



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

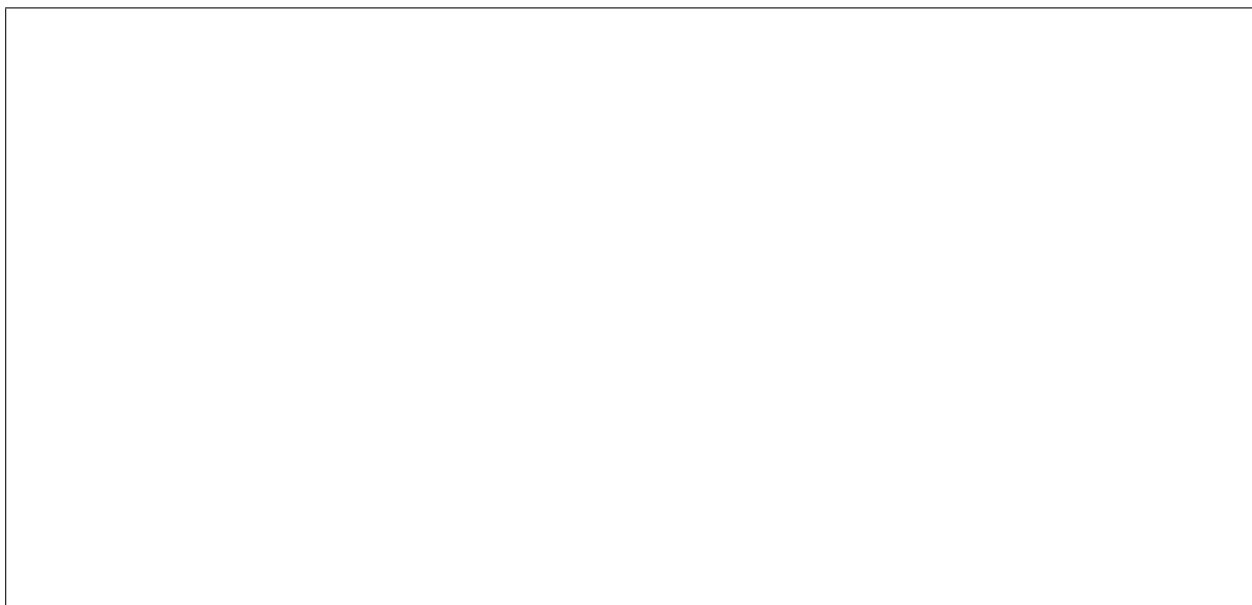
Klausur: IN0010 / Endterm onsite
Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Georg Carle

Datum: Donnerstag, 30. Juli 2020
Uhrzeit: 08:00 – 09:30

Bearbeitungshinweise

- Diese Klausur umfasst **12 Seiten** mit insgesamt **6 Aufgaben**.
Bitte kontrollieren Sie jetzt, dass Sie eine vollständige Angabe erhalten haben.
- Die Gesamtpunktzahl in dieser Prüfung beträgt 90 Punkte.
- Das Heraustrennen von Seiten aus der Prüfung ist untersagt.
- Als Hilfsmittel sind zugelassen:
 - alle elektronischen und nicht elektronischen Hilfsmittel
 - **ausdrücklich nicht** erlaubt sind Internet und Teamarbeit
- 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.

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

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for students to write their solutions to the exam questions.

Hörsaal verlassen von _____ bis _____ / Vorzeitige Abgabe um _____

Aufgabe 1 Multiple Choice (18 Punkte)

Die nachfolgenden Teilaufgaben sind *Multiple Choice Multiple Answer* mit 1 Punkt pro richtigem und -1 Punkt pro falschem Kreuz (Ausnahme Teilaufgaben c) und d) mit 0,5 Punkten pro Kreuz). Es können mehrere Antworten richtig sein.

Die minimale Punktzahl pro Teilaufgabe beträgt 0 Punkte, d. h. Negativpunkte übertragen sich nicht auf andere Teilaufgaben.

Hinweise zur Bearbeitung auf Papier bzw. wenn Ihr PDF-Editor die Ankreuzfunktion nicht unterstützt:

Kreuzen Sie richtige Antworten an



Kreuze können durch vollständiges Ausfüllen gestrichen werden



Gestrichene Antworten können durch nebenstehende Markierung erneut angekreuzt werden



a)* Bei welcher dieser IP-Adressen handelt es sich um öffentlich routbare Adressen?

☐ 10.0.0.1

☐ fe80::95:13:42

☐ 2001:db8::921:2e11:d2c6:938b

☐ 10.11.12.13

☐ 192.168.36.2

☐ 172.32.0.5

b)* Wie viele rekursive DNS-Anfragen muss ein Client mindestens verschicken, um die Domain `net.in.tum.de` aufzulösen? Der DNS Cache ist leer.

☐ 3

☐ 0

☐ 2

☐ 1

☐ 5

☐ 4

c)* Welche Kanten sind im *Minimum Spanning Tree* des nebenstehenden Graphen enthalten?

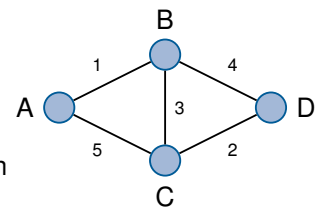
☐ (A, B)

☐ (C, D)

☐ (B, D)

☐ (B, C)

☐ (A, C)



d)* Welche Kanten sind im *Shortest Path Tree* mit Wurzel D des nebenstehenden Graphen enthalten?

☐ (A, C)

☐ (A, B)

☐ (C, D)

☐ (B, C)

☐ (B, D)

e)* Gegeben sei ein Link mit einer Bandbreite von 872 Mbit/s und einer Ausbreitungsverzögerung von 96 ms. Bestimmen Sie das Bandbreitenverzögerungsprodukt.

☐ 9,08 Mbit

☐ 83,71 Mbit

☐ 41,86 Mbit

☐ 18,17 Mbit

f)* Gegeben sei das 2B lange Datum `0100101000110111` in Little Endian. Wie lautet die Darstellung in Network Byte Order?

☐ 0100101000110111

☐ 1110110001010010

☐ 0011011101001010

☐ 1101110010100001

☐ 0111001110100100

☐ keine davon

g)* Gegeben sei eine binäre Nachrichtenquelle, die Symbole aus einem Alphabet bestehend aus 34 Zeichen emittiert deren Auftrittswahrscheinlichkeiten unabhängig und gleichverteilt sind. Wie lang ist die durchschnittliche Codewortlänge bei Nutzung eines Huffman-Codes?

☐ = 5 bit

☐ < 5 bit

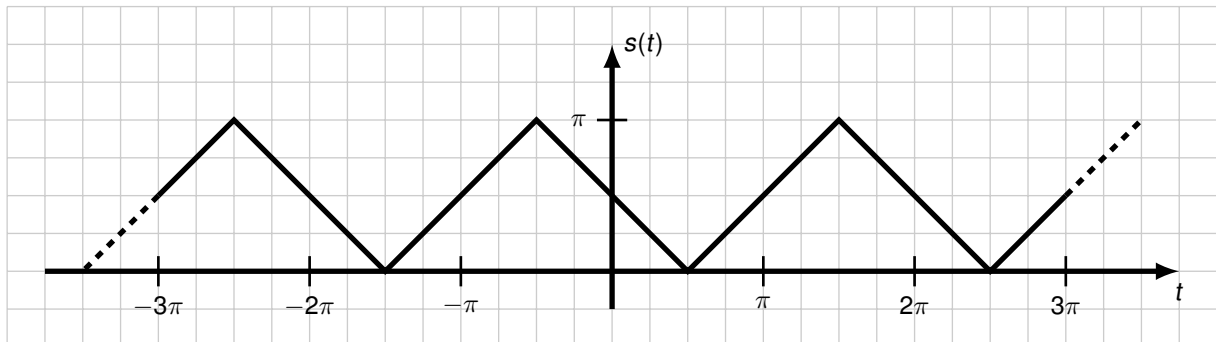
☐ > 5 bit

☐ Huffman Codes sind hier nicht anwendbar

h)* Gegeben sei eine kabellose Übertragung mit Rahmenfehlerwahrscheinlichkeit $\epsilon = 0.125$. Bestimmen Sie die Wahrscheinlichkeit, dass 2 Übertragungen nicht ausreichen, um den Rahmen erfolgreich zu übertragen.

- ☐ 0.99805
 ☐ keine davon
 ☐ 0.23438
 ☐ 0.01563
 ☐ 0.98438

i)* Gegeben sei das untenstehende Zeitgsignal, das als Fourierreihe entwickelt werden soll.



Welche Aussagen über die Fourierkoeffizienten sind zutreffend?

- ☐ $a_{k>0} = 0$
 ☐ $a_0 = 0$
 ☐ $b_k = 0$
 ☐ $a_0 \neq 0$
 ☐ $b_k \neq 0$
 ☐ $a_{k>0} \neq 0$

j)* Gegeben sei die IPv4-Adresse 117.201.134.85. Wie wurde der zugehörige PTR-Record im DNS lauten?

- ☐ 117.201.134.85.in-addr.arpa.
 ☐ 117.201.134.85.
☐ 85.134.201.117.in-addr.arpa.
 ☐ keine dieser Antworten
☐ 85.134.201.117.
 ☐ ein FQDN wie tum.de.

k)* Welche der folgenden Systemaufrufe ergeben nur mit verbindungsorientierten Sockets Sinn?

- ☐ bind()
 ☐ sendto()
 ☐ accept()
☐ listen()
 ☐ close()
 ☐ select()

l)* Welche der nachfolgenden Begriffe beschreiben **nicht** ein bestimmtes Routingprotokoll, sondern eine ganze Klasse von Routingprotokollen?

- ☐ IS-IS
 ☐ IGRP
 ☐ EGP
 ☐ RIP
☐ BGP
 ☐ OSPF
 ☐ EIGRP
 ☐ IGP

Aufgabe 2 Design your own SmartHome (28 Punkte)

Sie wollen sich Ihr eigenes SmartHome einrichten. Aus verschiedenen Quellen haben Sie erfahren, dass viele Anbieter von „smarten“ Geräten das Thema Sicherheit aber nicht so ernst nehmen. Deswegen entscheiden Sie sich Ihre privaten Rechner und die SmartHome Geräte in unterschiedliche IPv4 Subnetze einzuteilen. Die Netztopologie ist in Abbildung 2.1 gegeben. **Beide Router** verwenden ein NAT jeweils auf Interface **eth0**.

Alle Geräte sollen mit anderen Geräten im gleichen Subnetz und dem Internet kommunizieren können. Die SmartHome Geräte (im Smartnet) sollen aber von sich aus keine Verbindung mit den privaten Rechnern (im Heimnetz) aufbauen können. Umgekehrt soll es aber funktionieren, um z. B. mit dem Laptop auf den SmartHome Controller zugreifen zu können.

a)* Weisen Sie allen Interfaces in Ihrer Netztopologie eine sinnvolle IPv4 Adresse zu. Um der Konvention zu folgen, müssen Router immer eine der höchst möglichen IPs erhalten.

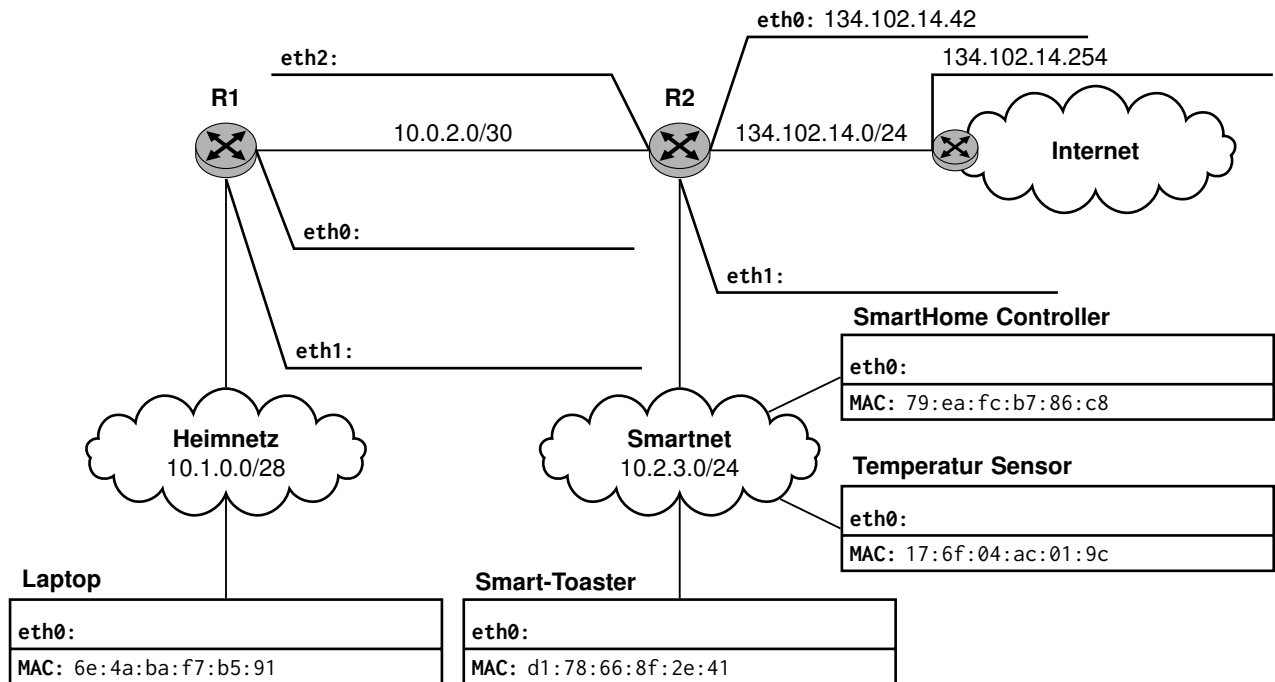
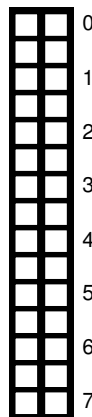


Abbildung 2.1: Netztopologie und IPv4 Adressierung

b)* Argumentieren Sie kurz, ob diese spezielle Netztopologie zusammen mit der NAT Funktionalität reicht, um Ihr Heimnetz abzusichern.

c)* Erläutern Sie, welche IP Adresse einem Server im Internet als Kommunikationspartner erscheint, wenn Sie mit dem Laptop im Internet surfen.

d) Geben Sie die Routing-Tabellen der Router R1 und R2 an. Geben Sie die minimale Menge an Routen an und sortieren Sie die Einträge absteigend in der Länge des Präfixes. Beachten Sie die gewünschte Erreichbarkeit der Subnetze untereinander aus der Angabe.



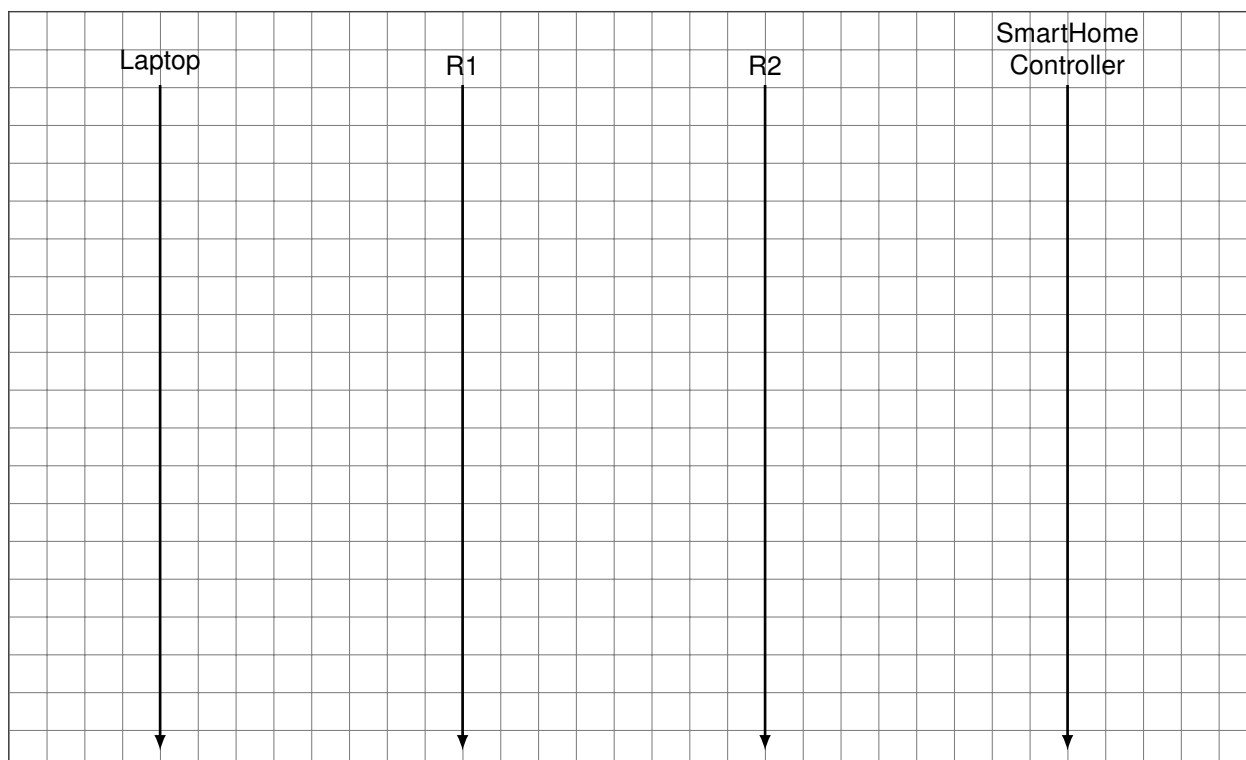
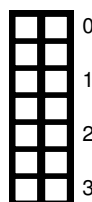
Destination	Next Hop	Iface

Routing-Tabelle von R1

Destination	Next Hop	Iface

Routing-Tabelle von R2

e)* Sie wollen das HTTP Webinterface Ihres SmartHome Controllers aufrufen, um sich auf „smarte“ Weise einen Toast zu machen. Dazu sendet Ihr Laptop ein TCP-SYN Segment an den SmartHome Controller. Skizzieren Sie ein einfaches Weg-Zeit-Diagramm, welches **alle Rahmen** berücksichtigt, die auf den jeweiligen Verbindungen übertragen werden müssen. Geben Sie an welche **Layer 2, 3 und 4** Header jeweils enthalten sind. (Das Diagramm muss nicht maßstabsgetreu sein. Serialisierungszeiten und Ausbreitungsverzögerungen sind zu vernachlässigen.) Gehen Sie davon aus, dass derzeit keinerlei Mappings zwischen IP und MAC Adressen gecached sind.



0		
1		
2		
3		
4		

f) Füllen Sie für das erste von dem **Laptop** gesendete Layer 3 **Paket** aus Teilaufgabe e) den IPv4 Header aus. Gehen Sie davon aus, dass die Header keine Optionen enthalten. Es soll erkenntlich sein, ob die Felder binär, dezimal, hexadezimal oder als IP Adresse interpretiert werden sollen.

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

0		
1		
2		
3		

g) Betrachten Sie nun alle drei Pfadabschnitte aus Teilaufgabe e) und tragen Sie in dem Lösungsfeld je Pfadabschnitt die geforderten Informationen zu dem Paket mit der TCP-SYN Payload ein.

<div> <div>Src. IP:</div> <div>Src. Port:</div> <div>Dst. IP:</div> <div>Dst. Port:</div> </div> <div>Laptop → R1</div>	<div> <div>Src. IP:</div> <div>Src. Port:</div> <div>Dst. IP:</div> <div>Dst. Port:</div> </div> <div>R1 → R2</div>	<div> <div>Src. IP:</div> <div>Src. Port:</div> <div>Dst. IP:</div> <div>Dst. Port:</div> </div> <div>R2 → SmartHome Controller</div>
---	---	---

0		
1		
2		
3		

h)* Aus Neugier aktivieren Sie die IPv6 Unterstützung auf beiden Routern und wollen testen, ob immernoch alles ordentlich funktioniert. Mit dem Programm Wireshark schneiden Sie prompt folgenden Hexdump eines IP Pakets mit, das ein Gerät in Ihrem Smartnet versendet hat. Markieren Sie die verschiedenen Felder des Headers.

```

0x0000    60  04  02  14  00  2c  06  40      20  01  0d  d8  00  00  00  00
0x0010    d3  78  66  ff  fe  8f  2e  41      20  01  4c  a0  20  01  00  13
0x0020    02  50  56  ff  fe  ba  37  ac
  
```

0		
1		

i) Mit Hilfe der Informationen aus Teilaufgabe h): Erläutern Sie, wie anscheinend das von Ihrem Provider zugeteilte globale /64 Präfix für Ihren Internet Anschluss lautet. Geben Sie es in der gekürzten Schreibweise an.

0		
1		

j) Begründen Sie, welches Gerät mit großer Wahrscheinlichkeit der Absender dieses Pakets ist.

Aufgabe 3 Playing Sys-Admin for your own DNS zone (8 Punkte)

Sie sind Systemadministrator einer kleinen Firma, die sich die Domain `grnvs.tips` gesichert hat. Ihre Aufgabe ist es nun, folgendes Zonefile so auszufüllen, dass die Anforderungen der einzelnen Teilaufgaben erfüllt werden. Der Anfang des Zonefiles ist bereits vorgegeben.

\$TTL 86400 ; 1 day

grnvs.tips. IN

SOA

ns.grnvs.tips. (

hostmaster.grnvs.tips.

164160 ; serial

1800 ; refresh (30 minutes)

300 ; retry (5 minutes)

604800 ; expire (1 week)

1800 ; nxdomain (30 minutes)

)

NS

ns.grnvs.tips.

NS

ns2.grnvs.tips.

A

134.102.13.8

AAAA

2001:db8::1

a)* Sie haben bereits zwei Nameserver aufgesetzt. Diese müssen noch in das Zonefile eingetragen werden. Dabei soll der Server mit der IP 134.102.12.1 der Primary Nameserver sein und 134.102.12.2 als Fallback agieren.

	0
	1
	2

b)* Wenn jemand `grnvs.tips` oder `www.grnvs.tips` in seinem Browser aufruft, soll in beiden Fällen derselbe Webserver antworten.

	0
	1
	2

c)* Die Backend-Programmierer wünschen sich eine eigene Subdomain für ihren Server. Diese Subdomain soll unter `backend.grnvs.tips` erreichbar sein und hat bereits die IPs 134.102.16.1 und 2001:db20::af.

	0
	1
	2

d)* Sie haben einen Vertrag mit `big-muscles.fit` geschlossen und wollen deren Werbetracker auf Ihrer Seite anzeigen. Damit dies den Nutzern nicht sofort auffällt, soll die Subdomain `content.grnvs.tips` auf die Domain `ads.big-muscles.fit` verweisen. Da Sie aber der Firma nicht sehr vertrauen, wollen Sie die maximale Gültigkeit dieses Eintrags auf 2 h reduzieren, um schnell auf Änderungen reagieren zu können.


	0
	1
	2


Aufgabe 4 WEIRDER — Weltraumweiter Inter-Raumstationen Datenverkehr (21 Punkte)


Nach Bewunderung der Technologien aus *Raumpatrouille Orion*¹ begannen Teile der Übungsleitung über diese zu sinnieren. Insbesondere die Möglichkeiten der Textnachrichtenübermittlung führten zu der Frage: Was kann alles schief gehen, wenn man versucht, diese Übertragung mit GRNVS-Methoden umzusetzen? Nachfolgend wird angenommen, dass für die Übertragung der Nachrichten **TCP und IPv4** verwendet werden. Auf Layer 2 wird eine Variante des *Advanced Orbiting Systems (AOS) Space Data Link Protocol*² – siehe Abbildung 4.1 – verwendet.


Feld	Länge
Transfer Frame Primary Header	6–9 Oktette
Operational Control Field	4 Oktette
Frame Error Control Field	2 Oktette


Tabelle 4.1: PCI des AOS Space Data Link Protocol


0  a)* Welche Möglichkeit hat eine Anwendung, das Puffern von Daten durch den TCP-Stack zu unterbinden?


1 


0  b)* Wann kann das Verhindern von Puffern durch den TCP-Stack sinnvoll sein? (Begründung!)


1 


0  c)* Warum ist es im Allgemeinen sinnvoll, dass TCP versucht Daten zu puffern? (Begründung!)

1 

0  d)* Bestimmen Sie die maximale Länge eines TCP Headers. (Begründung!)

1 

0  e)* Geben Sie die maximale Größe eines IPv4 Headers in Byte an. (Begründung!)

1 

¹Deutsche Science-Fiction-Fernsehserie

²Layer 2 Protokoll, vorgestellt vom *Consultative Committee for Space Data Systems*

f) Bestimmen Sie das minimale Verhältnis von Layer 4 SDU zu Layer 2 PDU, für ein Daten enthaltendes Segment einer aufgebauten TCP Verbindung. (Begründung!)

		0
		1
		2
		3

In RFC 791 Abschnitt 3.2 findet sich die folgende Aussage: „*Every internet module must be able to forward a datagram of 68 octets without further fragmentation.*“³ (Das Wort *datagram* beschreibt hier ein Paket.)

g)* Begründen Sie obige Aussage des RFC 791.

		0
		1
		2

h) Begründen Sie, wie viele Pakete maximal benötigt werden, minimale MTU vorausgesetzt, um eine 1 B lange TCP SDU zu transportieren.

Diagram illustrating a 3x2 grid of squares. The grid is labeled with 0, 1, and 2 on the right side, corresponding to the rows.

--

i) Welchen Einfluss hätte das Setzen des IPv4 Header-Feldes DF auf die Zahl der beim Empfänger ankommenden IPv4 Pakete? (Begründung!)

Diagram illustrating a 3x2 grid of squares. The grid is labeled with 0, 1, and 2 on the right side, corresponding to the rows.

Obige Rechnung geht unter anderem von der Verwendung von IPv4 aus. Nachfolgend soll der Einfluss eines Wechsels auf IPv6 untersucht werden.

j) Welche Herausforderung für die Berechnung des Verhältnisses von Layer 4 SDU zu Layer 2 PDU (wie in Teilaufgabe f) zu bestimmen) entsteht durch Verwendung von IPv6?

	0
1	

³Sinngemäß: *Jeder Internetknoten muss in der Lage sein 68 Oktett Pakete ohne Fragmentierung weiterzuleiten.*

„IPv6 requires that every link in the Internet have an MTU of 1280 octets or greater.“⁴

--

Orion Hydra Challenger

1500 B 1280 B

Orion

Hydra

Challenger

Orion

Hydra

Challenger

– Seite 10 / 12 –

Aufgabe 5 Datennetz über Blechdosen (10 Punkte)

Gegeben sei das nachfolgend abgebildete Netz bestehend aus den Blechdosen 1 und 2, die mittels einer gespannten Schnur miteinander verbunden sind.

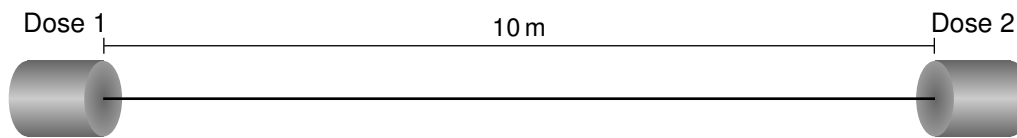


Abbildung 5.1: Direktverbindung zweier Blechdosen mit einer gespannten Schnur.

Information wird in Form der Dauer eines Tons einer bestimmten Frequenz kodiert:

- ein Ton von 200 ms bedeutet ein Startbit
- ein Ton von 100 ms bedeutet logisch 1
- ein Ton von 75 ms bedeutet logisch 0
- die einzelnen Töne sind durch 75 ms idle (kein Ton) voneinander getrennt

Die Ausbreitungsverzögerung von Schall zwischen den Blechdosen werde mit 2000 m/s angenommen.

a)* Nennen Sie das Analogon zum Startbit bei Ethernet. (ohne Begründung)

0
1

b)* Bestimmen Sie die Ausbreitungsverzögerung zwischen den Dosen.

0
1

c)* Von welchem technischen Aspekt ist die maximal erzielbare Datenrate abhängig?

0
1

d)* Bestimmen Sie die durchschnittlich erzielbare Datenrate in bit/s unter der Annahme, dass ein redundanzfreier Datenstrom gesendet werden soll.

0
1
2

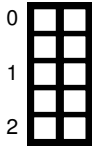
Der String „GAD“ (ohne Anführungszeichen) soll ASCII-kodiert übertragen werden.

e)* Geben Sie den zu übertragenden String binär an. Markieren Sie Beginn und Ende jedes Codeworts!

0
1
2

f) Bestimmen Sie die Serialisierungszeit (einschließlich Startbit) für diese Nachricht.

0
1



g)* Begründen Sie, ob unter den gegebenen Umständen eine Full-Duplex-Kommunikation möglich ist.

Aufgabe 6 Kurzaufgaben (5 Punkte)



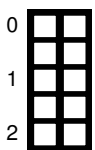
a)* Für einen Pfad im Internet haben Sie eine MTU von 1500 B bestimmt. Geben Sie eine sinnvolle MSS für TCP-Verbindungen über IPv4 an. Gehen Sie davon aus, dass Sie keine TCP oder IP Optionen für die Verbindung verwenden.



b)* Erläutern Sie, wieso es sinnvoll ist eine MSS für TCP-Verbindungen in Abhängigkeit der Layer 2 MTU zu bestimmen und nicht einen willkürlich großen Wert zu nehmen.



c)* Wieso ist bei der Verwendung von TCP (im Gegensatz zu UDP) bei Unix Sockets ein Aufruf von `connect()` erforderlich, bevor man Daten senden kann?



d)* Sie sehen im Folgenden mehrere Layer 4 Segmente, die A zu B schickt. Zwei davon gehen verloren. Tragen Sie die korrekten Sequenznummern ein, die B beim Empfangen des jeweiligen Segments bestätigt. Es wird das **Go-Back-N** Verfahren verwendet.

