

## Hauptdiplomklausur Informatik Juli 2005: Computer Networks

Name: \_\_\_\_\_

Matrikel-Nr. (*Mat. No.*): \_\_\_\_\_ Semester: \_\_\_\_\_

Studienfach (*Study Course*): \_\_\_\_\_

*Hinweise (Instructions):*

1. Bitte füllen Sie sofort den Kopf des Deckblattes aus!  
*Please fill in the header of the cover sheet immediately!*
2. Unterschreiben Sie die Klausur auf der letzten Seite!  
*Sign the examination sheets on the last page!*
3. Überprüfen Sie bitte Ihr Klausurexemplar auf Vollständigkeit: **19** Seiten!  
*Please make sure your copy of the examination sheets is complete: **19** pages!*
4. Tragen Sie die Lösungen — soweit möglich — direkt in die Klausur ein!  
*Whenever possible, write your answers directly on the examination sheets!*
5. Zugelassene Hilfsmittel: nicht programmierbarer Taschenrechner  
*Items allowed: non-programmable calculator*
6. Bearbeitungszeit: 100 Minuten  
*Time: 100 minutes*

Aufgabe ( <i>Question</i> )	max. Punktzahl ( <i>max. number of points</i> )	Punkte ( <i>Points</i> )
1	10	
2	15	
3	7	
4	22	
5	24	
6	22	
<b>Summe (<i>Total</i>)</b>	100	

## Aufgabe (Question) 1

10 Punkte (points)

### Kurzfragen - Short Questions

(a) [3 points] **Bitübertragungsschicht — Physical Layer**

Definieren Sie die Begriffe *Bit-Rate* und *Baud-Rate*. Ist es möglich, dass die *Bit-Rate* höher als die *Baud-Rate* sein kann? Begründen Sie!

*Define the two expressions bit rate and baud rate. Is it possible that the bit-rate may be higher than the baud-rate? Explain!*

(b) [3 points] **Sicherungsschicht — Data Link Layer**

Wie ist die Hamming-Distanz eines Codes definiert? Welche Hamming-Distanz wird benötigt, um einen Ein-Bitfehler zu erkennen, und welche wird benötigt, um einen zu korrigieren?

*What is the definition of the Hamming distance of a code? Which Hamming distance is required to detect one bit error, and which is required to correct one?*

(c) [2 points] **Vermittlungsschicht — Network Layer**

Beschreiben Sie kurz den Unterschied zwischen *distance vector* und *link state* Routing-Algorithmen.

*Briefly explain the differences between distance vector and link state routing algorithms.*

(d) **Transportschicht — Transport Layer**

i. [1 point] Nennen Sie zwei Anwendungen, die TCP verwenden.

*Name two applications that utilize TCP.*

ii. [1 point] Nennen Sie zwei Anwendungen, die UDP verwenden.

*Name two applications that utilize UDP.*

## Aufgabe (Question) 2

15 Punkte (points)

### Modulation / Bit-Stuffing

- (a) [3 points] Nennen Sie drei Methoden der Modulation analoger oder digitaler Daten und beschreiben Sie diese kurz, ggf. auch grafisch!

*Name three methods of modulation of analog or digital data and briefly describe them textually or graphically!*

- (b) [1 point] Auf welchem Layer des ISO/OSI-Modells wird Bit-Stuffing verwendet?

*On which layer of the ISO/OSI model is bit stuffing used?*

- (c) [4 points] Warum wird Bit-Stuffing eingesetzt? Erläutern Sie kurz die einzelnen Schritte der Vorgehensweise.  
*Why is bit stuffing used? Explain briefly its steps.*

- (d) [7 points] Notieren Sie folgende, beispielhafte Daten im codierten (=bit-stuffed) Layer 2 Frame Format. Berechnen Sie zuerst die binären Werte und tragen Sie diese in die vorletzte Zeile ein. Notieren Sie anschliessend in der letzten Zeile die Bit-Folge mit Bit-Stuffing.  
**Hinweis: Verwenden Sie das Zeichen " $\phi$ " für hinzugefügte Nullen.**

*Write the following, exemplary data as a bit-stuffed Layer 2 frame. First calculate the binary values and write them into the second row of the table. Then fill out the last row with the bit-stuffed values.*

***Hint: Use the letter " $\phi$ " for added zeros.***

Layer 2 Frame Format:

	Delimiter	Address	Control	Data 1	Data 2	Checksum	Delimiter
Decimal	126	247	223	39	211	23011	126
Binary	01111110					0101100111100011	01111110
Bit-stuffed	01111110					0101100111100011	01111110

### Aufgabe (Question) 3

7 Punkte (points)

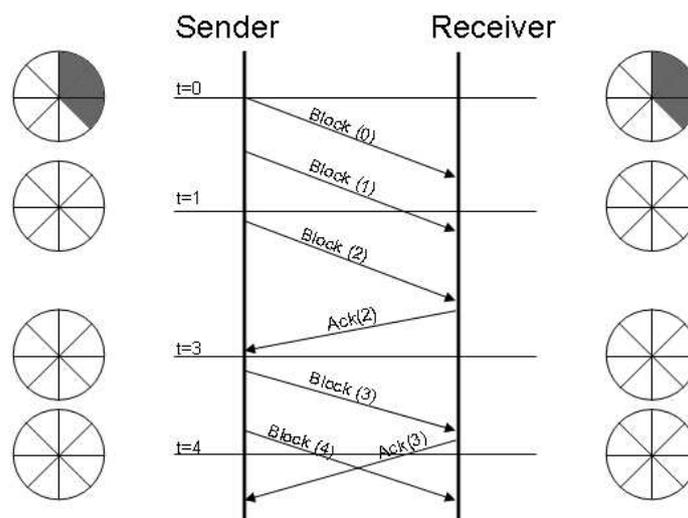
### Sliding Window Flow Control

- (a) [2 points] Sollte der Sliding Window Buffer auf Empfängerseite bei Übertragungen mit längeren Verzögerungszeiten eher groß oder klein gewählt werden? Begründen Sie Ihre Antwort kurz!

*Should the sliding window buffer on the receiver side be chosen larger or smaller at transmissions with longer transmission-delays? Give a reason for your answer!*

- (b) [5 points] Nehmen Sie ein Sliding Window der Größe 3 an und verwenden Sie zur Empfangsbestätigung kumulierte ACKs. Markieren Sie die Zustände der Sliding Windows zu den Zeitpunkten  $t=1,3,4$  für Sender und Empfänger!

*Assume a sliding window of size 3 and use cumulative ACKs to acknowledge the reception. Mark the states of the sliding windows at the times  $t=1,3,4$  for sender and receiver!*



## Aufgabe (Question) 4

22 Punkte (points)

### Medienzugriffskontrolle - *Medium Access Control (MAC)*

- (a) [2 points] Durch welches der folgenden MAC-Protokolle lässt sich im allgemeinen ein höherer Durchsatz erzielen: *Slotted Aloha* oder *Pure Aloha*? Begründen Sie Ihre Antwort!

*Which of the following MAC protocols usually achieves a higher throughput: Slotted Aloha or Pure Aloha? Give reasons for your answer!*

- (b) [3 points] Welche Typen von Logical Link Control für LANs gibt es? Geben Sie zu jedem Typ ein Beispiel an!

*Which types of Logical Link Control for LANs do exist? Give an example for each!*

- (c) [4 points] Differenzieren Sie die folgenden Begriffe und ordnen Sie sie den Netzwerkschichten zu, auf denen sie arbeiten: *Bridge, Hub, Router, Switch*.  
*Differentiate the following terms and assign them to the layers they are working on: Bridge, Hub, Router, Switch.*

- (d) Die minimale Rahmengröße in einem 100 MBit/s Ethernet sei 64 Byte. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des elektrischen Signals betrage  $2 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ .  
*Assume that the minimal frame size in a 100 MBit/s Ethernet is 64 bytes and the propagation speed of the electrical signal is  $2 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ .*
- i. [2 points] Warum ist die Länge eines Segments in Metern in einem solchen Ethernet begrenzt?  
*Why is the length of a segment in meters in such an Ethernet limited?*

- ii. [6 points] Berechnen Sie die maximale Länge eines Segments in Meter!  
*Calculate the maximum length of a segment in meters!*

(e) **Wireless LAN**

- i. [4 points] Warum werden in einem Wireless LAN nach 802.11 verschiedene “Inter-Frame Spaces” eingesetzt? Beschreiben Sie *kurz* ein Beispiel!  
Nennen Sie weiterhin die Abkürzungen und setzen Sie deren Länge zueinander in Relation!

*Why are different “inter-frame spaces” used in a 802.11 wireless LAN? Briefly describe an example!*

*Furthermore, name the abbreviations and relate their durations!*

- ii. [1 point] In einem Wireless LAN wird DFWMAC mit RTS/CTS eingesetzt. Welches Problem wird damit gelöst?

*In a wireless LAN DFWMAC with RTS/CTS is used. Which problem is being solved by this?*

## Aufgabe (Question) 5

### Internetworking

24 Punkte (points)

#### (a) Fragmentation

- i. [2 points] Warum kann in heterogenen Netzwerken die Fragmentierung von Paketen notwendig sein? Warum ist dies grundsätzlich sinnvoll?

*Why may fragmentation of packets be necessary in heterogenous networks? Why does this make sense in general?*

- ii. [4 points] Vergleichen Sie folgende Strategien zur Defragmentierung miteinander. Welche Methode verwendet IPv4?

- Fragmente werden an den Netzwerkgrenzen durch Router wieder zusammengesetzt.
- Fragmente werden erst beim Endsystem (Zielrechner) wieder zusammengesetzt.

*Compare the following strategies for defragmentation. How does IPv4 work?*

- *Fragments are reassembled at the network border by intermediate routers.*
- *Fragments are not reassembled until the final destination (host) is reached.*

(b) **IP Header**

- i. [1 point] Wie groß darf ein IPv4-Paket maximal sein?  
*What is the maximum size of an IPv4 packet?*
  
- ii. [3 points] Erklären Sie kurz, wie die Fragmentierung von Paketen im IPv4-Header abgebildet wird.  
*Briefly explain how the fragmentation of packets is done in the IPv4 header.*
  
- iii. [2 points] Warum enthält der IPv4-Header nur eine Checksum für den Header selbst, ohne die Daten (Payload) einzubeziehen?  
*Why is there just a IPv4 header checksum, without considering the data (payload)?*
  
- iv. [1 point] Muss die Header-Checksum im Netzinneren ständig neu berechnet werden, auch wenn keine Fragmentierung verwendet wird? Begründen Sie Ihre Antwort.  
*Even if no fragmentation is used, has the header checksum be recalculated inside the network permanently? Explain your answer.*



- iv. [4 points] Ein Großunternehmen mit 50 Abteilungen benötigt öffentliche IPv4-Adressen. Für jede Abteilung soll die Möglichkeit bestehen, bis zu 1000 Endsysteme (Hosts) anzubinden. Schlagen Sie einen möglichen Adressbereich (mit Subnet Mask) für eine Abteilung vor.

*A large concern with 50 departments needs public IPv4 addresses. For each department it should be possible to attach up to 1000 hosts. Propose a possible address space (including subnet mask) for one department.*

## Aufgabe (Question) 6

22 Punkte (points)

### Transportschicht – Transport Layer

(a) **TCP/UDP Grundlagen – TCP/UDP Basics**

i. [4 points] Stellen Sie die Eigenschaften von UDP und TCP einander gegenüber.

*Compare the features of UDP and TCP.*

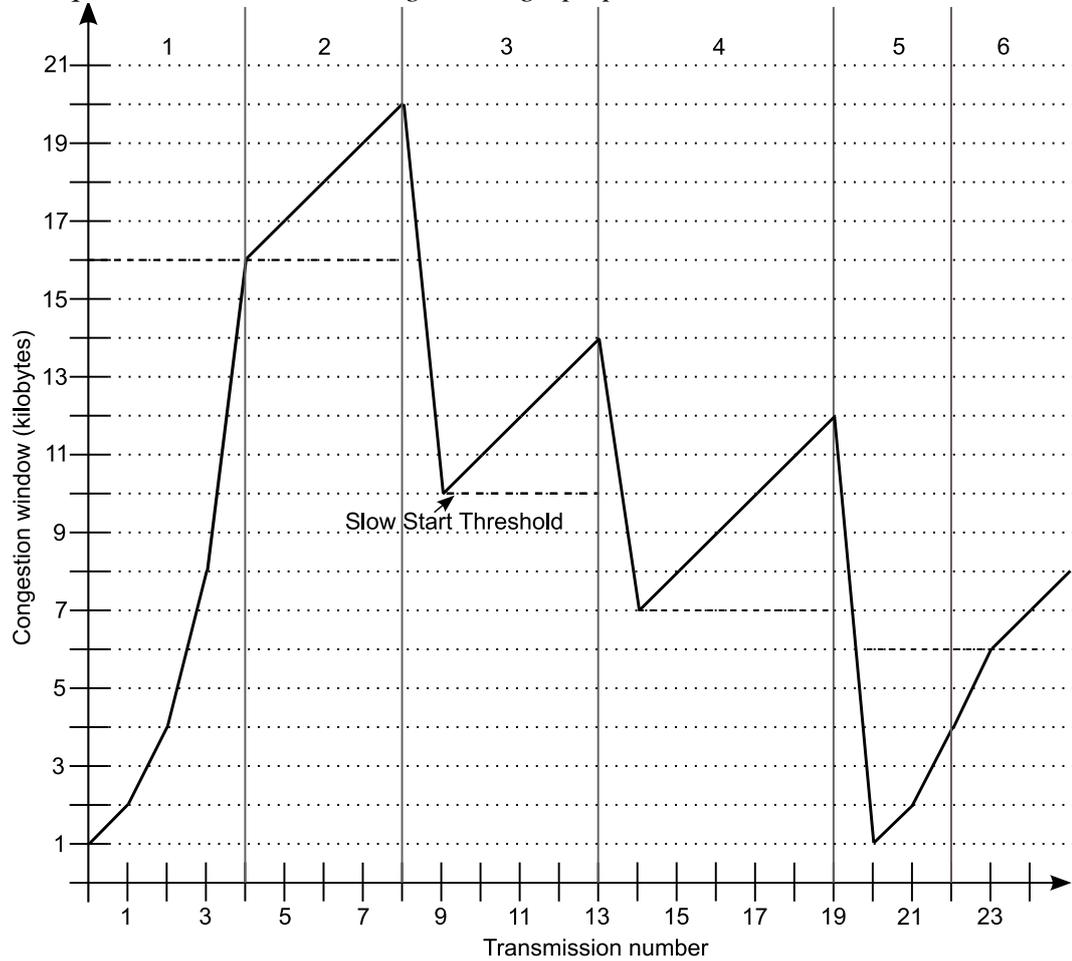
ii. [1 point] Was bedeutet “Piggybacking” bei TCP?

*What is meant by “piggybacking” in the context of TCP?*

(b) **TCP Flußkontrolle – TCP Flow Control**

Die folgenden Fragen in diesem Abschnitt beziehen sich auf den unten gezeigten Graphen.

*The questions in this section regard the graph presented below.*



- i. [4 points] Nennen Sie die Algorithmen, die jeweils für die Kurven 1-6 verantwortlich sind!

*Name the algorithms that are responsible for the curves 1-6, respectively!*

ii. [4 points] Nennen Sie den Grund für die Übergänge der Kurven 1-6!  
*Name the reasons for the transition of curves 1-6!*

iii. [1 point] Wie groß ist die versendete Datenmenge? Gehen Sie von einer Segmentgröße von 1kB aus!  
*What is the amount of data that has been sent? Assume a segment size of 1kB!*

iv. [2 points] Wieso entspricht die versandte Datenmenge nicht der Datenmenge, die beim Empfänger auf der Anwendungsschicht ankommt?  
*Why does the amount of data sent differ from the amount of data received on the application layer (at the receiver)?*

(c) **TCP Gleichberechtigung – TCP Fair Share**

Stellen Sie sich vor, Sie haben einen Internetzugang über ein LAN (z.B. im Studentenwohnheim). Diesen Netzzugang teilen Sie sich mit mehreren Kommilitonen. Da Ihre Kommilitonen gerne Peer-to-Peer-Downloaddienste nutzen, ist die Verbindung bis zum Backbone des Providers oft überlastet.

*Lets assume you have Internet access through a LAN (e.g., in a student residence). You share the Internet access with several fellow students. These fellow students like to use peer-to-peer download services and hence the connection to the backbone is often overloaded.*

- i. [4 points] Da Sie dieses Semester Rechnernetze gehört haben, haben Sie sich dazu entschlossen, TCP an Ihre Bedürfnisse anzupassen. Sie ändern TCP auf zwei verschiedene Arten ab:
- Sie ändern das “Additive Increase Multiplicative Decrease”-Verhalten des Überlastvermeidungs-Algorithmus so ab, dass Sie pro erhaltene Bestätigung

das Überlastfenster nur um die Hälfte des üblichen Wertes erhöhen. Zusätzlich reduzieren Sie das Überlastfenster schon beim Erhalt eines Triple Duplicate Acknowledgements auf eine Segmentgröße.

- Sie ändern das “Additive Increase Multiplicative Decrease”-Verhalten des Überlastvermeidungs-Algorithmus so ab, dass Sie pro erhaltene Bestätigung das Überlastfenster um das doppelte des üblichen Wertes erhöhen. Zusätzlich reduzieren Sie das Überlastfenster beim Erhalt eines Triple Duplicate Acknowledgements nur um ein Viertel.

Wie verändert sich jeweils der Datendurchsatz bei Ihren TCP-Versionen im Vergleich zu den anderen, standardkonformen TCP-Verbindungen?

*Due to the fact that you attended the computer networks class this semester, you decide to adjust TCP for your needs. You modify TCP in two different ways:*

- *You modify the “Additive Increase Multiplicative Decrease” behavior of the congestion avoidance algorithm, so that for each received acknowledgement the congestion window is only increased by half of the common value. Additionally, you reduce the congestion window to one segment size if a Triple Duplicate Acknowledgement is received.*
- *You modify the “Additive Increase Multiplicative Decrease” behavior of the congestion avoidance algorithm, so that for each received acknowledgement the congestion window is increased twofold of the common value. Additionally, you reduce the congestion window only by one-quarter of the common value if a Triple Duplicate Acknowledgement is received.*

*How does the throughput of each of your modified TCP versions differ with the throughput of the other standard-compliant TCP flows?*

- ii. [2 points] Zusätzlich überlegen Sie sich eine andere Möglichkeit. Anstatt Ihre Daten per TCP auszutauschen, beschließen Sie, UDP mit hoher Senderate zu verwenden. Welche Auswirkungen hat dies auf den Datendurchsatz der anderen TCP-Verbindungen Ihrer Kommilitonen? Wird die UDP-Senderate komplett beim Empfänger ankommen? Begründen Sie.

*Additionally, you think about another solution. Instead of using TCP to exchange data you decide to utilize UDP with a high transmission rate. How does this solution affect the throughput of your fellow students' TCP flows? Does the receiver completely receive the UDP transmission rate? State the reasons.*