



**Aufgabe 1: Fragen**

(insgesamt 16 Punkte)

Wahr oder falsch? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.

1. Die Transportschicht im OSI-Modell ist überflüssig, weil sich ja bereits die Verbindungsschicht um die Behandlung von Übertragungsfehlern kümmert.  
4 Punkte
2. Beim Login braucht das Ticket-Granting Ticket  $TGT$  von Kerberos nur einfach verschlüsselt ( $K - B(TGT)$ ) an den Athena-Benutzer  $B$  geschickt werden.  
2 Punkte
3. Mit dem Verfahren des NFS ist die exakte Semantik der Unix-Dateioperationen nachzubilden.  
2 Punkte
4. Beim Sliding Window Protokoll können die Längen der Receiving Windows variieren.  
2 Punkte
5. Das Andrew File System ist ortstransparent und migrationstransparent.  
4 Punkte
6. Bei der Kommunikation in Mach dürfen zwei Prozesse gleichzeitig eine RECEIVE-Capability für denselben Port besitzen.  
2 Punkte

**Aufgabe 2: Fehlererkennung durch CRC**

(5+5+5 Punkte)

Zur Erkennung und Korrektur von Übertragungsfehlern sei im folgenden das CRC-Verfahren verwendet.

- a) Es sei  $C(x)$  ein irreduzibles<sup>1</sup> Kodierungspolynom vom Grad  $c$ . Zeigen Sie, daß bei Verwendung von  $C(x)$  Fehlerbündel bis zur Länge  $c$  mit Sicherheit erkannt werden. (Hinweis: Stellen Sie die während der Übertragung aufgetretenen Fehler in Form eines Fehlerpolynoms dar.)
- b) Wann kann ein Fehlerbündel nicht erkannt werden?  
Geben Sie ein Beispiel an, bei dem das Kodierungspolynom  $C(x) = x^3 + x + 1$  verwendet wird und eine Nachricht  $N(x)$ , ein Polynom vom Grad  $n = 7$ , übertragen wird.
- c) Zeigen Sie:  
Wird ein - nicht irreduzibles - Kodierungspolynom  $C(x)$  verwendet, das den Faktor  $x + 1$  enthält, so kann mit Sicherheit eine **beliebige** ungerade Anzahl von Bit-Fehlern erkannt werden.  
(Hinweis: Zeigen Sie zunächst, daß für jedes binäre Polynom  $p(x)$  vom Grad  $n$  das binäre Polynom  $g(x) := (x + 1) \cdot p(x)$  eine gerade Anzahl von Koeffizienten mit dem Wert 1 besitzt.)

---

<sup>1</sup>d.h.  $C(x)$  läßt sich nicht modulo 2 als Produkt anderer Polynome darstellen

**Aufgabe 3: Sicherheit**

(10 Punkte)

Welche Probleme sollen einerseits durch ein Schlüsselverwaltungszentrum gelöst werden und welche Probleme entstehen andererseits?

**Aufgabe 4: Remote Procedure Call**

(5+3+3 Punkte)

- a) Welche Schritte werden bei einem entfernten Unterprogrammaufruf ausgeführt?
- b) Warum ist es für die Effizienz eines RPC-Systems wichtig, daß das von ihm benutzte Protokoll die Übertragung großer Datenpakete erlaubt?
- c) Nennen Sie 3 verschiedene Methoden für den RPC-Bindevorgang zwischen Client und Server.

**Aufgabe 5: Verteilte Algorithmen**

(6+8 Punkte)

Gegeben sei ein zusammenhängendes Netzwerk von Prozessoren, die über bidirektionale Kanäle verbunden sind. In jedem Prozessor existiert eine Variable  $a_q$ , in der am Anfang eine ganze Zahl steht. Geben Sie ein Verfahren an, mit dessen Hilfe ein Prozessor  $p$  das Maximum aller Zahlen  $a_q$  erhalten kann und beweisen Sie die Korrektheit des Verfahrens.

**Hinweis:** Verwenden Sie den Echo-Algorithmus.

**Aufgabe 6: Threads**

(10 Punkte)

Vergleichen Sie Threads mit schwergewichtigen Prozessen. Wo liegen jeweils die Vor- und Nachteile?

**Aufgabe 7: Replikation**

(2+3+5+2 Punkte)

Nachfolgend wird das Verfahren von Gifford zum Modifizieren von replizierten Dateien betrachtet: Um bei diesem Verfahren eine Datei zu lesen, von der es  $N$  Replikate gibt, muß ein Klient ein Lese-Quorum sammeln, eine beliebige Menge von  $N_r$  Servern oder mehr. Analog ist für die Modifikation einer Datei ein Schreib-Quorum von mindestens  $N_w$  Servern notwendig. Erst nachdem eine entsprechende Anzahl von Servern darin übereinstimmt teilzunehmen, kann eine Datei gelesen oder geschrieben werden.

- a) Welcher Beschränkung unterliegen die Werte von  $N_r$  und  $N_w$ ?
- b) Es seien  $N = 6$  Server gegeben. Geben Sie den minimalen Wert für das Read-Quorum  $N_r$  an, wenn das Write-Quorum  $N_w = 2$  gewählt wird.
- c) Begründen Sie, warum es bei einer Wahl von  $N_w \leq 3$  (mit  $N = 6$ ) zu Dateninkonsistenz kommen kann.
- d) Durch welche (allgemeine) Beschränkung könnte diese Dateninkonsistenz (c) verhindert werden?



**Aufgabe 8: Mach**

(6+6 Punkte)

- a) In Mach können zwei Arten von Nachrichten übertragen werden: einfache und komplexe. Erklären Sie, warum die komplexen Nachrichten wirklich benötigt werden.
- b) Erklären Sie die Methode **Copy-on-write** und nennen Sie ihre Vor- und Nachteile.