



HOCHSCHULE KONSTANZ TECHNIK, WIRTSCHAFT UND GESTALTUNG (HTWG)

Fakultät Informatik

Rechner- und Kommunikationsnetze

Prof. Dr. Dirk Staehle

Vorlesung Rechnernetze (AIN 5 – WS 2014/15)

Klausur (K90)

Datum: 31. Januar 2015, 9:00

Bearbeitungszeit: 90 Minuten

Gesamtpunkte: 100

Name:

Matrikelnummer:

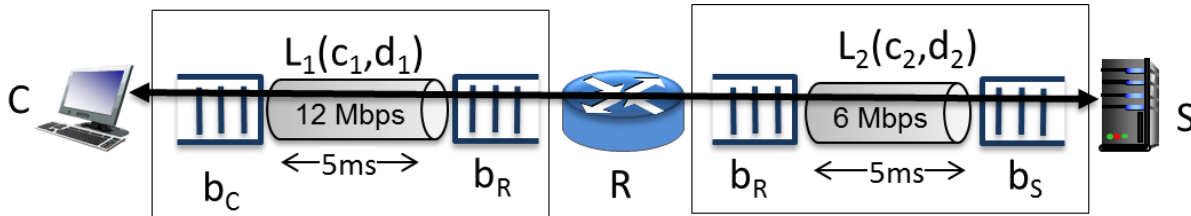
Semester:

Hinweise:

- Zur Klausur sind alle Unterlagen auf Papier zugelassen. Elektronische Hilfsmittel (Handy, Laptop, Tablet, etc.) außer einfachen Taschenrechnern sind nicht erlaubt.
- Falls Sie während der Klausur einen dringenden Anruf erwarten, bitte vorher anmelden. Ansonsten Handy ausschalten!
- Falls Sie sich gesundheitlich nicht in der Lage fühlen, die Klausur mitzuschreiben, bitte VOR der Klausur melden.
- Auf jedem Blatt Name und Matrikelnummer vermerken. Am Ende alle Blätter mit einer Heftklammer zusammenfügen.
- Geben Sie bei allen Aufgaben immer kurze Begründungen oder Rechenschritte an. Für die richtige Antwort alleine gibt es nicht die volle Punktzahl.
- Auf der Teilnehmerliste unterschreiben.

Aufgabe 1 [Paketübertragung]:**(25 Punkte)**

Gegeben sei die in Abbildung 1 dargestellte Übertragungsstrecke von einem Client C zu einem Server S über einen Router R. Der Client C ist mit dem Router R über den Link L_1 mit Kapazität $c_1=12$ Mbps und Ausbreitungsverzögerung $d_1=5$ ms verbunden. Der Buffer am Eingang von Link L_1 hat am Client eine Speicherkapazität von b_C Bits und am Router eine Kapazität von b_R Bits. Der Router R ist mit dem Server S über den Link L_2 mit Kapazität $c_2=6$ Mbps und Ausbreitungsverzögerung $d_2=5$ ms verbunden. Der Buffer am Eingang von Link L_2 hat am Server eine Speicherkapazität von b_S Bits und am Router eine Kapazität von b_R Bits.

**Abbildung 1**

- Bestimmen Sie allgemein die Übertragungsdauer T_1 für ein Paket der Größe L , das von Client C zum Server S übertragen wird. **(4 Punkte)**
- Betrachten Sie nun den Fall, dass n Pakete der Größe L direkt nacheinander übertragen werden. Die Übertragungsdauer T_n kann durch die Formel

$$T_n(L) = (2n+1) \frac{L}{12 \text{ Mbps}} + 10 \text{ ms}$$

berechnet werden. Leiten Sie diese Formel her. **(4 Punkte)**

- Vergleichen Sie die Übertragung von zwei Paketen der Größe $L=750$ Bytes mit der Übertragung eines Pakets der Größe $L=1500$ Bytes. Erklären Sie, warum die Übertragung von zwei kleineren Paketen schneller ist als die Übertragung von einem größeren Paket. Wie wird dieses Prinzip bei der Übertragung von Paketen genannt? **(4 Punkte)**
- Bestimmen Sie die RTT (Round Trip Time), wenn der Client ein Paket der Größe $L=1500$ Bytes an den Server sendet und der Server mit einem Acknowledgement der Größe 40 Bytes antwortet. **(2 Punkte)**

Hinweis: In dieser und den folgenden Aufgaben sei die Übertragungsverzögerung von Acknowledgements oder anderen Paketen ohne Payload vernachlässigbar.

- Die Übertragung zwischen Client und Server findet mit einer fensterbasierten Flusskontrolle wie in Go-Back-N statt. Wie groß muss das Sendefenster mindestens sein, damit die Übertragungsstrecke voll ausgelastet wird? Wie wird dieser Wert bezeichnet? **(5 Punkte)**
- Der Client C habe ein Sendefenster von 6 Paketen. Wie groß muss der Puffer b_R am Eingang des Links L_2 mindestens sein, um Paketverluste zu verhindern? Begründen Sie ihre Antwort, indem Sie die Anzahl der Pakete im Puffer bei jeder Ankunft der 6 Pakete notieren. **(6 Punkte)**

Aufgabe 2[TCP und HTTP] (25 Punkte):

- 1) Betrachten Sie nun die Übertragung einer Web-Seite über die Übertragungsstrecke aus Abbildung 1. Die Web-Seite besteht aus einem Main-Objekt und vier Inline-Objekten. Alle Objekte haben eine Größe von 7300 Bytes, die Größe der Requests beträgt 710 Bytes und das Initial Window hat eine Größe von einem Segment. Die Maximum Segment Size (MSS) sei 1460 Byte. Beantworten Sie die folgenden Fragen:
- a) Wieviel Zeit vergeht ab dem Senden eines SYN-Pakets, bis der Status der TCP Verbindung am Client und am Server auf „ESTABLISHED“ gesetzt wird? **(2 Punkte)**
 - b) Wieviel Zeit vergeht vom Senden des ersten Requests, bis der Server beginnt, Daten zu versenden? **(2 Punkte)**
 - c) Wie lange dauert die Übertragung der http Reponse des Main-Objekts? **(4 Punkte)**
 - d) Wie groß ist das Congestion Window (cwnd) am Server, nachdem das Main-Objekt übertragen und die erfolgreiche Übertragung bestätigt wurde? **(2 Punkte)**
 - e) Wie lange dauert die Übertragung der gesamten Web-Seite im Falle von
 - i) http ohne persistente Verbindungen **(3 Punkte)**
 - ii) http mit persistenten Verbindungen **(3 Punkte)**
 - iii) http mit persistenten Verbindungen und Pipelining **(3 Punkte)**

Hinweise:

- Nach dem Erhalt jedes Paket wird unmittelbar ein ACK gesendet.
- Es kommt nicht zu Paketverlusten.

- 2) Betrachten Sie die Übertragung von 14600 Bytes über eine TCP Verbindung. Die Übertragung findet über eine sehr schnelle Glasfaserleitung statt, so dass die Übertragungsverzögerung vernachlässigbar ist. Allerdings tritt eine Ende-zu-ende-Ausbreitungsverzögerung von 10 ms auf. Wie in der vorigen Aufgabe, wird der erfolgreiche Empfang jedes Pakets unmittelbar durch ein ACK bestätigt. Bei der Übertragung, geht das fünfte Segment verloren. Betrachten Sie die TCP Version Reno ohne Fast Recovery (ohne Window Inflation).

Wieviel Zeit vergeht von der Übertragung des ersten Datenpakets bis zum Erhalt der Bestätigung für den korrekten Empfang der Daten am Server? **(6 Punkte)**

Aufgabe 3 [Routing] (35 Punkte):

- 1) Bestimmen Sie für folgende IP-Adressen und Subnetzmasken die Netzwerkadresse, das Subnetz, die Hostadresse im Subnetz sowie die Adressklasse! **(4 Punkte)**

IP Adresse	Subnetzmaske	Klasse	Netzwerk	Subnetz	Host
201.0.0.17	255.255.255.240				
43.25.46.7	255.255.192.0				
143.255.47.11	255.255.255.240				

Hinweis: Tabelle 1 könnte bei der Lösung der Aufgabe hilfreich sein.

- 2) Betrachten Sie das Netz in Abbildung 2 mit CIDR (Classless Inter-Domain Routing) Adresse 140.140.140.128/25. Das Netz enthält den Border-Router A und drei weiteren Netzknoten B, C und D. Für einige Hosts sowie für die Interfaces des Routers A sind IP Adresse und Subnetzmaske gegeben.

- a) Handelt es sich bei den Knoten B, C, D jeweils um einen Switch oder um einen Router? Begründen Sie ihre Antwort! **(5 Punkte)**
- b) Wie viele Hosts kann das Netz maximal enthalten? **(2 Punkte)**
Vorsicht: Es ist die Anzahl der Hosts nicht die Anzahl der IP-Adressen gefragt!
- c) Was ist der grundlegende Unterschied zwischen Switching und Routing? **(2 Punkte)**

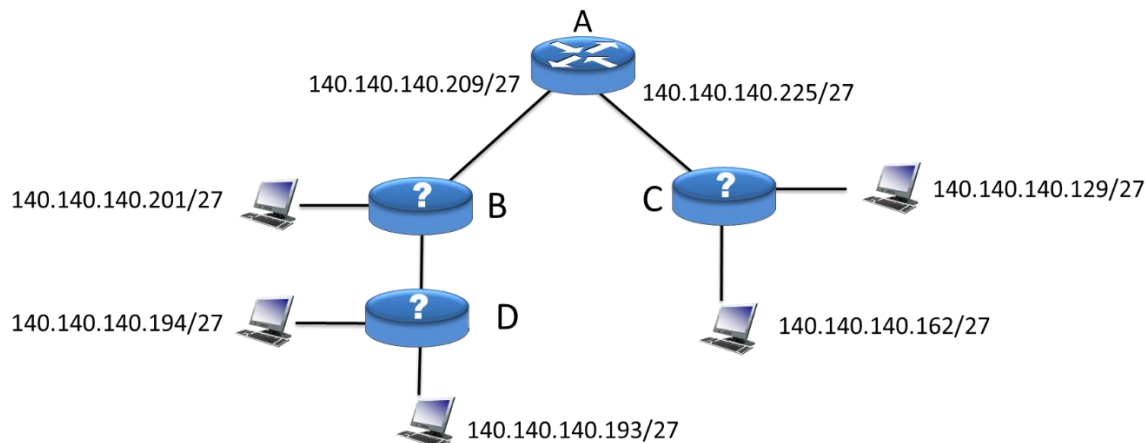


Abbildung 2

1000 0000	128
1100 0000	192
1110 0000	224
1111 0000	240
1111 1000	248
1111 1100	252
1111 1110	254
1111 1111	255

Tabelle 1

Name:

Matrikelnummer:

3) Betrachten Sie das Netz in Abbildung 3, das die fünf Router A-E mit ihren Routing-Tabellen zeigt. An Router E befinden sich die Netze 140.140.16.0/20 und 140.140.48.0/20. Beantworten Sie die folgenden Fragen:

- Router C erhält ein IP-Paket mit Zieladresse 140.140.31.7. Wie wird das Paket anhand der Routing-Tabellen geroutet? **(2,5 Punkte)**
- Router B erhält ein IP-Paket mit Zieladresse 140.140.53.4. Wie wird das Paket anhand der Routing-Tabellen geroutet? **(2,5 Punkte)**

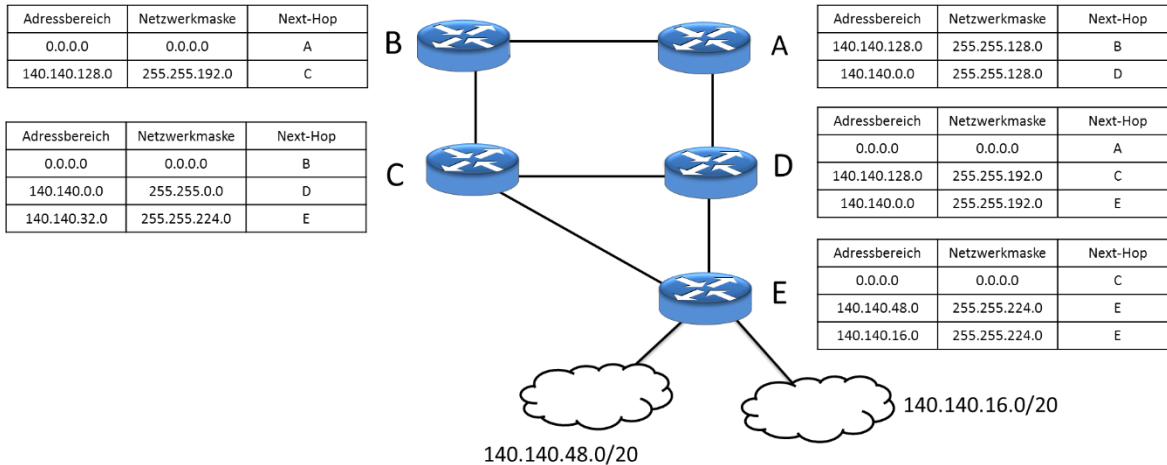


Abbildung 3

4) Gegeben sei das Netz in Abbildung 4. Die Ausbreitungsverzögerung aller Links sei 1 ms, nur der Link A-C habe eine Ausbreitungsverzögerung von 100 μ s. Bestimmen Sie jeweils die Route von B nach D nach den Metriken der Routingprotokolle RIP (Routing Information Protocol), OSPF (Open Shortest Path First) und EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol). Verwenden Sie für EIGRP die vereinfachte Metrik

$$\frac{10\text{Gbps}}{\min_{\text{links } \ell} (\text{Bandbreite } \ell)} + \sum_{\text{links } \ell} \frac{\text{Delay}_\ell}{10\mu\text{s}}$$

Der Delay eines Links sei als Ausbreitungsverzögerung konfiguriert. Begründen Sie ihre Entscheidung. **(7 Punkte)**

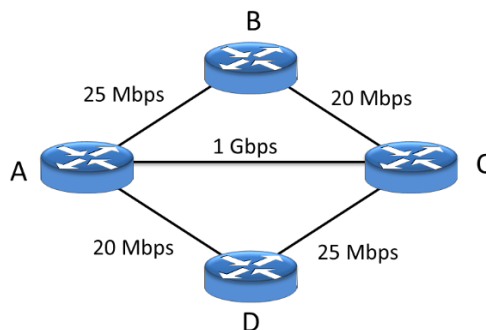


Abbildung 4

Name:

Matrikelnummer:

- 5) Bestimmen Sie die Routing-Tabelle des Routers B für das Netz in Abbildung 5 nach dem Dijkstra-Algorithmus. Geben Sie alle Zwischenschritte an. **(4 Punkte)**

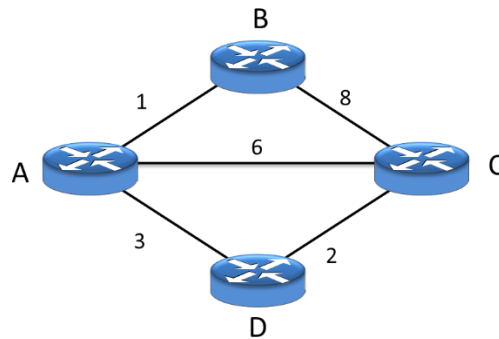


Abbildung 5

- 6) Die linke Grafik in Abbildung 6 zeigt eine Netztopologie mit Link-Metriken und resultierender Routing-Tabelle der Router A-D. Der Link A-C mit Kosten 5 war temporär nicht verfügbar und wird wieder hochgefahren. Die rechte Grafik zeigt die veränderte Netztopologie. Beantworten Sie folgende Fragen:

- a) Wie merken die Knoten A und C, dass der Link A-C wieder verfügbar ist? **(2 Punkte)**
b) Wie verändern sich die Routing-Tabellen in den Routern A-D, wenn ein Distance-Vector Routing-Verfahren an dem Bellman-Ford-Algorithmus verwendet wird? Notieren Sie in der Tabelle auf der rechten Seite von Abbildung 6 sowohl die Veränderungen in der Routing-Tabelle als auch in welchem Schritt die Veränderung umgesetzt wird. Gehen Sie davon aus, dass alle Router immer gleichzeitig ihre Routing-Tabelle an ihre Nachbarn schicken. Der erste Austausch von Routing-Tabellen sei Schritt 1. **(4 Punkte)**

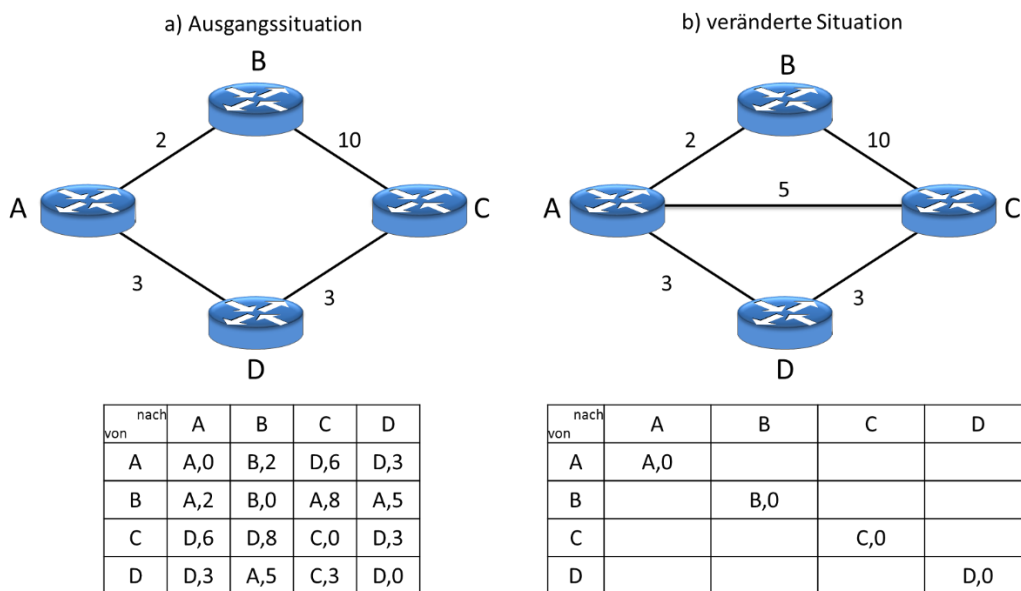


Abbildung 6

Aufgabe 4 (15 Punkte):

- 1) Sie wollen eine Group-Chat-Anwendung implementieren und überlegen sich, ob Sie dafür TCP (Transmission Control Protocol) oder UDP (User Datagram Protocol) als Transportprotokoll verwenden wollen.
- a) Was sind die Vorteile von TCP, was sind die Vorteile von UDP? **(2 Punkte)**
 - b) Angenommen Sie haben 10 Teilnehmer in ihrem Group-Chat. Wie viele Sockets werden insgesamt benötigt, wenn TCP bzw. UDP verwendet werden? **(2 Punkte)**
 - c) Sie wollen ihren Group-Chat erweitern und zwischen zwei Teilnehmern sowohl eine Datei-Übertragung als auch Sprachübertragung über das Internet (Voice-over-IP) ermöglichen. Sie haben drei Arten von Übertragungsstrecken zwischen den Teilnehmern:
 - i) Übertragung in einem LAN (Local Area Network) mit 1 Gbps Ethernet
 - ii) Übertragung in einem LAN, wobei ein Teilnehmer über ein WLAN (Wireless Area Network) mit einer Paketverlustrate von 10% angebunden ist
 - iii) Übertragung von Konstanz nach Hawaii, wobei es zu sporadischen Paketverlusten von unter 3% kommtBei welcher Kombination von Übertragungsstrecke und Anwendung würden Sie TCP wählen, bei welcher UDP wählen? Begründen Sie ihre Antwort. **(3 Punkte)**
- 2) Sie besuchen in ihrem Web-Browser eine Reihe von Web-Seiten. Um die erste Web-Seite zu finden, geben Sie die folgende Adresse ein:

<https://moodle.htwg-konstanz.de/moodle/index.php>

- a) Um welche Art von Adresse handelt es sich? **(1 Punkt)**
- b) Wie bestimmt ihr Browser, welche IP-Adresse der zugehörige Web-Server hat und auf welchem Port er Anfragen zum Web-Server schicken soll? Gehen Sie im Detail darauf ein, wie die IP-Adresse des Servers bestimmt wird. **(2 Punkt)**
- c) Welche Protokolle auf Applikations- und Transportschicht werden verwendet, um Daten zwischen Browser und Web-Server zu übertragen? **(1 Punkt)**
- d) Sie geben weiterhin die folgenden Adressen in ihren Browser ein. Welche Internetknoten sind jeweils beteiligt, um herauszufinden, wie die zugehörige IP-Adresse lautet? **(4 Punkte)**

<http://www.spiegel.de>

<http://hera.cs.umass.edu>

<http://zeuss.ee.umass.edu>

<http://www.htwg-konstanz.de>