



**Aufgabe 1: (Zeit) [4 + 6 + 4 = 14 Punkte]**

a) Welchen Mehrwert bringt der Einsatz von Vektorzeit im Vergleich zu den skalaren Zeitstempeln?

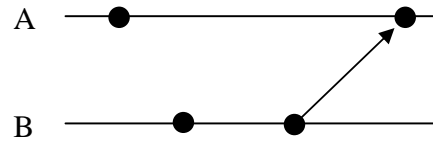
b) Ein NTP-Server B erhält um 07:57:01 eine Nachricht vom Server A mit dem Zeitstempel 08:00:00 und antwortet darauf. A erhält die Nachricht um 08:04:00 mit dem Zeitstempel 07:59:01 von B. Bestimmen Sie die Güte der Abschätzung, die Abschätzung für die Abweichung und den Offset.

Server A \_\_\_\_\_

Server B \_\_\_\_\_

- c) Für die Ereignisse der Prozesse A, B, C und D soll jeweils die Lamportzeit eingetragen werden. Hierbei bezeichnet  $X$  ein lokales Ereignis des Prozesses  $X$  und  $X \rightarrow Y$  ein Sendeereignis von Prozess  $X$  an  $Y$ .

Beispiel: A, B,  $B \rightarrow A$



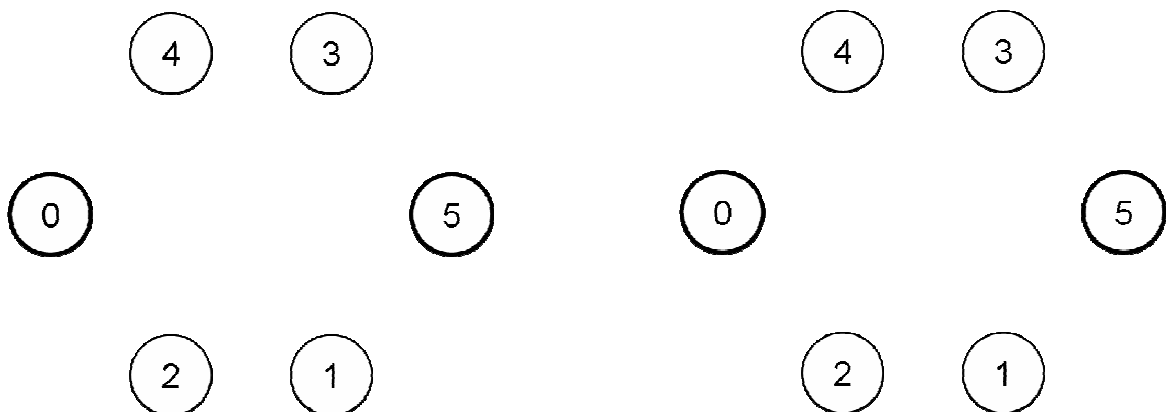
- Zeichnen Sie für folgende Ereignisse ein Zeitdiagramm, markieren Sie die Sende- und Empfangsereignisse durch einen Pfeil und tragen Sie die Lamportzeit für alle Ereignisse ein.  
 $A \rightarrow C$ ,  $B \rightarrow A$ ,  $D \rightarrow B$ ,  $C \rightarrow D$ ,  $D, A \rightarrow B$ ,  $B \rightarrow C$ ,  $D \rightarrow C$

- Zeichnen Sie ein neues Diagramm und tragen Sie nun die Vektorzeit für alle Ereignisse ein.

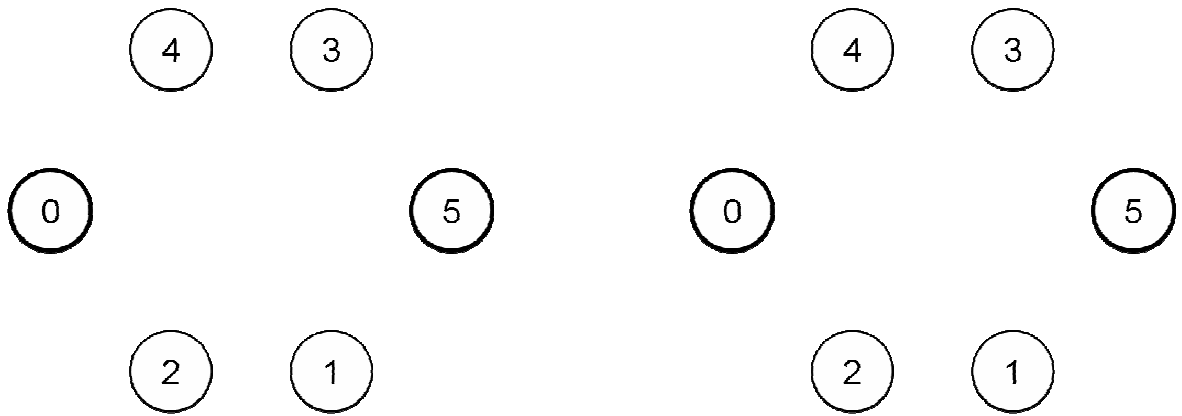
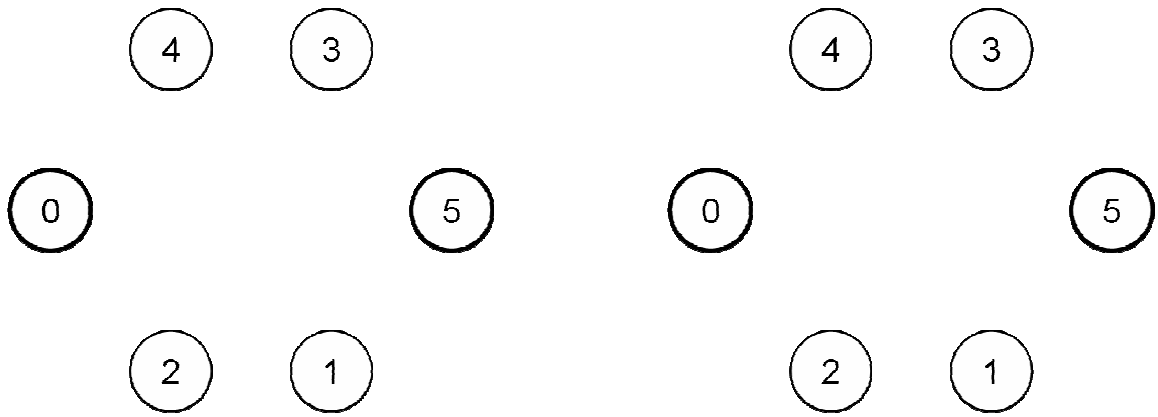
**Aufgabe 2: (Algorithmen) [4 + 5 = 9 Punkte]**

a) Beschreiben Sie die prinzipielle Vorgehensweise bei dem Bully-Algorithmus.

b) Skizzieren Sie den ringbasierten Wahlalgorithmus, wenn zwei Prozesse gleichzeitig eine Wahl initiieren anhand des angegebenen Beispiels. Prozesse 0 und 5 initiieren eine Wahl. (vermeiden Sie doppelte Pfeile in eine Richtung zwischen zwei Knoten. Benutzen Sie, wenn nötig, eine neue Zeichnung.)



Reserve:



**Aufgabe 3: (Cluster und Grid Computing) [4 + 4 + 10 = 18 Punkte]**

a) Beschreiben Sie die Idee der Virtualisierung von Ressourcen im Sinne von Grid Computing.

b) Welche Komponenten gehören üblicherweise zu einem Service Level Agreement (SLA)?

- c) Schreiben Sie ein MPI-Programm in C-Pseudo-Code, das folgendes durchführt:  
Jeder Prozess schickt eine Nachricht an einen zufällig ausgewählten Prozess. Dieser schickt diese Nachricht wiederum an einen zufällig ausgewählten Prozess weiter. Diese Weiterleitung wird solange durchgeführt, bis alle Nachrichten entweder beim Ausgangsprozess wieder ankommen, oder aber 10mal herumgeschickt wurden. Jedes Weiterschicken einer Nachricht wird gezählt und am Ende des Programms ausgegeben.

**Aufgabe 4: (Verteilte Dateisysteme) [4 + 4 = 8 Punkte]**

- a) Skizzieren Sie den Aufbau von Dateihandels unter NFS und beschreiben Sie die Bedeutung der einzelnen Komponenten.
- b) Erläutern Sie die Bearbeitung einer Datei (Lese- und Schreibzugriffe), die mit AFS verwaltet wird.



**Aufgabe 5: (Sicherer Zugang zu Verteilten Ressourcen) [6+4+4 = 14 Punkte]**

a) Beschreiben Sie den ersten Kerberos-Interaktionsschritt zwischen Client und Authentifizierungsdienst:

- Welche Eingaben werden vom Client gesendet?
- Welche Aktivitäten werden vom Authentifizierungsdienst durchgeführt?
- Welche Daten werden zum Client zurückgesendet?
- Wie verarbeitet der Client die ankommenden Daten?
- Welche Elemente werden zum Ticketverteilungsdienst gesendet?

b) Erläutern Sie den Ansatz des IP-in-IP Tunneling, der z.B. bei VPNs verwendet wird.

c) Warum spielt die Geltungsdauer eines Sicherheitstokens (Kerberos-Ticket, Zertifikat, ...) eine sehr wichtige Rolle?

**Aufgabe 6: (Verteilte Transaktionssysteme) [4 + 4 + 4 = 12 Punkte]**

a) Skizzieren Sie grafisch das 3-Phasen-Commit-Protokoll (3PC).

b) Es sein ein verteiltes Transaktionssystem mit den Knoten  $K_1$ ,  $K_2$ ,  $K_3$ ,  $K_4$  und  $K_5$  gegeben, das mit 3PC verwaltet wird. Der Knoten  $K_5$  war der ursprüngliche Koordinator, ist aber ausgefallen. Bei dem Terminierungsprotokoll werden folgende Zustände ermittelt:  
 $K_1 = \text{preCommit}$ ;  $K_2 = \text{uncertain}$ ;  $K_3, K_4 = \text{keine Antwort}$

- Welche Entscheidung wird getroffen?

- Welche Entscheidung wird getroffen, wenn  $K_1$  ebenfalls keine Antwort liefert?

c) Das Replikationsverfahren Gewichtetes Voting (Quorum Consensus) basiert auf der Verteilung einer bestimmten Stimmenanzahl  $q$  auf die Teilnehmer. Die Stimmen für Schreiben  $w$  und Lesen  $r$  müssen so vergeben werden, dass zwei Kernbedingungen gelten. Geben Sie diese Bedingungen an und erläutern Sie deren Sinn (Warum muss diese Bedingung erfüllt sein?).