



Hinweise zur Personalisierung:

- Ihre Prüfung wird bei der Anwesenheitskontrolle durch Aufkleben eines Codes personalisiert.
- Dieser enthält lediglich eine fortlaufende Nummer, welche auch auf der Anwesenheitsliste neben dem Unterschriftenfeld vermerkt ist.
- Diese wird als Pseudonym verwendet, um eine eindeutige Zuordnung Ihrer Prüfung zu ermöglichen.

Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme

Klausur: IN0010 / Endterm

Datum: Dienstag, 27. Juli 2021

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Georg Carle

Uhrzeit: 08:00 – 09:30

Unterschreiben Sie die Verhaltensregeln oben rechts neben Ihrem Sticker.

Andernfalls wird Ihre Elektronische Übungsleistung nicht gewertet!

Bearbeitungshinweise

- Diese Klausur umfasst **16 Seiten** mit insgesamt **6 Aufgaben**.
- Die Gesamtpunktzahl in dieser Prüfung beträgt 90 Punkte.
- Das Heraustrennen von Seiten aus der Prüfung ist untersagt.
- Als Hilfsmittel sind zugelassen:
 - ein **nicht-programmierbarer Taschenrechner (keine Taschenrechner-App!)**
 - der **vom Lehrstuhl bereitgestellte Cheatsheet ohne Modifikationen in ausgedruckter Form**
 - ein Wörterbuch Deutsch ↔ Muttersprache in Papierform ohne jedwede Anmerkungen
- Mit * gekennzeichnete Teilaufgaben sind ohne Kenntnis der Ergebnisse vorheriger Teilaufgaben lösbar.
- **Es werden nur solche Ergebnisse gewertet, bei denen der Lösungsweg erkennbar ist.** Auch Textaufgaben sind **grundsätzlich zu begründen**, sofern es in der jeweiligen Teilaufgabe nicht ausdrücklich anders vermerkt ist.
- Schreiben Sie weder mit roter / grüner Farbe noch mit Bleistift.
- Zum Ausdrucken und Einscannen Ihrer Prüfung (falls zutreffend) dürfen Sie den Raum verlassen. Ob Sie Ihre Kamera mitnehmen oder nicht, bleibt Ihnen überlassen. Wie auf Moodle aber bereits bekanntgegeben, könnte es von Vorteil sein, bei etwaigen Problemen eine Kommunikationsmöglichkeit zu haben.
- Sollten Sie während der Prüfung auf Toilette müssen, informieren Sie bitte die Aufsicht vorher mittels privater Nachricht in BBB und warten auf eine Bestätigung. Bitte nehmen Sie Smartphone / Webcam nicht mit.

Aufgabe 1 Multiple Choice (12 Punkte)

Die folgenden Aufgaben sind Multiple Choice / Multiple Answer, d. h. es ist jeweils mind. eine Antwortoption korrekt. Teilaufgaben mit nur einer richtigen Antwort werden mit 1 Punkt bewertet, wenn richtig. Teilaufgaben mit mehr als einer richtigen Antwort werden mit 0,5 Punkten pro richtigem Kreuz und $-0,5$ Punkten pro falschem Kreuz bewertet. Die minimale Punktzahl pro Teilaufgabe beträgt 0 Punkte.

Kreuzen Sie richtige Antworten an



Kreuze können durch vollständiges Ausfüllen gestrichen werden



Gestrichene Antworten können durch nebenstehende Markierung erneut angekreuzt werden



a)* Welcher PTR-Record gehört zur IP Adresse 133.35.3.31?

- 35.133.31.3.in-addr.arpa. 133.35.3.31.in-addr.arpa. 31.3.35.133.in-addr.arpa.
 8.8.4.4.in-addr.arpa. 4.4.8.8.in-addr.arpa. 31.3.35.31.in-addr.arpa.

b)* Welcher der folgenden Begriffe passt nicht dazu?

- RZ NRZ SDF MLT3 Manchester

c)* Welches sind keine geregelten Medienzugriffsverfahren?

- Token Passing CSMA/CD CSMA/CA ohne RTS/CTS CSMA/CA mit RTS/CTS ALOHA

d)* Welche Resource Record Typen beinhalten IP-Adressinformation:

- AAAA NS MX CNAME PTR TXT

e)* In einer URL ermöglicht die query ...

- ... Abschnitte in einem Dokument zu referenzieren ... die relative Angabe einer Lokalität auf dem Ziel
 ... die Übergabe von Variablen ... das Spezifizieren des Anwendungsprotokolls

f)* Welches sind keine gültigen HTTP Kommandos?

- POST DELETE SET PUT GET

g)* Wie viele DNS-Zonen muss man unterhalb der Zonen 251 und 23 mindestens anlegen, um damit einen Reverse-Lookup aller IP-Adressen des Netzes 251.23.224.0/19 zu ermöglichen?

- 172 1 184 194 246 32 34 256

h)* Wie viele PTR Records muss man anlegen, um damit einen Reverse-Lookup aller IP-Adressen des Netzes 251.23.224.0/19 zu ermöglichen?

- 256 1 2356 65536 4495 38 8192

i)* Die Quelle Q emittiert die Zeichen $\{S, C, P, G\}$ mit den angegebenen Auftrittswahrscheinlichkeiten. Bestimmen Sie die Entropie von Q . S: 0,06 C: 0,26 P: 0,32 G: 0,36

- 0,00 $-2,79$ 0,21 2,75 1,55 1,66 1,81

j)* Welche der folgenden Faktoren kann ein Signal in einem Übertragungskanal beeinflussen?

- Tiefpassfilterung Interferenzen Verzerrungen
 Dämpfung Rauschen Gruselfaktor

Aufgabe 2 Kurzaufgaben (12 Punkte)

a)* Beschreiben Sie kurz, was man unter einem DNS-Server versteht.



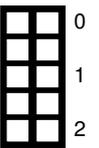
b)* Beschreiben Sie kurz den Prozess der iterativen Namensauflösung.



c)* Wie ist das Domain Name System hinsichtlich der Privatsphäre der Nutzer zu bewerten?



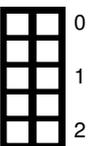
d)* Wie ist eine iterativen Namensauflösung hinsichtlich Vertrauenswürdigkeit und Resistenz gegen Manipulation zu bewerten?

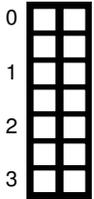


e)* Welche Auswirkung könnte eine komplette Verschlüsselung des DNS-Datenverkehrs auf die verschiedenen Parteien im Internet haben?

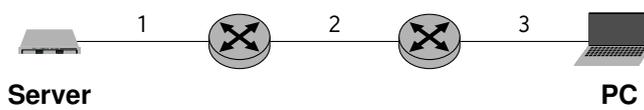


f)* Wozu benötigt man Glue Records im DNS?





g)* Gegeben sei folgende Netztopologie. Sie empfangen an Ihrem PC drei Fragmente eines IPv4-Datenpakets mit den angegebenen Größen. Das Do-Not-Fragment bit ist nicht gesetzt. Gehen Sie davon aus, dass der Server die MTU auf Abschnitt 1 kennt und Segmentgrößen entsprechend anpasst, um nicht selber fragmentieren zu müssen. Bestimmen Sie die MTU jedes Pfadabschnitts so gut wie möglich. Geben Sie einen nachvollziehbaren Rechenweg an.



Fragment 1:	5888 B	Offset:	0
Fragment 2:	2056 B	Offset:	736
Fragment 3:	1047 B	Offset:	993



h)* Erläutern Sie, weswegen man OSPF der Schicht 3 des ISO/OSI-Modells zuordnen könnte.

Aufgabe 3 IPv4+ (16 Punkte)

Adressknappheit ist ein Problem bei IPv4. Um dieses Problem zu lösen wurde IPv4+¹ als *IPv4-kompatible Lösung* entwickelt. IPv4+ erweitert IPv4 um das Konzept einer „Door“ (Türe) mit zugehöriger „Door Address“ (Türadresse).

Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0B	Version				IHL			TOS				Total Length																				
4B	Identification												Flags			Fragment Offset																
8B	TTL				Protocol				Header Checksum																							
12B	Source Address																															
16B	Destination Address																															
20B	Source Door Address								Destination Door Address																							
24B	Options / Padding (optional)																															

Door	Region
0.00	Reserviert
1.23	Burundi
1.50	Cuba
1.56	Deutschland
1.69	EU
1.99	Haiti

Abbildung 3.1: IPv4+-Header und eine Auswahl von Door Address Zuweisungsvorschlägen

Der IPv4+-Header und einige Türadressen sind in Abbildung 3.1 abgebildet. Im sprachlichen Bild steckt „hinter“ jeder IPv4+-Türe ein *unabhängiger* IPv4-Adressbereich. Türadressen werden, wie IPv4-Adressen, in Dotted Decimal Notation angegeben.

Notationsbeispiel: Die IPv4+-Adresse der IPv4-Adresse 2.3.4.5/30 hinter Tür 0.1 ist 0.1|2.3.4.5/30.

a)* Wie viele IPv4+-Adressen gibt es? (Begründung!)



b)* Wofür steht IHL und was bedeutet es?



c)* Woran kann ein IPv4+-fähiger Router erkennen, ob es sich bei einer Nachricht um IPv4+ handelt?



RFC 791 (Titel: „Internet Protocol“) schreibt:

```
No Operation
+-----+
|00000001|
+-----+
  Type=1
```

This option may be used between options, for example, to align the beginning of a subsequent option on a 32 bit boundary.
May be copied, introduced, or deleted on fragmentation, or for any other reason.

d)* Warum ist es problematisch, die Türadressen 1.0/8 zu verwenden?



¹IETF Standardisierungsvorschlag: <https://datatracker.ietf.org/doc/draft-tang-ipv4plus/>



e)* Warum ist die Türadresse 0.00 reserviert?



f)* Was ist ein Vorteil von IPv4+ gegenüber IPv6?



g)* Was ist ein Vorteil von IPv6 gegenüber IPv4+?

Nachfolgend soll das IPv4/IPv4+-Mischnetzwerk in Abbildung 3.2 betrachtet werden.

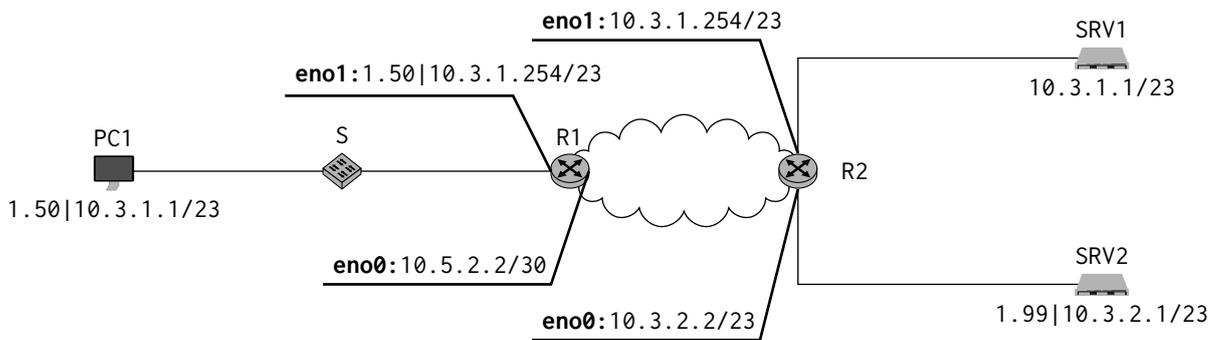


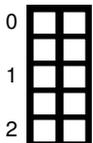
Abbildung 3.2: IPv4/IPv4+ Mischnetzwerk



h)* Zeichnen Sie alle Kollisionsdomänen, die nicht zugleich auch eine Broadcastdomäne darstellen, in Abbildung 3.2 ein. (Die das Internet darstellende Wolke kann ignoriert werden, die beiden Router R1 und R2 jedoch nicht.)



i)* Zeichnen Sie alle Broadcastdomänen, die zudem Kollisionsdomänen sind, in Abbildung 3.2 ein. (Die das Internet darstellende Wolke kann ignoriert werden, die beiden Router R1 und R2 jedoch nicht.)



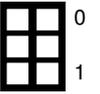
j)* Welche Routing-Einträge braucht der IPv4-Router R2, um die Netze von SRV1 und SRV2 zu erreichen?

Ziel	Next Hop	Interface

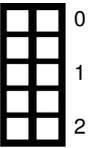


k)* PC1 sendet eine IPv4+-Paket an 1.99|10.3.2.1. Dieses erreicht nun den IPv4-Router R2. Was passiert?

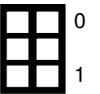
l)* SRV2 schickt ein IPv4+-Paket an 1.50|10.3.1.1. Dieses Paket erreicht nun den IPv4-Router R2. Was passiert?



m)* Erläutern Sie, inwieweit ein Wechsel von IPv4 auf IPv4+ Änderungen in anderen Schichten erfordert.

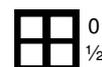


n)* Lassen sich die IPv4+-Netzwerke 1.56|10.2.3.0/24 und 1.59|10.2.4.0/24 zusammenfassen? (Begründung!)

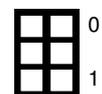


Als Sie Ihren PC auf dem Mars einschalten, hat dieser noch keine IP-Adresse. Sie wollen aber im Internet kommunizieren und brauchen eine. Dank IPv6 und SLAAC ist dies kein Problem. Ihre MAC-Adresse ist die 5d:38:20:bb:e3:0c und Ihr Router hat das globale Präfix 1aff:e:de::/64 zugeteilt bekommen.

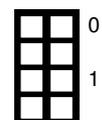
d)* Wie heißt die erste IPv6-Adresse, die sich Ihr Rechner automatisch generiert?



e)* Wozu benötigt Ihr Rechner diese Adresse?



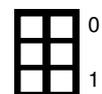
f)* Bestimmen Sie die erste generierte Adresse.



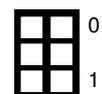
g)* Wie heißt die zweite IPv6-Adresse, die sich Ihr PC automatisch generiert?



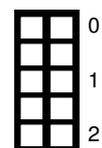
h)* Wozu dient diese zweite Adresse?



i)* Bestimmen Sie die zweite automatisch generierte IPv6-Adresse.



j)* Sie wollen die Domain iam.always.online von der Erde aufrufen, allerdings erhalten Sie nur die Adresse 60.239.113.11 bei der Namensauflösung als Antwort. Welche IPv6-Adresse müssen Sie als Ziel definieren, um eine Verbindung aufzubauen? Machen Sie deutlich, wie die einzelnen Bestandteile der Adresse zustande kommen.



Nehmen Sie im Folgenden an, Ihr PC hat die IPv6-Adresse `1aff:e:de::42`. Sie bauen eine HTTPS Verbindung mit der IPv4-Adresse `60.239.113.11` auf.

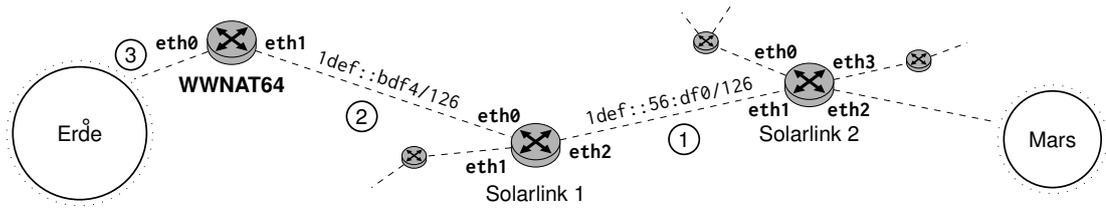


Abbildung 4.2: Kopie von Abbildung 4.1 (damit man nicht blättern muss)

0

 k) Geben Sie geforderten Daten an den Stellen 1, 2 und 3 aus Abb. 4.2 von dem ersten Segment an, das Ihr Rechner verschickt.

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px;">Src. IP:</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Src. Port:</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Dst. IP:</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Dst. Port:</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">TTL:</td></tr> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">1: Solarlink 2 → Solarlink 1</p>	Src. IP:	Src. Port:	Dst. IP:	Dst. Port:	TTL:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px;">Src. IP:</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Src. Port:</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Dst. IP:</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Dst. Port:</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">TTL:</td></tr> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">2: Solarlink 1 → WWNAT64</p>	Src. IP:	Src. Port:	Dst. IP:	Dst. Port:	TTL:	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px;">Src. IP:</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Src. Port:</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Dst. IP:</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Dst. Port:</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">TTL:</td></tr> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">3: WWNAT64 → Erde</p>	Src. IP:	Src. Port:	Dst. IP:	Dst. Port:	TTL:
Src. IP:																	
Src. Port:																	
Dst. IP:																	
Dst. Port:																	
TTL:																	
Src. IP:																	
Src. Port:																	
Dst. IP:																	
Dst. Port:																	
TTL:																	
Src. IP:																	
Src. Port:																	
Dst. IP:																	
Dst. Port:																	
TTL:																	

0

 l) Machen Sie den/die benötigten Einträge in der folgenden NAT-Tabelle von dem WWNAT64, die für die HTTPS Verbindung aus der vorherige Aufgabe k) notwendig sind.

Lokale IP	Lokaler Port	Protokoll	Globaler Port	Ziel IP	Ziel Port

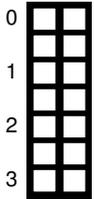
0

 m)* Es gibt $2^{16} = 65\,536$ verschiedene Port Nummern. Bedeutet dies, dass Ihr WWNAT64 nur maximal 65 536 IPv6-zu-IPv4-Verbindungen von dem Mars zur Erde versorgen kann? Begründen Sie!

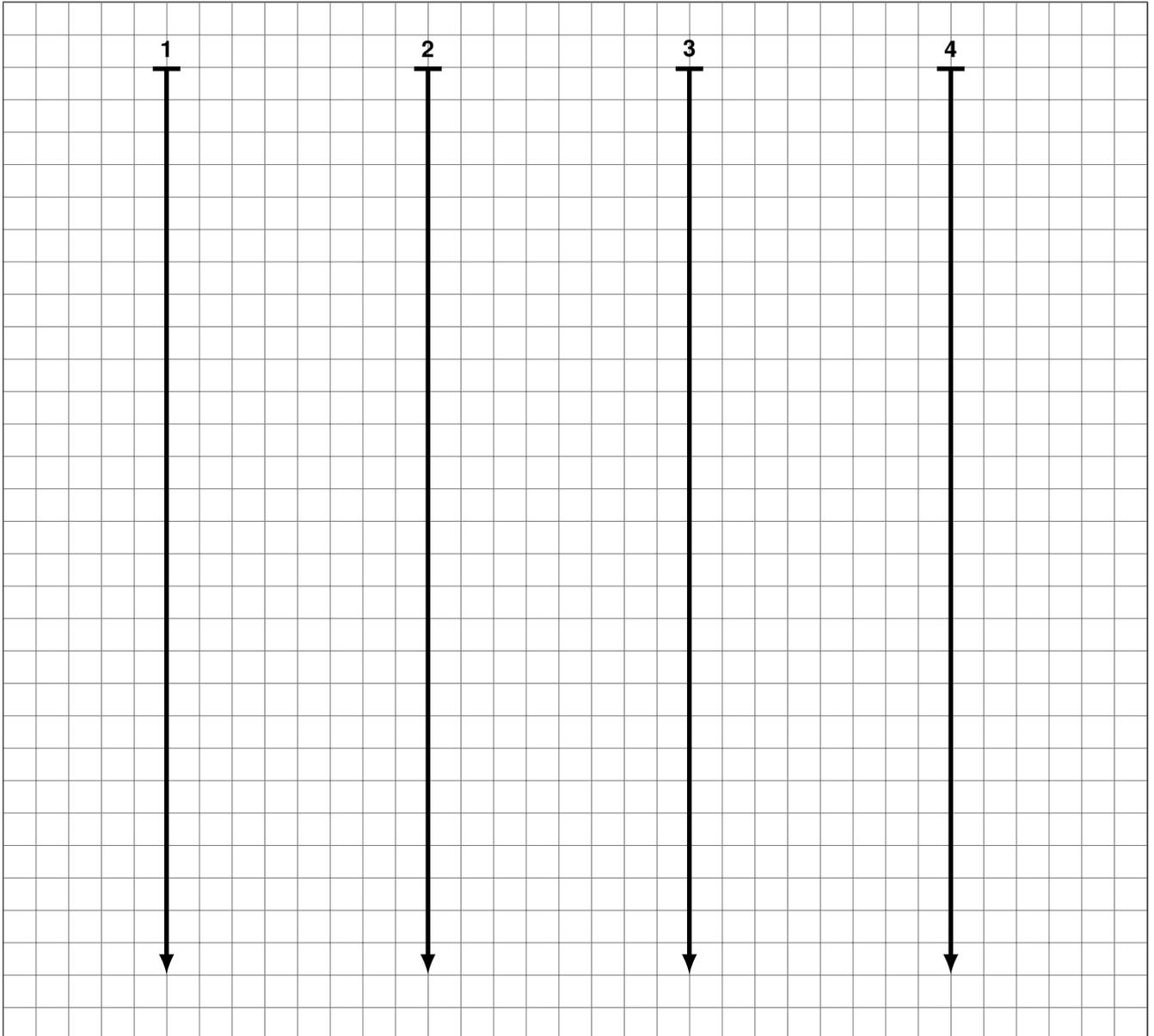
Knoten 1 sende nun unmittelbar nacheinander zwei ICMP Echo Requests der Länge L an 4. Wir gehen vereinfachend davon aus, dass eventuelle andere Übertragungen an den Routern 2 und 3 nicht ins Gewicht fallen. Verarbeitungszeiten an den Knoten werden vernachlässigt.



d)* Wie wird 4 reagieren, wenn er den Request erhält.



e) Ergänzen Sie das unten stehende Weg-Zeit-Diagramm (nur für Pakete von 1 nach 4). Die Ausbreitungsverzögerung innerhalb der lokalen Netze sei zu vernachlässigen.



Aufgabe 6 Wireshark (14 Punkte)

Gegeben sei der Ethernet-Rahmen aus Abbildung 6, welcher im Folgenden analysiert werden soll.

```
0x0000  0c  c4  7a  80  52  58  00  25      90  57  22  4a  86  dd  60  00
0x0010  00  00  04  d8  3a  3c  20  01      06  38  00  0c  c0  71  00  00
0x0020  00  00  00  00  00  01  20  01      4c  a0  20  01  00  11  31  a0
0x0030  6d  28  d9  38  75  0c  03  00      14  00  9a  00  00  00  60  05
0x0040  5d  d6  05  3a  11  01  20  01      4c  a0  20  01  00  11  31  a0
0x0050  6d  28  d9  38  75  0c  2a  00      14  50  40  01  08  08  00  00
0x0060  00  00  00  00  20  03  ae  36      01  bb  05  3a  2f  ef  c8  ff
0x0070  00  42
```

Abbildung 6.1: Ethernet-Rahmen einschließlich Checksumme

Beachten Sie, dass für alle nachfolgenden Teileingaben Begründungen erforderlich sind. Diese kann z. B. durch Markierung der entsprechenden Felder im Hexdump und unter Nennung des Feldnamens erfolgen. Achten Sie darauf, dass Markierungen eindeutig einzelnen Teilaufgaben zugeordnet werden können. Nicht nachvollziehbare Aussagen **werden nicht bewertet**.

0  a)* Markieren Sie in Abbildung 6 die Absenderadresse auf Schicht 2.

b)* Markieren Sie in Abbildung 6 die Empfängeradresse auf Schicht 2.

0  c)* Begründen Sie, von welchem Typ ist die L3-PDU ist.

0  1 

0  1  d) Geben Sie die Absenderadresse auf Schicht 3 in ihrer üblichen und ggf. gekürzten Schreibweise an.

0  1  e) Geben Sie die Empfängeradresse auf Schicht 3 in ihrer üblichen und ggf. gekürzten Schreibweise an.

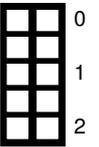
0  1  2  f) Begründen Sie, ob die Adressen aus den Teilaufgaben d) und e) dynamisch zugewiesen oder statisch konfiguriert sind.

Von der L3-SDU sei bekannt, dass sie an Offset $0x0036$ beginnt und es sich um ICMPv6 handelt.

g)* Bestimmen Sie Type und Code des ICMP-Pakets.

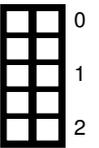


h) Unter welchen Umständen erhält ein Host eine solche Nachricht? Nennen Sie einen möglichen Grund, welches Problem wahrscheinlich zugrunde liegt!

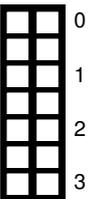


i) Welcher Knoten ist der Absender dieser ICMPv6 Nachricht?

Hinweis: Hier ist nicht nach einer Adresse gefragt sondern allgemein danach, welcher Knoten im Netzwerk / Internet der Absender sein muss.



j) Begründen Sie, ob sich bestimmen lässt, welches Paket bzw. welche Anwendung diese Nachricht ausgelöst hat.



Zusätzlicher Platz für Lösungen. Markieren Sie deutlich die Zuordnung zur jeweiligen Teilaufgabe. Vergessen Sie nicht, ungültige Lösungen zu streichen.

