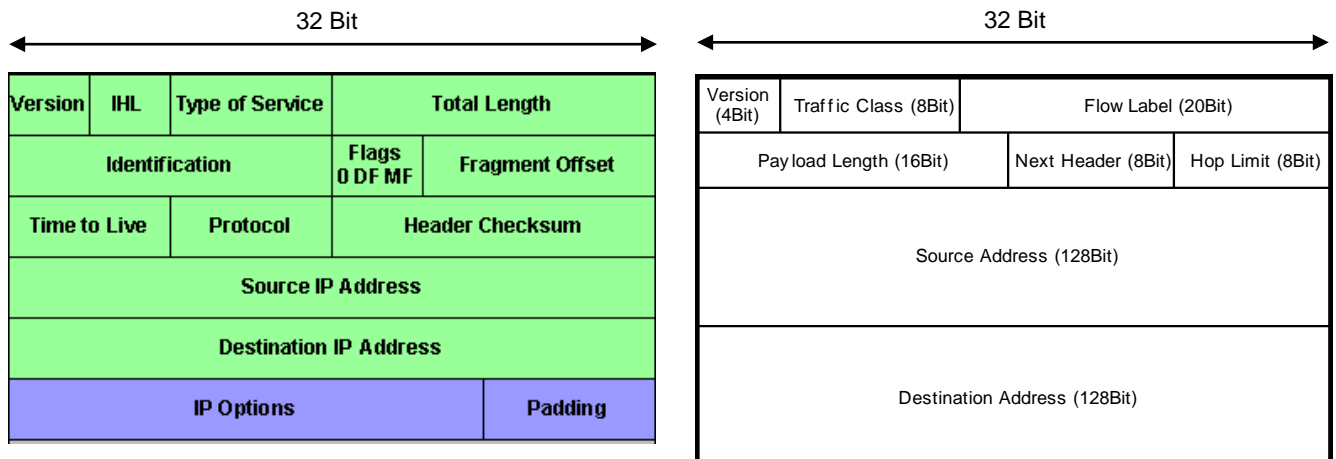
```
Medienstatus. . . . . : Medium getrennt
Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:
Beschreibung. . . . . : Microsoft-6zu4-Adapter
Physikalische Adresse . . . . . : 00-00-00-00-00-00-E0
DHCP aktiviert. . . . . : Nein
Autokonfiguration aktiviert . . . : Ja
```

Tunneladapter Teredo Tunneling Pseudo-Interface:

```
Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:
Beschreibung. . . . . : Teredo Tunneling Pseudo-Interface
Physikalische Adresse . . . . . : 00-00-00-00-00-00-E0
DHCP aktiviert. . . . . : Nein
Autokonfiguration aktiviert . . . : Ja
IPv6-Adresse. . . . . : 2001:0:9d38:6abd:ac:1abe:3f57:fe66 (Bevorzugt)
Verbindungslokale IPv6-Adresse . . : fe80::ac:1abe:3f57:fe66%18 (Bevorzugt)
Standardgateway . . . . . : ::
NetBIOS über TCP/IP . . . . . : Deaktiviert
```

Geben Sie alle auf diesem Host verfügbaren IPv6-Übergangsmechanismen an:

- 12.) Finden Sie anhand der dargestellten IPv4- und IPv6-Header heraus,  
 a) welche Felder die selben Aufgaben haben (mit Kleinbuchstaben kennzeichnen) und  
 b) welche Felder bei IPv6 weggefallen sind (in der IPv4-Darstellung durchstreichen).



- 12.)\* Zur Zeit steht für die öffentliche IPv6-Adressierung nur der Bereich  $2000::/3$  zur Verfügung.  
 Wieviel Prozent des gesamten IPv6-Adressraums sind das?

- 13.) Nachfolgend ist der Hex-Dump eines IPv6-Pakets angegeben.

```

60 00 00 00 00 40 3A 40 FE C0 01 01 00 00 00 00
00 00 AF C1 00 B8 00 51 FE C0 00 03 00 00 00 00
00 00 00 BE FE 30 01 F0 81 00 A4 6B 0C 1C 00 41
52 0F 36 47 9F 89 0C 00 08 09 0A 0B 0E 0F 10 11
. . .
  
```

- a) Markieren Sie die IPv6-Quell-Adresse.  
 b) Welches Protokoll wird hierbei von IPv6 transportiert?
- 14.) Nennen Sie drei Nachteile von IPv4 und erläutern Sie, wie IPv6 diese vermeiden will.

- 15.) Über die IPv6-Multicast Adressen  $\text{ff02}::1$  bzw.  $\text{ff01}::2$  werden alle Rechner bzw. alle Router eines *Links* (d.h. eines Layer2-Netzwerksegments) erreicht.

- a) Erläutern Sie diese Aussage an einem konkreten Beispiel.  
 b) Welche IPv6-Adressen sind nur innerhalb eines Layer2-Netzwerksegments gültig?  
 c) Wie lautet der bei IPv6 verwendete englische Fachbegriff für *Gültigkeitsbereich*?



16.) URL-Angaben mit IPv6-Adressen müssen geklammert werden, z.B.:

`http://[2001:db8::1428:57ab]:8080/`

Erklären Sie, was dabei die Angabe `:8080` bedeutet.

17.) Bei einer Diskussion über IP-Adressen wird von *Broadcast*, *Unicast* und *Multicast* gesprochen. Erklären Sie diese Begriffe.

18.) Sie haben in der Adresszeile des Firefox-Browsers folgendes eingegeben: `:::1`

Was bedeutet das?

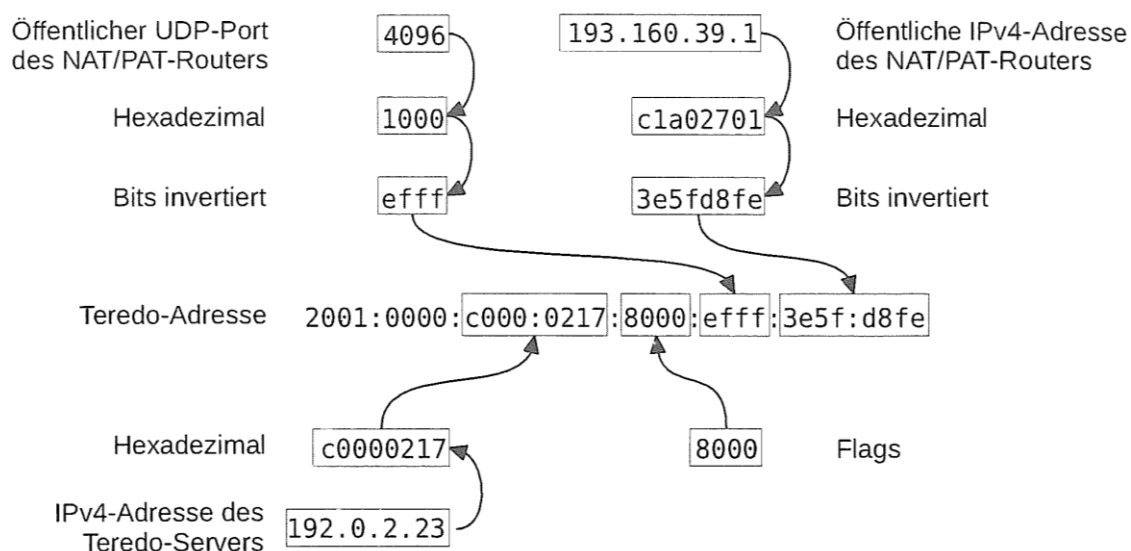
19.) \*6to4 ist ein IPv6-Übergangsmechanismus. Hierbei werden IPv6-Pakete durch das IPv4-Internet getunnelt. Bei 6to4 wird jede IPv4-Adresse auf ein /48 - IPv6-Netz abgebildet. Diese IPv6-Adresse setzt sich wie folgt aus dem Präfix 2002 und der hexadezimal notierten IPv4-Adresse zusammen:

100.200.100.200  
  
 2002:64C8:64C8::/48

a) Geben Sie die Präfix-Länge des gebildeten IPv6-Netzes an: \_\_\_\_\_

b) Bestimmen Sie das IPv6-Netz, das beim 6to4-Verfahren für die IPv4-Adresse 191.123.87.12 gebildet wird.

20.) \*Teredo ist ein IPv6-Übergangsmechanismus. Die IPv6-Adresse berechnet sich nach folgendem Schema:



Gegeben ist folgende Teredo-Adresse: `2001:0:b0e:0:8000:d98:532b:7efc`

Geben Sie die IPv4-Adresse des NAT/PAT-Routers an: \_\_\_\_\_

Geben Sie die UDP-Portnummer des NAT/PAT-Routers an: \_\_\_\_\_

Geben Sie die IPv4-Adresse des Teredo-Servers an: \_\_\_\_\_

**21.)** aus der APr FISI FQ Wi2014

Die KarWell GmbH möchte zunächst IPv6 als Ergänzung zur bestehenden IPv4-Umgebung einsetzen. Der Provider teilt Ihnen eine IPv6-Netzadresse/56 zu.

- a) Die Migration von IPv4 zu IPv6 soll mithilfe von *Dual Stack*-fähigen Geräten erfolgen.

Erklären Sie die Funktionalität von *Dual Stack*.

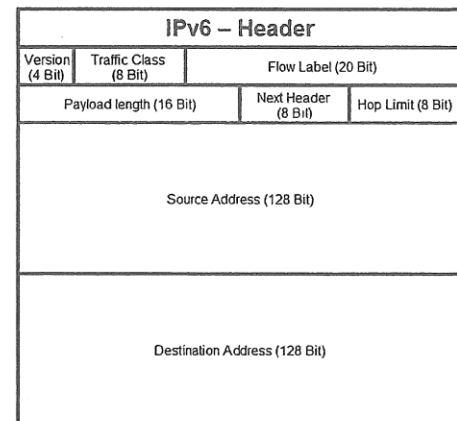
2 Punkte

- b) Beim Test einer IPv6-Verbindung wurde folgender Trace aufgezeichnet.

Trace:

```
60 00 00 00 00 40 3A 40 20 01 0D B8 01 00 00 00
00 00 AF C1 00 B8 00 51 3F FE FF FF 00 00 00 03
00 00 00 BE FE 30 01 F0 81 00 A4 6B 0C 1C 00 41
52 0F 36 47 9F 89 0C 00 08 09 0A 0B 0E 0F 10 11
...
```

IPv6-Header-Aufbau



- ba) Ermitteln Sie mithilfe des Feldes „Next Header“ im Trace das Protokoll, für welches die Daten bestimmt sind.

3 Punkte

1	ICMP
6	TCP
17	UDP
27	RDP
58	ICMPv6
59	no next header
92	MTP

- bb) Ermitteln Sie die IPv6-Quelladresse und die IPv6-Zieladresse des Pakets, und geben Sie diese in verkürzter Schreibweise an.

6 Punkte

d) Bei IPv6 benutzen viele Dienste Multicasts.

da) Ermitteln Sie mithilfe der Tabelle „Multicast-Addresses“ (siehe unten), welche Funktionalität die folgende Multicast-Adresse bereitstellt: 4 Punkte

FF05::FB

db) Ermitteln Sie die Multicast-Adresse in hexadezimaler Schreibweise, die alle Schnittstellen im gleichen Ethernet-Netzwerk-segment anspricht. 4 Punkte

Tabelle: Multicast-Addresses

1111 1111	Flags	Scope	Group ID
8 bit	4 bit	4 bit	112 bit

Multicast Address: FF::

Flag: 0000 permanent multicast addresses  
0001 transient multicast addresses

Scope: 0001 node-local  
0010 link-local  
0011 subnet-local  
0100 admin-local  
0101 site-local  
1000 organization-local  
1110 global (internet)

important Group ID's last 32 bit

0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0001	all Nodes address
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0010	all Routers address
0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 1001	RIP-Routers
0000 0000 0000 0000 0000 0000 1111 1011	DNS-Servers
0000 0000 0000 0000 0000 0001 0000 0001	NTP-Servers
0000 0000 0000 0000 0000 0001 0001 0001	Multicast Transport
0000 0000 0000 0000 0000 0001 0000 1000	NIS
0000 0000 0000 0001 0000 0000 0000 0010	all DHCP-Servers

**22.)** Der Deutschen Telekom AG wurde das Netz 2003::/19 zugeteilt.

**a)** Wieviele /56-Subnetze könnte die Deutsche Telekom AG an ihre Kunden weitergeben?

**b)** In wieviele Subnetze könnte jeder Kunde das ihm zugeteilte Netz unterteilen?

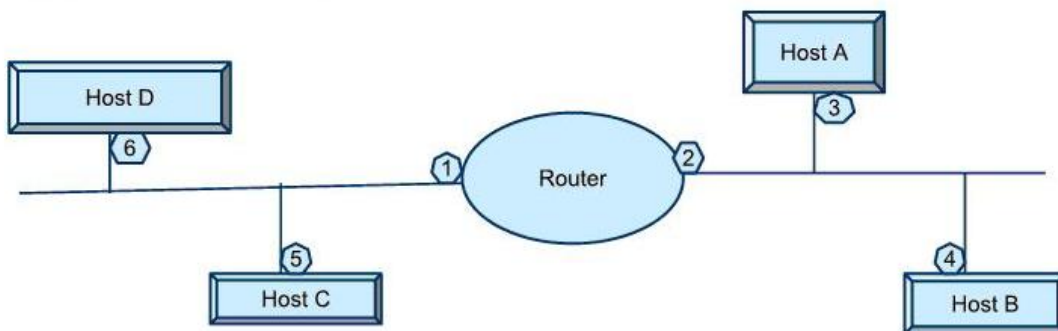
**23.)** Welche Adresse ist nicht aus dem Netz 2003::/19 der Deutschen Telekom AG?

- ☐ 2003:f220:2:15:109:109:202:116
- ☐ 2003:034b:2010:0:20c:29ff:fea7:dead
- ☐ 2003:abe::a4a4:c74:91a6:f23a:146b
- ☐ 2003::f010:6:20c:29ff:fed7:e6dc

**24.)** Bei welcher Adresse sind die Privacy Extensions sehr wahrscheinlich deaktiviert?

- ☐ fe80::286d:2679:ff1e:af8
- ☐ fe80::e40c:a65d:c9b4:b9e
- ☐ fe80::203:fff0:fecc:b5eb
- ☐ fe80::244:75ff:feac:7729
- ☐ fe80::e40c:cb49:5da6:9be3

**25.)** Betrachten Sie folgendes Szenario:



- |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|
| 1 fe80::3dd1:a579:8218:1474%14 | 2 fe80::e40c:a65d:c9b4:9be3%11 |
| 5 fe80::e591:7892:dd96:2aa1%10 | 3 fe80::203:fff:fecc:b5eb%5    |
| 6 fe80::286d:2679:1eff:af8%11  | 4 fe80::204:75ff:feac:7729%5   |

aus: <http://www.1ask2.com/Windows7/Link Local Addresses.html>

a) Wie lautet der Befehl, um vom Router aus *Host\_B* anzupingen?

b) Warum kann *Host\_C* von *Host\_B* z.B. per Ping nicht erreicht werden?

**26.)** Geben Sie jeweils die ersten 16 Bit der folgenden IPv6-Adressen in binärer Darstellung an:

- ☐ 2003:f220:2:15:109:109:202:116
- ☐ fe80::e40c:cb49:5da6:9be3
- ☐ ::1
- ☐ 1::1
- ☐ 10::13fe
- ☐ 3fe::2001:1:2/32

**27.)** Zu Testzwecken soll das IPv6-Netz 2001:db8:feed:be00::/56 in vier gleich große Teilnetze aufgeteilt werden. Ergänzen Sie jeweils die Netzadressen der Subnetze 2 bis 4:

- Subnetz 1: 2001:db8:feed:be00::/58  
 Subnetz 2: 2001:db8:feed:be\_\_::/58  
 Subnetz 3: 2001:db8:feed:be\_\_::/58  
 Subnetz 4: 2001:db8:feed:be\_\_::/58