



**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 (GRNVS)

**Modul:** IN0010

**Datum:** 10. Juni 2016

**Prüfer:** Prof. Dr.-Ing. Georg Carle

**Klausur:** Midterm

	A 1	A 2	A 3
Erstkorrektur			
Zweitkorrektur			

Hörsaal verlassen von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_

von \_\_\_\_\_ bis \_\_\_\_\_

Vorzeitige Abgabe um \_\_\_\_\_

Anmerkungen \_\_\_\_\_

Lösungsvorschlag

## Midterm

# Grundlagen Rechnernetze und Verteilte Systeme (GRNVS)

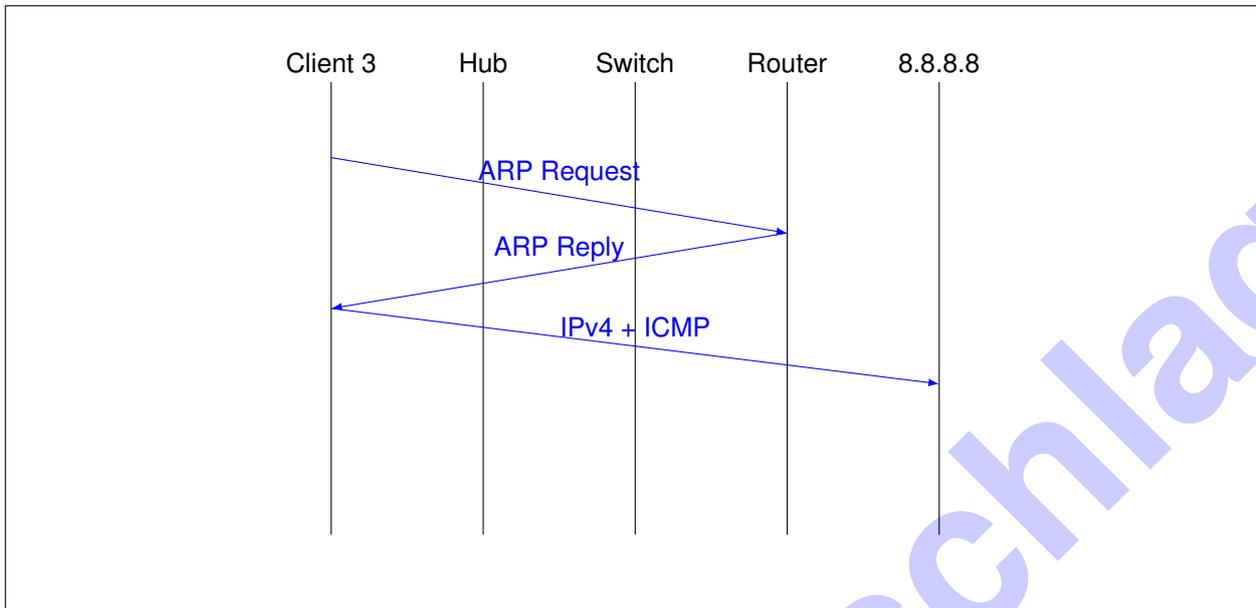
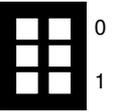
Prof. Dr.-Ing. Georg Carle  
Lehrstuhl für Netzarchitekturen und Netzdienste  
Fakultät für Informatik  
Technische Universität München

**Freitag, 10. Juni 2016**  
**18:30 – 19:15**

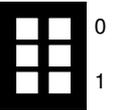
- Diese Klausur umfasst
    - **8 Seiten** mit insgesamt **3 Aufgaben** sowie
    - eine beidseitig bedruckte **Formelsammlung**.
- Bitte kontrollieren Sie jetzt, dass Sie eine vollständige Angabe erhalten haben.
- Mit \* gekennzeichnete Teilaufgaben sind ohne Kenntnis der Ergebnisse vorheriger Teilaufgaben 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.
  - Die Gesamtpunktzahl in dieser Prüfung beträgt 20 Punkte. Diese werden bei Anrechnung mit dem Faktor 0,5 gewichtet. Beim Auftreten von Viertelpunkten wird auf das nächste Vielfache von 0,5 gerundet.
  - Als Hilfsmittel sind zugelassen:
    - ein **nicht-programmierbarer Taschenrechner**
    - ein **analoges Wörterbuch** Deutsch ↔ Muttersprache **ohne Anmerkungen**
  - Schalten Sie alle mitgeführten elektronischen Geräte vollständig aus, verstauen Sie diese und alle weiteren Unterlagen in Ihrer Tasche und verschließen Sie diese.



d)\* Zeichnen Sie ein vereinfachtes Weg-Zeit-Diagramm aus Sicht von Client 3 für den Versand der ICMP-Nachricht. Beschriften Sie alle Nachrichten mit ihrem jeweiligen Typ. *Hinweis:* Serialisierungszeit und Ausbreitungsverzögerung können vernachlässigt werden.

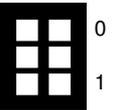


e)\* Auf dem Interface eth1 des Routers sei die Adresse 198.51.100.99 konfiguriert. Geben Sie die Netzadresse und Präfixlänge für das minimal benötigte Subnetz an, sodass allen Clients und dem Server daraus eine Adresse gegeben werden kann.



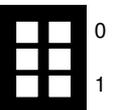
198.51.100.96/29

f) Vergeben Sie aus dem Subnetz aus Teilaufgabe e) geeignete Adressen an Client 3 und Server 1.



Client 1: 198.51.100.97  
Server 1: 198.51.100.98

g) Nennen Sie den Algorithmus und erklären Sie welche Informationen ein Router nutzt, um zu entscheiden, wohin ein Paket weitergeleitet wird.



Longest Prefix Matching  
Abhängig von der Ziel-IP-Adresse wird der passende Eintrag (längste Präfixübereinstimmung) aus der Routingtabelle gewählt. In diesem Eintrag ist dann der nächste Hop, sowie das zu benutzende Interface verzeichnet.

## Aufgabe 2 Cyberchicks (7.5 Punkte)

Die Bergleute von Cyberhausen betreiben den tiefsten Hühnerstall der Welt. In 3 km Tiefe werden braune und weiße Eier ausgebrütet. Wir nehmen vereinfacht an, dass aus braunen Eiern braune Hühner schlüpfen und aus weißen Eiern weiße Hühner.

Zur Kommunikation mit der Oberfläche werden Hühner benutzt. Will der Steiger<sup>1</sup> eine Nachricht an die Oberfläche übertragen, so lässt er Formationen aus jeweils vier Hühnern nach oben fliegen. Innerhalb einer Formation fliegen die Hühner in Paaren, in welchen auf ein braunes Huhn stets ein weißes folgt und umgekehrt. Einzelne Formationen folgen in einem zeitlichen Abstand von 10 s aufeinander. Hühner steigen mit konstanter Geschwindigkeit von 50 km/h auf, d. h. Hühner beschleunigen unendlich schnell auf ihre maximale Geschwindigkeit.



a)\* Welchem Begriff aus der Nachrichtenübertragung entspricht eine Formation aus vier Hühnern?

Formationen  $\hat{=}$  Kanalsymbol / Sendeimpuls



b)\* Wie viele bit können mit einer Formation dargestellt werden?

Durch die Forderung des Farbwechsels gibt es bei vier Hühnern pro Formation insgesamt auch nur 4 unterschiedliche Formationen. Daher werden pro Formation  $\log_2(4) = 2$  bit übertragen.



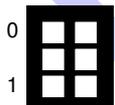
c)\* Bestimmen Sie die Ausbreitungsverzögerung bis zur Oberfläche des Schachts in s.

$$\frac{3 \text{ km}}{50 \text{ km/h}} \cdot 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} = 216 \text{ s}$$



d) Bestimmen Sie die so erzielbare Datenrate in bit/s.

$$\frac{2 \text{ bit}}{10 \text{ s}} = 0.2 \frac{\text{bit}}{\text{s}}$$



e) Berechnen Sie die Übertragungszeit für eine 1 KiB große Nachricht.

$$\frac{1 \text{ KiB}}{0.2 \text{ bit/s}} + 216 \text{ s} = 1024 \text{ B} \cdot 8 \frac{\text{bit}}{\text{B}} \cdot 5 \frac{\text{s}}{\text{bit}} + 216 \text{ s} = 41 \text{ 176 s}$$

<sup>1</sup>Aufsichtsperson im Bergbau

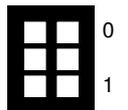
Die Oberfläche kann mit dem Hühnerstall kommunizieren, indem Eier in den Schacht geworfen werden. Ein Ei repräsentiere ein einzelnes bit auf der „Leitung“.



f)\* Welche Eigenschaft muss der Leitungscode besitzen, damit im Bergwerk weder ein Mangel noch ein Überfluss an Eiern einer Farbe entsteht?

Gleichstromfreiheit

Im Folgenden wird als Leitungscode der 8b/10b-Code verwendet. Somit passen Kanalwörter der Länge 8 bit (1 B) genau in einen Zehner-Eierkarton. Beim Aufprall eines Eierkartons im Bergwerk gehen im Schnitt 2 % der Eier kaputt.



g)\* Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit, dass ein Kanalwort (Zehnerkarton) fehlerhaft ankommt.

$$1 - (1 - 0.02)^{10} = 1 - 0.98^{10} \approx 18.29\%$$

Eine Nachricht besteht aus einer Palette von bis zu 1000 Zehnerkartons, welche nacheinander in den Schacht geworfen werden.



h)\* Wie viele Byte passen auf eine Palette?

$$l_1 = 1000 \cdot 10 \text{ bit} \cdot \frac{8 \text{ bit}}{10 \text{ bit}} \cdot \frac{1 \text{ B}}{8 \text{ bit}} = 1000 \text{ B}$$

Als Kanalcode wird ein Blockcode verwendet, welcher Datenblöcke von  $k = 223 \text{ B}$  auf  $n = 250 \text{ B}$  lange Kanalwörter abbildet. In jedem Kanalwort können dafür bis zu 16 fehlerhaft übertragene Byte korrigiert werden.

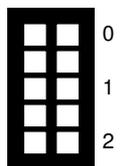


i) Berechnen Sie den Informationsgehalt einer vollen Palette.

$$n = \left\lceil \frac{1000 \text{ B}}{250 \text{ B}} \right\rceil = 4$$

$$l_2 = 4 \cdot 223 \text{ B} = 892 \text{ B}$$

j) Berechnen Sie die Rahmenfehlerwahrscheinlichkeit für einen Rahmen der Länge 223 B. *Hinweis:* konkreter Zahlenwert wird nicht benötigt.



$$1 - \sum_{i=0}^{16} \binom{250}{i} \cdot 0.8171^{250-i} \cdot 0.1829^i$$

### Aufgabe 3 Kurzaufgaben (6.5 Punkte)

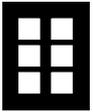
0  
1/2



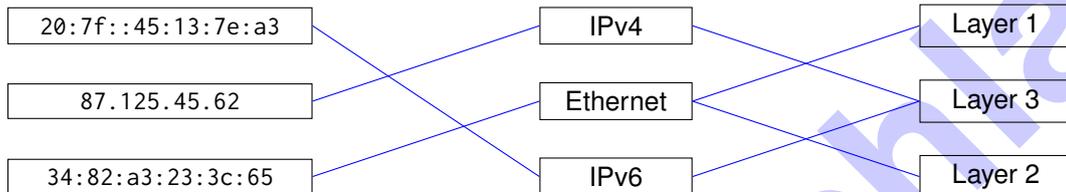
a)\* Woran erkennt der Empfänger eines Rahmens, ob es sich bei der Payload um ein IPv6-Paket handelt?

Am EtherType des Ethernet-Headers

0  
1



b)\* Ordnen Sie zu. *Hinweis:* Es sind Mehrfachzuordnungen möglich.



0  
1



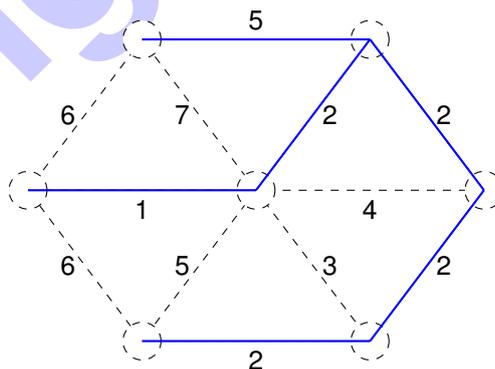
c)\* Erläutern Sie kurz zwei Multiplex-Verfahren.

- **Zeitmultiplex:** Aufteilung im Zeitbereich, verschiedene Clients senden zu unterschiedlichen Zeitpunkten
- **Frequenzmultiplex:** verschiedene Clients verwenden verschiedene Frequenzen welche sich nicht überlappen
- **Raummultiplex:** Verschiedene Übertragungswege
- **Codemultiplex:** orthogonale Alphabete, Zuweisung der Alphabete an Kommunikationspartner

0  
1



d)\* Zeichnen Sie den Minimum-Spanning-Tree ein. Beachten Sie dabei die angegebenen Kantenkosten.



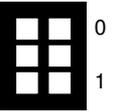
0  
1



e)\* Erläutern Sie den Shortest-Path-Tree.

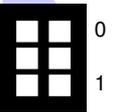
Kürzeste Verbindung zu allen Knoten für einen bestimmten Wurzelknoten

f)\* Erklären Sie kurz den Unterschied zwischen Link-State und Distance-Vector Algorithmen.



- Distance-Vector: nur next Hop bekannt, z.B. Bellmann Ford, keine vollständige Topologie, verteilte Implementierung möglich
- Link-State: vollständige Pfadinformationen bekannt, z.B. Dijkstra, vollständige Topology bekannt, komplexere Implementierung

g)\* Unter welchen Bedingungen können 2 Subnetze aggregiert werden?



gleich groß, benachbart, Präfix gleich mit Ausnahme letztes bit

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

Lösungsvorschlag

Lösungsvorschlag

Lösungsvorschlag