

Klausur zur Vorlesung Rechnernetze und Verteilte Systeme Klausur Haupttermin, SS 2008

22. Juli 2008, 9:00 Uhr
Bearbeitungszeit: **90 Minuten**

Name: _____

Matrikelnummer: _____

Zu Beginn der Klausur werden Ihnen alle Fragen vorgelesen. In dieser Zeit dürfen Sie noch nicht mit der Bearbeitung anfangen. Diese Zeit geht **nicht** von Ihrer Bearbeitungszeit ab. Nutzen Sie diese Zeit, um zuzuhören und die Aufgabenteile zu erfassen. Denken Sie daran, alle Teilaufgaben zu beantworten (Antwortsätze).

Notieren Sie zunächst auf **allen** Bögen Ihren **Namen** und Ihre **Matrikelnummer**.

Die **Beantwortung der Klausur erfolgt auf den ausgegebenen Bögen**. Sollte der Platz nicht ausreichen, verwenden Sie bitte die Rückseite des jeweiligen Blattes und kennzeichnen Sie die Fortsetzung deutlich.

Verwenden Sie zum Beantworten der Fragen **nicht** die Farben **rot**, **grün** und auch keinen **Bleistift**.

Der für die Lösung vorhandene Platz ist großzügig definiert. Sie müssen **nicht** so viel schreiben, wie Sie Platz haben.

Wenn Sie Berechnungen durchführen, so schreiben Sie die Teilschritte und Teilergebnisse so verständlich wie möglich auf. Nur so können Sie gegebenenfalls Teilpunkte erhalten.

Die Zeit der Klausur ist knapp bemessen. Verweilen Sie nicht zu lange im Script!

Auf Ihrem Tisch dürfen sich befinden:

- Personalausweis & Studierendenausweis
- Schreibutensilien, Taschenrechner
- Skript ohne Notizen und Markierungen (unbeschriftete PostlTs zum schnelleren Auffinden von Kapiteln erlaubt)
- Zwei handbeschriebene Din-A4-Blätter (je Vorder- und Rückseite)

Name: _____

Matrikelnummer: _____

Bitte entfernen Sie **alle** anderen Dinge von Ihrem Tisch.

Andere Hilfsmittel als die angegebenen sind nicht erlaubt.

Sie müssen die Aufgaben **alleine** bearbeiten. Täuschungsversuche sind nicht erlaubt.

Während der Klausur werden die Klausuraufsichten der Reihe nach zu allen Teilnehmern kommen, Ihre Identität sowie Ihre Zulassung zur Klausur überprüfen, und Sie unterzeichnen lassen, dass Sie prüfungsfähig sind.

Sollten Sie während der Klausur eine Frage haben, so melden Sie sich bitte. Eine Klausuraufsicht wird dann zu Ihnen kommen. Sollte die Frage relevant sein, wird sie anschließend für alle Klausurteilnehmer beantwortet.

Sollten Sie während der Klausur die Toilette aufsuchen müssen, so müssen Sie Ihre kompletten Unterlagen vorne abgeben. Es kann immer nur ein Student zugleich den Hörsaal verlassen. Sobald der erste Student abgegeben hat, darf niemand mehr auf Toilette gehen. Sollten Sie vor Ablauf der Bearbeitungszeit fertig sein, so warten Sie aus Rücksicht auf Ihre Kommilitonen bitte bis zum Ende der Bearbeitungszeit.

Bleiben Sie zum Ende der Bearbeitungszeit auf Ihrem Platz sitzen. Die Klausuren werden eingesammelt. Wenn **alle Klausuren eingesammelt** sind, können Sie den Vorlesungssaal verlassen.

Diese Klausur wird nach dem Haupttermin auf der Website veröffentlicht.

Name: _____

Matrikelnummer: _____

Aufgabe 1 - Grundlagen (13 Punkte)

- a) Benennen Sie die durch ihre Nummer in der folgenden Tabelle gegebenen Schichten des ISO/ OSI-Schichtenmodells (auf Deutsch oder Englisch). Geben Sie eine kurze stichwortartige Beschreibung der Funktion der jeweiligen Schicht. Geben Sie ein Beispielprotokoll, das auf der jeweiligen Schicht beheimatet ist. (3 Punkte)

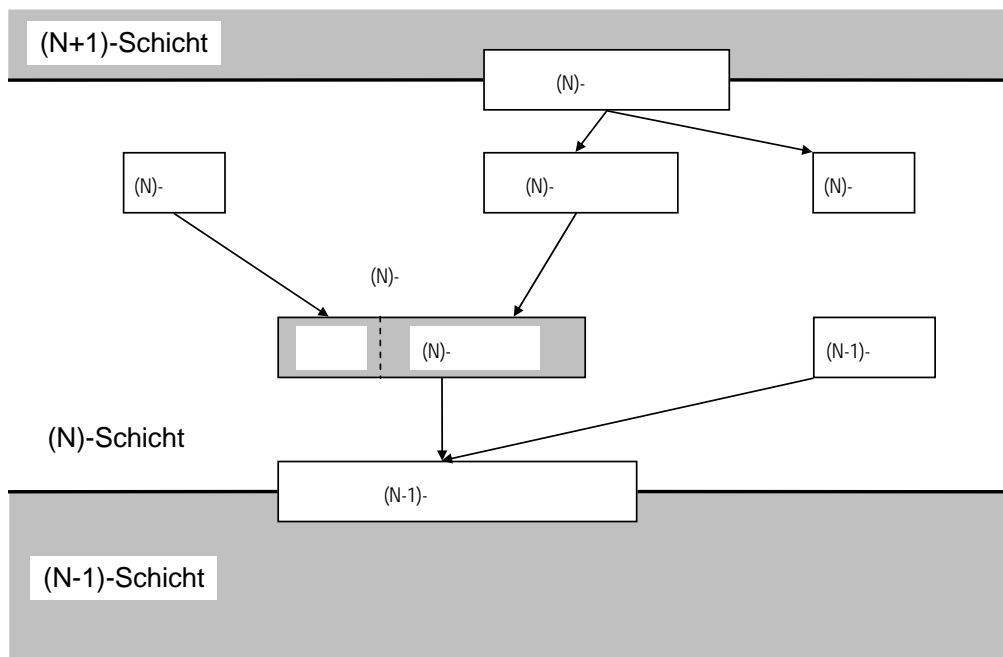
Nr.	Name	Kurzbeschreibung	Protokoll
7	Anwendungsschicht (application layer)	Bietet Dienste an und abstrahiert hinreichend von den Details der Kommunikation.	HTTP
6		Sorgt für die korrekte Interpretation der übertragenen Information.	ASN.1
5		Regelt den Ablauf der Kommunikation zwischen den Anwendungsprozessen auf den beteiligten Endsystemen.	RPC
4			
3			
2			
1			

Name: _____

Matrikelnummer: _____

b) Wie hängen die Begriffe „Dienst“, „Protokoll“, „horizontale Kommunikation“ und „vertikale Kommunikation“ zusammen? (2 Punkte)

c) Ergänzen Sie das folgende Schaubild um die entsprechenden Kommunikationseinheiten. (Es sind 9 Lücken.) (2 Punkte)



Name: _____

Matrikelnummer: _____

- d) Erstellen Sie eine Legende zur Grafik aus der vorigen Teilaufgabe, in der Sie die Abkürzungen und die Funktion bzw. den Inhalt der jeweiligen Einheit erläutern. (2 Punkte)

Akronym	Name	Funktion/ Inhalt

Name: _____

Matrikelnummer: _____

- e) Eine DNS-Anfrage (inklusive DNS-Header) habe die Größe 34 Byte. Verschickt wird jedoch ein Ethernet-Rahmen der Größe 76 Byte. Angenommen der Ethernet-Header des verschickten Ethernet-Rahmens betrage 14 Byte. Aus welchen zusätzlichen Bestandteilen besteht das verschickte Paket? Kommt auf der Vermittlungsschicht IPv4 oder IPv6 zum Einsatz? Kommt auf der Transportschicht TCP oder UDP zum Einsatz? Begründen Sie Ihre Wahl. (2 Punkte)
- f) Wie groß ist der über Ethernet verschickte Rahmen der 34 Byte großen DNS-Anfrage mindestens, wenn IPv6 als Layer-3-Protokoll zum Einsatz kommt? (2 Punkte)

Name: _____

Matrikelnummer: _____

Aufgabe 2 - Internetprotokolle (13 Punkte)

Wir betrachten eine TCP-Kommunikation zwischen einem TCP-Server und einem TCP-Client.

- a) Was sind „Ports“? (1 Punkt)
- b) Wie bewerten Sie die Aussage: „**Router** entscheiden aufgrund des **TCP-Zielports**, wohin sie ein **Datenpaket** weiterleiten“? Begründen Sie ihr Urteil. Korrigieren Sie die Aussage gegebenenfalls, indem Sie die passenden Begriffe für die **fett** gedruckten Elemente einsetzen. (2 Punkte)
- c) Was sind „Well-Known-Ports“? Welchen Zweck erfüllen sie? Warum sind sie notwendig? Nennen Sie einen Ihnen bekannten Well-Known-Port und dessen typischer Weise angebotenen Dienst. (2 Punkte)

Name: _____

Matrikelnummer: _____

d) Wie kann ein Webserver zwischen verschiedenen gleichzeitigen Verbindungen unterscheiden? (1 Punkt)

e) Erläutern Sie die Begriffe „active open“ und „passive open“ im Kontext einer TCP-Verbindung: Was wird geöffnet? Was wird mit den Begriffen beschrieben? Welcher Kommunikationspartner unternimmt welche Aktion? (3 Punkte)

Name: _____

Matrikelnummer: _____

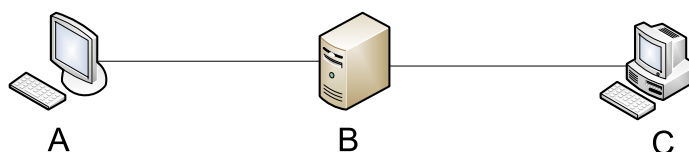
Nehmen Sie an, eine Verbindung werde für eine Übertragung zunächst vom Client aufgebaut, dann Daten übertragen, und schließlich die Verbindung vom Client geschlossen. Nehmen Sie weiterhin an, die initiale Sequenznummer des Client sei 23, diejenige des Servers 1042.

- f) Zeichnen Sie die Übertragung einer Nachricht „Hallo“ (ohne Anführungszeichen) vom Client zum Server inklusive Verbindungsaufbau und Verbindungsabbau in die folgende Skizze ein. Geben Sie jeweils die TCP-Headerfelder, Sequenznummer, Acknowledgement-Nummer sowie die relevanten Flags an. (4 Punkte)



Aufgabe 3 - Datenübertragung (8 Punkte)

Folgendes Netz aus drei Rechnern A, B, C sei gegeben:



Die Links haben die folgenden Eigenschaften:

Link zwischen	Datenrate	Ausbreitungsverzögerung
(A, B)	$r_{(A,B)} = 2 \text{ Mbit/s}$	$t_{prop(A,B)} = 2 \mu\text{s}$
(B, C)	$r_{(B,C)} = 10 \text{ Mbit/s}$	$t_{prop(B,C)} = 1 \mu\text{s}$

Vernachlässigen Sie Verzögerungs- und Verarbeitungszeiten in den Rechnern und eventuell beteiligten Netzkoppelementen. Nehmen Sie als Ausbreitungsgeschwindigkeit $2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ an.

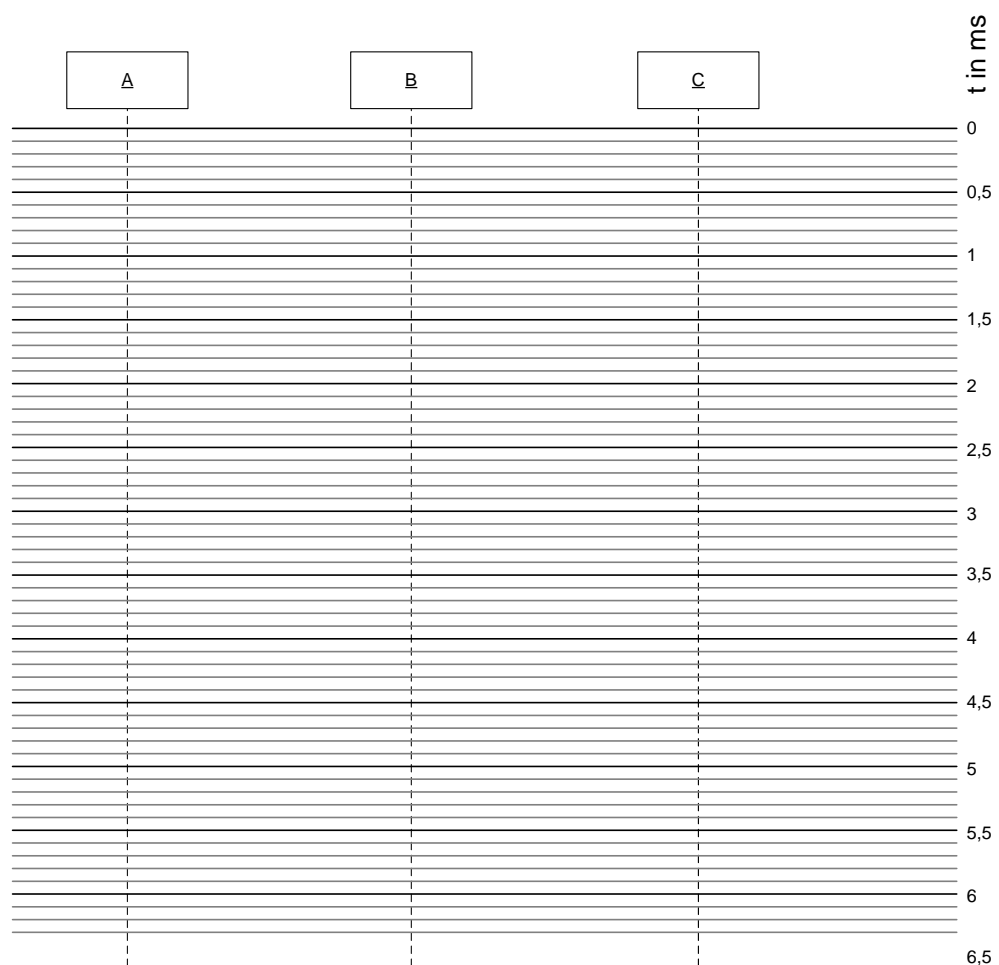
- a) Wieviele Bits sind während einer Übertragung maximal auf den Streckenabschnitten (A, B) bzw. (B, C) gespeichert? (1 Punkt)

Es soll ein Rahmen von 500 Byte von Rechner A zu Rechner C übertragen werden. Die Weiterleitung erfolge nach dem Store&Forward-Prinzip: Pakete werden erst weitergeleitet, nachdem sie vollständig empfangen wurden.

- b) Nach welcher Zeitdauer ist das Paket bei B vollständig angekommen? (2 Punkte)

c) Nach welcher Zeitdauer ist das Paket bei C vollständig angekommen? (1 Punkt)

d) Erstellen Sie ein Weg-Zeit-Diagramm (Message Sequence Chart, MSC) der Übertragung. Beschriften Sie die jeweiligen Zeitspannen auf der y-Achse. (Falls Sie keine Teilergebnisse aus den vorigen Teilaufgaben haben, so nehmen Sie beispielhaft an, $t_{\text{prop}} = t_{\text{trans}} = 1 \text{ ms}$ für beide Verbindungsabschnitte. Kennzeichnen Sie in diesem Fall bitte deutlich, dass Sie das Schaubild mit diesen Annahmen ausgefüllt haben.) (3 Punkte)



Name: _____

Matrikelnummer: _____

e) Wie groß sind die Entfernungen/ Kabellängen zwischen den jeweiligen Rechnern? (1 Punkt)

Name: _____

Matrikelnummer: _____

Aufgabe 4 - Bitübertragung/ Sicherung (16 Punkte)

- a) Was ist der Unterschied zwischen ALOHA und Slotted ALOHA? Warum ist Slotted ALOHA effizienter als ALOHA? (2 Punkte)
- b) Wieso sind Sende- und Empfangsgeräte für Slotted ALOHA komplexer als solche für ALOHA? (1 Punkt)
- c) Was versteht man unter Codetransparenz? Welche Verfahren zum Erreichen von Codetransparenz wurden in der Vorlesung vorgestellt? Erläutern Sie diese in einem Satz. (3 Punkte)

Name: _____

Matrikelnummer: _____

- d) Welches Verfahren wird bei Ethernet eingesetzt, um Codetransparenz zu schaffen? (1 Punkt)
- e) Welche Vorteile ergeben sich beim Einsatz von „Differential Manchester“ als Leitungscode? (2 Punkte)
- f) Ethernet verwendet Manchester-Kodierung. Wieso wird für Hochgeschwindigkeitsnetze oftmals 4B/5B-Kodierung mit NRZ-L eingesetzt? (Denken Sie hierbei an Schrittgeschwindigkeit, Datenübertragungsrate und Code-Effizienz.) (2 Punkte)

Name: _____

Matrikelnummer: _____

Ein Kanal habe eine maximale Datenübertragungsrate von 1 Mbit/s. Das Signal sei binär kodiert.

g) Welche Bandbreite muss der Kanal nach Nyquist dann besitzen? (2 Punkte)

h) Was bedeutet es, wenn die nach Shannon berechnete (theoretische) maximale Datenübertragungsrate (Kanalkapazität) für unseren Kanal höher liegt als diejenige, die wir gerade berechnet haben? (3 Punkte)

Name: _____

Matrikelnummer: _____

Aufgabe 5 - Fehlererkennung/ -korrektur (14 Punkte)

Ein Bitstrom „10011101“ werde mit der CRC-Methode aus der Vorlesung gesichert. Das Generatorpolynom sei $x^3 + 1$. (Beachten Sie, dass wir Polynomarithmetik modulo 2 verwenden und daher Addition und Subtraktion einem XOR entsprechen.)

- a) Geben Sie die übertragene Bitfolge an. (Mit Rechnung!) (2 Punkte)

Übertragungsfehler können als Addition eines Fehlerbitmusters aufgefasst werden. Nehmen Sie an, das dritte Bit von links werde durch einen Übertragungsfehler umgedreht. Die beim Empfänger ankommende Bitfolge sei also 10111101100.

- b) Zeigen Sie, dass der Empfänger den Fehler erkennt. (1 Punkt)

Name: _____

Matrikelnummer: _____

c) Kann es sein, dass eine durch CRC als korrekt geprüfte Bitfolge noch Fehler enthält? Beweisen Sie Ihre Antwort. (3 Punkte)

d) Kann jedes beliebige Polynom als Prüfpolynom verwendet werden? Was zeichnet ein gutes Prüfpolynom aus? (2 Punkte)

e) Was versteht man unter Vorwärtsfehlerkorrektur? (2 Punkte)

Name: _____

Matrikelnummer: _____

f) Wieso benötigt man bei Selective-Repeat einen Empfangspuffer? (2 Punkte)

g) Benötigt man bei Go-Back-N einen Empfangspuffer? Begründen Sie Ihre Antwort. (2 Punkte)

Name: _____

Matrikelnummer: _____

Aufgabe 6 - Langstreckenübertragung (16 Punkte)

- a) Was unterscheidet ein digitales Signal von einem analogen? (1 Punkt)

Angenommen, Sie bauen eine 6,5 km lange 100 Mbit/s Netzwerkverbindung auf indem Sie alle 100 m einen Router installieren, die Router verbinden und korrekt konfigurieren, so dass ein Paket bei korrekter Adressierung am Ziel ankommen kann. Nehmen Sie an, dass die Router ein Paket immer korrekt weiterleiten.

- b) Wieso ist es wahrscheinlicher, dass Ihr Paket von einem Ende der Übertragungsstrecke zum anderen gelangt und dort noch „lesbar“ ist, als wenn Sie alle 100 Meter einen analogen Verstärker eingebaut hätten? (1 Punkt)

- c) Wie viele IP-Adressen benötigen Sie bei Ihrem Vorhaben nur für die Router, wenn jeder Router zwei Netzteile koppelt und alle Interface-IP-Adressen der Router in demselben IPv4-Subnetz liegen sollen? (2 Punkte)

Name: _____

Matrikelnummer: _____

d) Geben Sie in Dezimalnotation die kleinste IPv4-Subnetzmaske an, die Sie benötigen, wenn alle geforderten IP-Adressen im selben Subnetz liegen sollen. Begründen Sie Ihre Antwort. (2 Punkte)

e) Geben Sie alle für Hosts nutzbaren Adressen des IPv4-Subnetzes 10.4.7.0/30 an? (1 Punkt)

Da Ihnen die Router zu teuer sind und Ihre an den verschiedenen Weiterleitungsknoten angeschlossenen Rechner sowieso im selben Subnetz liegen, ersetzen Sie die Router durch sehr einfache und damit billige Hubs. Als Medienzugriffsverfahren komme Ethernet-802.3 mit CSMA/ CD zum Einsatz.

f) Wieso funktioniert das Netz plötzlich nicht mehr reibungslos, wenn mehrere weiter entfernte Rechner Daten zeitnah versenden möchten? Was müssten Sie am Protokoll ändern, damit CSMA/ CD auf der gegebenen Topologie wieder funktioniert? (3 Punkt)

Name: _____

Matrikelnummer: _____

Nehmen Sie an, Ihre Layer-2-Rahmen haben eine minimale Größe von 64 Byte. Dann können Sie mithilfe der beschriebenen Ethernet-802.3-Technik und den Hubs eine bestimmte Wegstrecke überbrücken, bis Sie wieder einen Router zwischenschalten müssen. (Die Koppellemente seien weiterhin 100m voneinander entfernt. Als Ausbreitungsgeschwindigkeit nehmen Sie $2 \cdot 10^8$ m/s an. Setzen Sie voraus, dass die Koppellemente keine Signalverzögerung verursachen.)

- g) Wie viele Router benötigen Sie mindestens, damit das Netz mit Ethernet-802.3 wieder funktioniert? (schwer) (6 Punkte)