

Universität Dortmund, Fachbereich Informatik  
Prof. Dr. Heiko Krumm

**Klausur „Betriebssysteme, Rechnernetze und verteilte Systeme II“**  
**17. Februar 2005**

*Hinweise:*

Die Klausur besteht aus 8 Aufgaben, mit deren Lösungen 60 Punkte erreicht werden können. Zur Bearbeitung stehen 60 Minuten zur Verfügung. Zum Bestehen der Klausur sind 24 Punkte erforderlich.

Es dürfen keine Hilfsmittel und keine selbst mitgebrachten Notizblätter verwendet werden.

Notieren Sie Ihre Lösungen direkt in die ausgeteilten Aufgabenblätter unter Verwendung eines dokumentenechten schwarzen oder blauen Stifts. Vor Bearbeitung der Aufgaben **müssen** auf **allen** Blättern Ihr **Name** und Ihre **Matrikelnummer** eingetragen werden. Entfernen Sie nicht die Heftung der Blätter. Wenn der vorgesehene Platz nicht reichen sollte, können Sie das angeheftete Reserveblatt sowie auch die Rückseiten der Blätter verwenden, notieren Sie dann aber an der für die Lösung vorgesehenen Stelle einen Verweis auf die Seite.

Bei den Ankreuz-Aufgaben sind **teilweise auch mehrere Antworten richtig** und anzukreuzen. Jedes fehlende Kreuz sowie jedes falsche Kreuz führen zum Punktabzug.

Da es unterschiedliche Sprachgebraüche sowie Algorithmen- und Konzept-Ausprägungen gibt, werden hier ausdrücklich die aus Vorlesung und Übungen bekannten Ausdrucksweisen und Ausprägungen zu Grunde gelegt.

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	Summe
mögliche Punkte	6	6	15	8	6	6	7	6	60
erreichte Punkte									

**Aufgabe 1: Protokollsichten**

[2+2+2=6 Punkte]

- a) Welche der folgenden Schichten des ISO/OSI-Modells finden im TCP/IP-Schichtenmodell keine direkte Entsprechung? Kreuzen Sie an!

Anwendung	
Sicherung	
Darstellung	x

Transport	
Kommunikationssteuerung	x
Vermittlung	

- b) Welche Eigenschaften hat die verbindungsorientierte bzw. die Datagramm-Kommunikation? Kreuzen Sie an!

Eigenschaft	Datagramm	Verbindung
Reihenfolgentreue		x
Verlustsicherung		x
Jedes Paket enthält Zieladresse	x	x
Einfache (statische) Paketfilterfirewall kann Initiator/Responder-Richtung erkennen	x	
Dem Datentransfer geht eine Vorbereitungsphase voraus		x

- c) In welcher Schicht des TCP/IP-Schichtmodells sind folgende Protokolle anzusiedeln? Tragen Sie die Schichtnamen ein!

Internet Protocol (IP)	network
Routing Information Protocol (RIP)	network
Simple Network Management Protocol (SNMP)	anwendung
User Datagram Protocol (UDP)	transport
Zugriffskontrolle CSMA/CD	link layer

**Aufgabe 2: Anwendungen**

[2+2+2=6 Punkte]

- a) Viele Anwendungen (z.B. auch das WWW) entsprechen einem bekannten Anwendungsarchitektur-Paradigma. Wie heißt es? Wie heißen die beiden verwendeten Nachrichtentarten? Wozu sendet eine Partei A der Partei B eine Nachricht? Tragen Sie die Begriffe bzw. ein Stichwort zum Zweck in die Felder ein!

Name des Paradigmas	Client-Server
Name für Nachrichten von A nach B	???????????
Name für Nachrichten von B nach A	???????????
Welchen Zweck hat eine Nachricht von A nach B	Dienstleistung anfordern/ bieten

- b) Ein Anwendungsprozess S soll nach Installation auf dem Rechner mit der IP-Adresse *IA* unter der Transportadresse *[IA, TCP, 1100]* bereit sein, eine Transportverbindung als Responder anzunehmen. Welche Socket-Operationen müssen dazu in den Programmcode eingebaut werden? Geben Sie die Namen der Operationen in der richtigen Reihenfolge an!

1	clientSocket = socket()
2	clientSocket.send(request)
3	reply = clientSocket.recv()
4	clientSocket.close()

- c) Nehmen Sie an, Sie müssen eine verteilte, über das Internet kommunizierende Anwendung entwickeln, in welcher zwei zueinander entfernte Anwendungsprozesse den Inhalt einer umfangreichen Datei austauschen. Welchen Transportdienst verwenden Sie? Gibt es eine Alternative? Warum ist der von Ihnen gewählte Transportdienst vorteilhafter? Tragen Sie Ihre Antworten in die Tabelle ein!

Gewählter Transportdienst	TCP
Alternativer Transportdienst	UDP
Begründung der Wahl	Für Große Datenpakete lohnt sich TCP, da viele kleinere Pakete das Netz effizienter und ultimativ schneller Nutzen. Ein Pipelining Ansatz unter TCP ist außerdem sicherer bei Fehlern als beispielsweise ein UDP Dienst wie rdt

### Aufgabe 3: Transportsystem und Protokolle, Erweiterter Mealy-Automat [15 Punkte]

Gegeben ist ein Szenario, in welchem eine Transportprotokoll-Instanz S Nutzdaten an eine entfernte Transportprotokoll-Instanz E zu übertragen hat.

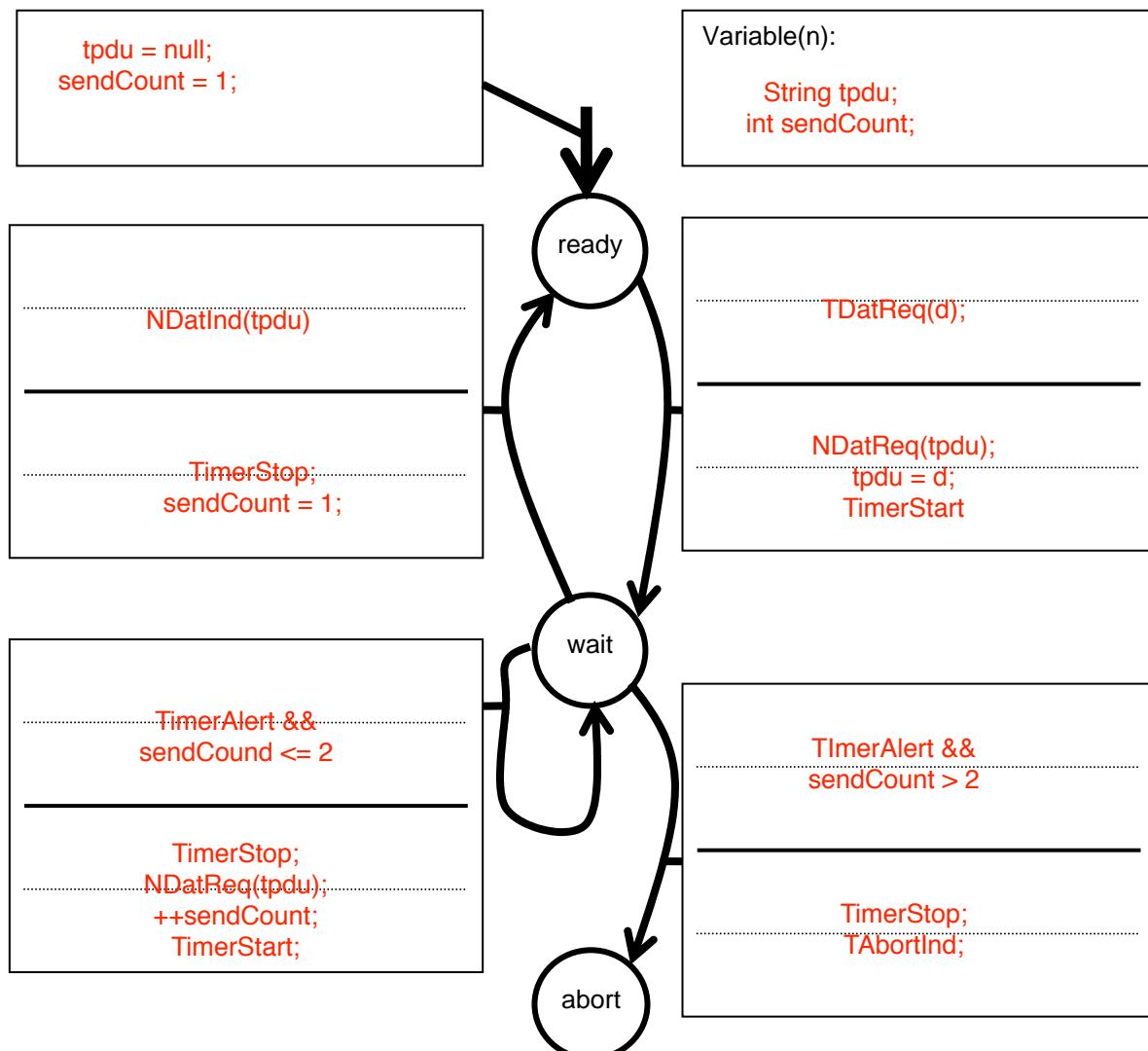
Der Netzdienst kann Pakete verlieren. Die Kombination aus positiver Quittierung, Zeitüberwachung und Wiederholung wird in Stop-and-Go-Version zur Verlust-Fehlerbehandlung eingesetzt. Wenn ein Datum dreimal erfolglos gesendet wurde, bricht die Instanz S ihre Aktivitäten ab. Andere Mechanismen sind nicht vorgesehen. Wir abstrahieren von der Adressierung der Netzdiest-Pakete und betrachten nur deren Nutzdaten *tpdu*. Dort abstrahieren wir von den genauen PDU-Formaten. Für Pakete von S nach E gelte *tpdu* = "zu sendendes Nutzdatum *d*". Für Pakete von E nach S gelte *tpdu* = "ACK". Die Instanz S hat folgende Eingaben:

- TDatReq(d)* Übergabe des Datums *d* von Anwendungsprozess an S
- NDatInd(tpdu)* Übergabe des empfangenen Datums *pdu* von Netzdiest an S
- TimerAlert* Der Kurzzeitwecker signalisiert den Ablauf der Weckzeit

Die Instanz S hat folgende Ausgaben:

- TAbortInd* Abbruch-Anzeige der Instanz S an Anwendungsprozess
- NDatReq(tpdu)* Übergabe des zu sendenden Datums *pdu* von S an Netzdiest
- TimerStart* Befehl zum Start des Kurzzeitweckers (ein aktiver Wecker wird zuvor angehalten)
- TimerStop* Befehl zum Anhalten des Kurzzeitweckers

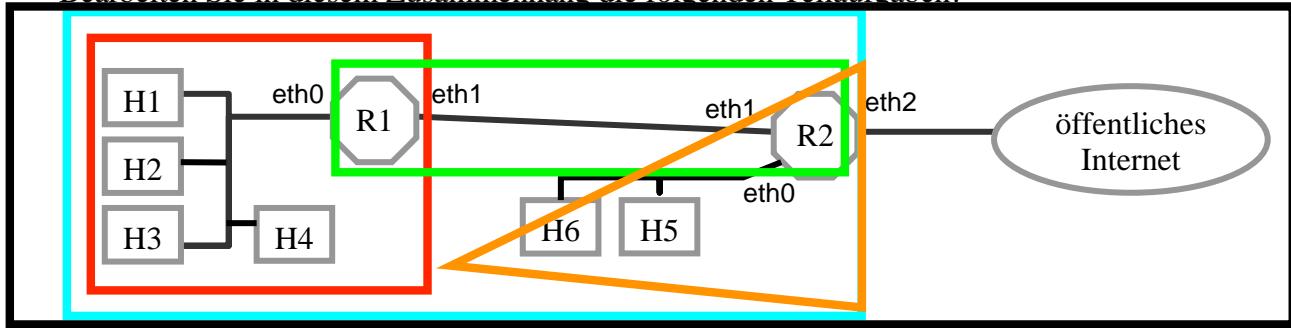
Das Verhalten von S soll an Hand von folgendem erweiterten Mealy-Automaten beschrieben werden. Vervollständigen Sie die Variablendefinition, Initialisierungsbedingung und Transitionsskalen im Diagramm!



**Aufgabe 4: Netzwerk, Routing und Routingtabellen**

[4+4=8 Punkte]

Gegeben sei ein Internet-basiertes und mit dem öffentlichen Internet verbundenes Firmennetz mit den Hosts H1, H2, H3, H4, H5 und H6 sowie den Routern R1 und R2 (sie haben jeweils Interfaces eth0, eth1, ..), das folgende Topologie aufweist. Dem Firmennetz steht der Internet-Adressbereich **<Adresse: 196.218.64.224, Maske: 255.255.255.224>** zur Verfügung. Bearbeiten Sie in diesem Zusammenhang die folgenden Teilaufgaben!



- a) Gliedern Sie das Firmennetz in die notwendige Anzahl von Subnetzen und ordnen Sie jedem Subnetz einen Adressbereich aus dem Firmen-Adressbereich  
**<Adresse: 196.218.64.224, Maske: 255.255.255.224>** zu. **196.218.64.224/ 31**
- Tragen Sie zunächst im Bild oben Subnetznamen (N1, N2, ..) bei den Subnetzen ein!
  - Tragen Sie dann in der folgenden Liste für die benötigten Subnetze die von Ihnen gewählten Adressbereiche ein und streichen Sie die nicht benötigten Subnetz-Namen!

	Subnetzname	Adressbereich	
		Adresse	Subnetzmaske
vorderst	N1	196.218.0.0/ 24	255.255.255.0
zwischen routern	N2	196.218.1.0/ 24	255.255.255.0
hinterst	N3	196.218.2.0/ 24	255.255.255.0
Gesamtes Firmennetz	N4	196.218.64.224/31	225.225.225.224
Internet	N5	0.0.0.0	0.0.0.0

- b) Geben Sie eine für den Router R2 geeignete Routingtabelle an.  
Tragen Sie unten in die Tabelle die Angaben der Routingtabelle von R2 ein!

Eine Routingtabellenzeile ist ein Tripel **<Adresse, Subnetzmaske, Interface name>**.  
Der Adressbereich **<0.0.0.0, 0.0.0.0>** steht für den Gesamtadressraum des Internets.

Adresse	Subnetzmaske	Interface
N1	196.218.0.0/ 24	R2:eth0
N2	196.218.1.0/ 24	R2:eth1
N3	196.218.2.0/ 24	R2:eth1
N4	196.218.64.224/ 31	R2:eth1,eth0
N5	0.0.0.0	0.0.0.0

**Aufgabe 5: Sicherungsschicht**

[3+3=6 Punkte]

- a) Zwei Eigenschaften sind für den Backoff-Algorithmus bei Ethernet-CSMA/CD sehr wesentlich, die zufällige Wahl eines Werts  $W$  aus einem Intervall und die wachsende Obergrenze des Intervalls. Beantworten Sie in diesem Kontext folgende Fragen!

Was wird durch den gewählten Wert  $W$  bestimmt?

Der Delay wird durch  $W * 512\text{bit\_transmission\_times}$  bestimmt

Welcher Zustandswert bestimmt die Obergrenze?

Die Obergrenze von  $W$  wird durch die Anzahl der Kollisionen (Jam Signale) bestimmt

Wofür ist dieser Zustandswert ein Maß?

Das Jam Signal indiziert eine Kollision

Mit welcher Ordnung wächst die Obergrenze?

Anfangs exponentiell, nach Kollision ist die Obergrenze 1023

Welchen Zweck hat dieses starke Wachstum?

man braucht mehr Zeit zum hören

Welchen Zweck hat die zufällige Wahl?

wurden alle gleichlang hören wird man wieder gleichzeitig senden

- b) Bei Wireless-LAN (WLAN, IEEE 802.11) findet CSMA/CD keine Anwendung. Beantworten Sie in diesem Kontext folgende Fragen!

Wie heißt das bei WLAN angewendete Verfahren?

Direct Sequence Modulation (DSS)

Nennen Sie beide Gründe dafür, dass CD nicht verwendet wird?

????????????????????????????????????

Worin unterscheidet sich das bei WLAN verwendete Verfahren vom Aloha-Verfahren?

Bits werden durch x-Bit Chips übertragen. Dadurch müssen mehrere Bits in einem Chip falsch übertragen werden, damit ein Bit falsch übertragen wurde

---

**Aufgabe 6: Multimedia-Kommunikation**

[3+3=6 Punkte]

- a) Folgende Fragen sollen im Kontext des Streamings multimedialer Daten beantwortet werden!

Ein Client C bezieht eine Multimedia-Datei A per Streaming und eine Multimedia-Datei B per FTP-basiertem Dateitransfer. Er schaut sich beide Dateien an. Was ist der wesentliche Unterschied zwischen beiden Vorgehensweisen?

Was wird empfängerseitig eingesetzt, um z.B. einen Film trotz schwankender Dienstgüte (Quality of Service) in akzeptabler Qualität anzuzeigen?

Welche beiden Dienstgüteparameter sind für die Dimensionierung dieses Mechanismus wesentlich?

- b) Der „leckere Eimer (leaky Bucket)“ bezeichnet einen Mechanismus in Multimedia-Kommunikationssystemen. Beantworten Sie in diesem Zusammenhang folgende Fragen!

Leaky Bucket ist ein spezieller (aber häufig vorgeschlagener) Mechanismus. Welchem Zweck dient er, d.h. welcher generellen Funktion Dienstgüte-garantierender Netze ist er zuzuordnen?

Wo wird der Mechanismus implementiert, in den Grenzroutern oder in den Innenroutern des Netzes?

Erläutern Sie kurz den Begriff *DiffServ*?

**Aufgabe 7: Sicherheit im Netz**

[2+3+2=7 Punkte]

- a) Ein Absender A sendet an einen Server S eine Nachricht  $N = \{Info\}^K_{S\text{öffentliche}}$ , die mit dem öffentlichen Schlüssel von S verschlüsselt ist und die S deshalb mit seinem privaten Schlüssel  $K_{S\text{privat}}$  entschlüsseln kann. Von welchen Eigenschaften dieses Austauschs können A und S ausgehen, wenn  $K_{S\text{privat}}$  nicht korrumptiert ist? Kreuzen Sie die zutreffenden Eigenschaften an!

Vertraulichkeit (kein anderer als S kann Nachricht lesen)	ja, da kein anderer den Privaten Schlüssel von S hat
Integrität (niemand hat die Nachricht verändert)	nein, ein man in the middle ist möglich
Sender-Authentizität (die Nachricht wurde so von A gesendet)	nein, ein man in the middle ist möglich
Empfänger-Authentizität (wenn einer die Nachricht lesen kann, so ist es S)	ja, siehe erst frage

- b) Wir betrachten nun Firewalls. Welche drei Filterfunktionen gibt es? Tragen Sie die Namen der Funktionen ein!

Applikationsfilter
Verbindungsfilter
Paketfilter

- c) Die Grenzrouter eines Campus-Netzes zum öffentlichen Internet hin haben in der Regel Filterfunktionalität. Eine sehr wichtige Filterregel ist die „Anti-Spoofing-Regel“. Wie lautet die Bedingung dieser (negativen) Regel? Skizzieren Sie die Bedingung in Pseudocode!

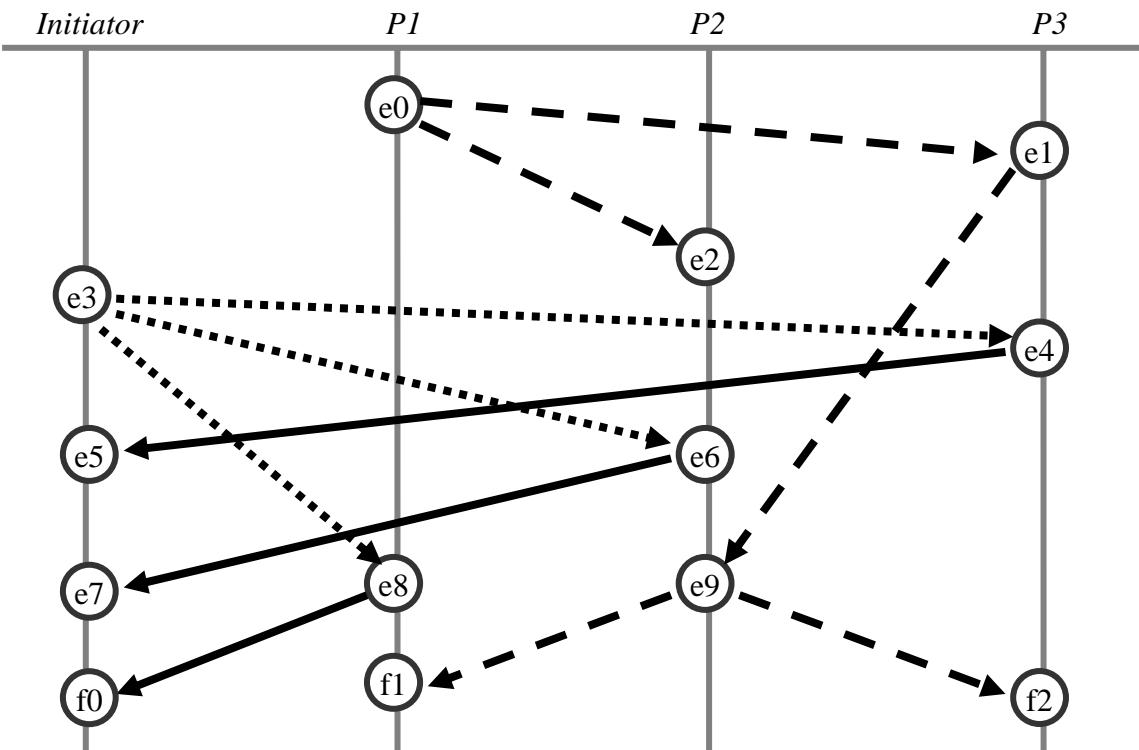
Keine Pakete mit Innenadresse kommen rein.
????

**Aufgabe 8: Verteilte Algorithmen – Schnappschusskonsistenz**

[6 Punkte]

Das folgende Weg/Zeit-Diagramm spiegelt den Ablauf eines verteilten Problemalgorithmus mit Schnappschuss-Ermittlung im Atommodell wider (die Kreise des Diagramms stellen Ereignisse dar). Die Stationen  $P_1$ ,  $P_2$  und  $P_3$  führen den Problemalgorithmus aus und tauschen dazu Problemnachrichten aus (gestrichelte Pfeile). Die Station *Initiator* nimmt nicht am Problemalgorithmus teil, sondern fordert lediglich den Schnappschuss an. Anforderungsnachrichten (gepunktete Pfeile) führen beim Empfänger sofort zum Erzeugen einer Zustandskopie und dem Senden der Antwortnachrichten (durchgehende Pfeile).

*Beachten Sie: Obwohl kein besonderer Schnappschussalgorithmus angewendet wird, kann sich trotzdem (zufällig) ein konsistenter Schnappschuss ergeben.*



Beantworten Sie in diesem Zusammenhang folgende Fragen!

Ist der Schnappschuss konsistent?

Welche drei Ereignisse sind zur Entscheidung der Konsistenz wichtig?

Welche Eigenschaft müssen alle Paare aus diesen drei Ereignissen besitzen, damit der Schnappschuss konsistent ist?

---

*Name, Vorname*

*Matrikelnummer*

---

*Reserveblatt*