

Hochschule Esslingen – University of Applied Sciences

Sommersemester 2010		Zahl der Seiten: 13; Seite 1	
Fakultät:	Informationstechnik	Semester:	IT3A, IT3B
Prüfungsfach:	Betriebssysteme (1) KTB/TIB/SWB 3071 (2) KTB/TIB/SWB 3072		
Dozent:	Seiffert	Fachnummer:	
Hilfsmittel:	keine	Zeit:	90 Minuten
Name:		Matrikelnummer:	

Vorbemerkung: der freigelassene Platz sollte in der Regel zur Beantwortung der Fragen ausreichen und ist vorrangig zu nutzen. Bei Bedarf verwenden Sie bitte die Rückseiten und vermerken Sie dies auf der Vorderseite. Bitte tragen Sie **auf jeder Seite** Ihre Matrikelnummer ein und benutzen Sie keine roten Farbstifte!

Viel Erfolg!

Aufgabe 1 Grundlagen (16 Punkte)

(a) Nennen Sie die beiden zentralen Aufgaben eines Betriebssystems:

Abstraktion der Hardware Verwaltung der Betriebsmittel (Betriebssystemdienste / Services)	2
---	---

(b) Nennen Sie drei zentrale Abstraktionen, die ein Betriebssystem dem Programmierer zur Verfügung stellt:

Prozesse Adressräume Dateien / Dateisysteme	3
---	---

(c) Beschreiben Sie kurz (Stichworte!) was die folgenden Unix-Systemaufrufe tun:

exit()	Prozess beenden und Statuswert zurückgeben	2
rmdir()	Leeres Verzeichnis löschen	2
unlink()	Datei löschen	2
kill()	Signal an Prozess senden	2

Sommersemester 2009		Zahl der Seiten: 13; Seite 2	
Prüfungsfach:	Betriebssysteme IT3A / IT3B (1) KTB/TIB/SWB 3071 (2) KTB/TIB/SWB 3072	Matrikelnummer:	

(d) Was ist ein Trap-Befehl? Was ist seine Anwendung in einem Betriebssystem?

<p>„Trap“ ist eine Instruktion des Prozessors, die den Prozessor in den privilegierten Zustand (supervisor mode) umschaltet und dann an eine wohl-definierte Adresse (trap handler) springt.</p> <p>Das Betriebssystem benutzt diesen Befehl zur Implementierung von Systemaufrufen. So ist es möglich, dass eine nicht-privilegierte Anwendung (im user mode) kontrollierten Zugriff auf privilegierte Operationen im Betriebssystem erhält.</p>	3
---	---

Sommersemester 2009		Zahl der Seiten: 13; Seite 3	
Prüfungsfach:	Betriebssysteme IT3A / IT3B (1) KTB/TIB/SWB 3071 (2) KTB/TIB/SWB 3072	Matrikelnummer:	

Aufgabe 2 *Linux benutzen* (10 Punkte)

In einem Linux-System wurde ein Standardbenutzer (user1) eingerichtet und ein Systemadministrator (admin). Der Standardbenutzer ist angemeldet. Betrachten Sie folgenden Dialog mit dem System:

```
user1(601)> uname -a
Linux BL3B3849 2.6.31-21-generic #59-Ubuntu SMP Wed Mar 24 07:28:56 UTC
2010 i686 GNU/Linux
user1(601)> cat /etc/passwd | grep $(whoami)
user1:x:601:100:Standardbenutzer1,,,:/home/user1:/bin/zsh
user1(601)> cat /etc/passwd | grep admin:
admin:x:50:4:Administrator,,,:/home/admin:/bin/bash
```

(a) Welche Version des Linux-Kernels läuft auf dem System?

2.6.31-21 (Ubuntu Distribution)	1
---------------------------------	---

(b) Welche User IDs (UIDs) gehören zu den Benutzernamen user1 und admin?

user1: 601, admin: 50	1
-----------------------	---

(c) Welche primären group ID haben die Benutzer jeweils?

user1: 100, admin: 4	1
----------------------	---

(d) In welcher Systemdatei finden Sie die Definition der Benutzergruppen?

/etc/group	1
------------	---

(e) Welche Login-Shell benutzt user1?

zsh – genauer /bin/zsh	1
------------------------	---

(f) Der Benutzer user1 ist ein Linux-Neuling. Erklären Sie kurz diese ganz elementaren Kommandos:

ls	Anzeige von Dateien in einem Verzeichnis	1
cd	Wechseln des Arbeitsverzeichnisses	1
mkdir	Anlegen eines neuen Verzeichnisses	1
cp	Kopieren einer Datei	1
man	Beschreibung eines Kommandos	1

Sommersemester 2009		Zahl der Seiten: 13; Seite 4	
Prüfungsfach:	Betriebssysteme IT3A / IT3B (1) KTB/TIB/SWB 3071 (2) KTB/TIB/SWB 3072	Matrikelnummer:	

Aufgabe 3 *Shellskripte*

(9 Punkte)

(a) Was ist „Shebang“?

Die erste Zeile eines Shellskripts in Unix spezifiziert den Interpreter für das Skript, z.B. #!/bin/bash	2
---	---

(b) Die Umgebungsvariable TESTVAR sei zunächst undefiniert. Wie lauten die Ausgaben der folgednen drei Kommandos?

user1(601)> echo \${TESTVAR}

-leer- (keine Ausgabe)	1
------------------------	---

user1(601)> echo \${TESTVAR:= 'testinhalt'}

testinhalt	1
------------	---

user1(601)> echo \${#TESTVAR}

10	1
----	---

(c) Was bedeutet folgende Eingabe in der bash-Kommandozeile? Was passiert?

user1(601)> :(){ :|:& };;

<pre> :() # define ':' -- whenever we say ':', do this: { # beginning of what to do when we say ':' : # load another copy of the ':' function into # memory... # ...and pipe its output to... : # ...another copy of ':' function, which has # to be loaded into memory # (therefore, ': :' simply gets two copies of # ':' loaded whenever ':' is called) & # disown the functions -- if the first ':' # is killed, all of the functions that it has # started will NOT be auto-killed } # end of what to do when we say ':' ; # Having defined ':', we should now... : # ...call ':', initiating a chain-reaction: # each ':' will start two more. </pre> <p>Man nennt eine solche Konstruktion eine <i>fork bomb</i>. Die Kettenreaktion ist schwer zu stoppen und kann in kurzer Zeit das ganze System lahmlegen...</p>	4
--	---

Sommersemester 2009		Zahl der Seiten: 13; Seite 5	
Prüfungsfach:	Betriebssysteme IT3A / IT3B (1) KTB/TIB/SWB 3071 (2) KTB/TIB/SWB 3072	Matrikelnummer:	

Aufgabe 4 *Informationssicherheit* (10 Punkte)

„Als Informationssicherheit bezeichnet man Eigenschaften von informations-verarbeitenden und -lagernden Systemen, welche die ZIEL1, ZIEL2 und ZIEL3 sicherstellen.“

Benennen Sie die drei primären Schutzziele ZIEL1, ZIEL2 und ZIEL3?

ZIEL1	Vertraulichkeit / Confidentiality	1
ZIEL2	Integrität / Integrity	1
ZIEL3	Verfügbarkeit / Availability	1

Kryptographie spielt eine zentrale Rolle bei der Erfüllung der Schutzziele der Informationssicherheit.

(d) Wie heißt die hier mittels des Unix-Kommandos tr implementierte Chiffre? Was ist der Schlüssel?

```
user1(601)> echo "wie heisst diese chiffre" | tr \
> 'abcdefghijklmnopqrstuvwxyz' 'defghijklmnopqrstuvwxyzabc'
zlh khlvvw glhvh fkliiuh
```

Verfahren	Cäsar	1
Schlüssel	Die Länge der Verschiebung im Alphabet Hier im Beispiel: 3	2

(e) Die Chiffre DES (Data Encryption Standard) ist ein symmetrisches Verschlüsselungsverfahren. Was bedeutet „symmetrisch“ hier?

Für Verschlüsselung und Entschlüsselung wird derselbe Schlüssel verwendet	2
---	---

(f) Was bedeutet das für den Umgang mit Schlüsseln?

Die Schlüssel müssen geschützt / geheim gehalten werden	2
---	---

Sommersemester 2009		Zahl der Seiten: 13; Seite 6	
Prüfungsfach:	Betriebssysteme IT3A / IT3B (1) KTB/TIB/SWB 3071 (2) KTB/TIB/SWB 3072	Matrikelnummer:	

Aufgabe 5 *Prozesse* (21 Punkte)

(a) Zu welchen Zeitpunkten / in welchen Situationen werden im Betriebssystem typischerweise neue Prozesse erzeugt? Nennen Sie zwei Beispiele.

Systeminitialisierung : Hintergrundprozesse / “daemons” und Vordergrundprozesse, z.B.: Login-Shell Direkte Benutzeranforderung: (Doppel-)Click auf ein Icon / (externes) Kommando in der Shell Start eines Batch-Jobs : Betriebssystem wählt einen Batch-Job aus der Warteschlange und startet ihn Als Teil der Anwendung von einem laufenden Prozess durch einen System Call	4
--	---

Die folgende (verkürzte) Ausgabe des ps-Kommandos zeigt die aktiven Prozesse eines Client-Server-Programmes *eliza*.

```

F S  UID   PID  PPID  C PRI  NI ADDR SZ WCHAN  TTY          TIME CMD
5 S   1 19663    1  0  80   0 -  470 inet_c ?           00:00:00 eliza_server
0 S  501 23180  6478  0  80   0 -  429 n_tty_ pts/2    00:00:00 eliza_client
1 S   1 23182 19663  0  80   0 -  470 sk_wai ?           00:00:00 eliza_server
0 S  504 23186 19471  0  80   0 -  429 n_tty_ pts/3    00:00:00 eliza_client
1 S   1 23187 19663  0  80   0 -  470 sk_wai ?           00:00:00 eliza_server

```

(b) Was bedeuten die Spalten UID, PID, PPID, PRI und NI?

UID	Effektive UID unter der der Prozess läuft	2
PPID	Prozess ID des Elternprozesses	2
PRI	Aktuelle Priorität (0 ist die höchste Priorität)	2
NI	„nice value“ - aktuell gültige Prioritätsanpassung	2

Der Server (PID 19663) des *eliza*-Programmes, der auf die Client-Verbindungen wartet, läuft als sogenannter Daemon. Um für Daemons immer eine wohldefinierte Ausführungsumgebung zu schaffen, die z.B. unabhängig davon ist, wer den Daemon startet, in welchem Arbeitsverzeichnis das geschieht,... sind einige Schritte zu Beginn des Daemon-Programmes üblich. Beantworten Sie hierzu die folgenden Fragen mittels Pseudo-Code, Kommentaren und Angabe der jeweils wichtigen Systemaufrufe.

Sommersemester 2009		Zahl der Seiten: 13; Seite 7	
Prüfungsfach:	Betriebssysteme IT3A / IT3B (1) KTB/TIB/SWB 3071 (2) KTB/TIB/SWB 3072	Matrikelnummer:	

(c) Wie sorgen Sie dafür, dass der Eltern-Prozess des Daemons `init` (PID 1) ist – unabhängig davon welcher Prozess den Daemon gestartet hat?

<pre> /* Abspalten des Prozesses vom Eltern-Prozess */ pid = fork(); /* Fehler – Abbruch mit Fehlercode */ if (pid < 0) exit(1); /* OK - der Eltern-Prozess muss sich jetzt verabschieden */ if (pid > 0) exit(0); /* Jetzt befinden wir uns im Kind- Prozess und unsere PPID ist 1 */ </pre>	3
--	---

(d) Der Daemon soll eine eigene Session und Prozessgruppe bekommen, in der der Daemon jeweils der Leader ist:

<pre> /* Eigene Session erzeugen */ sid = setsid(); /* setsid() erzeugt eine neue Session unabhängig von irgendwelchen Terminals und macht den Aufrufer des System Calls zum Session Leader. Setsid() erzeugt gleichzeitig eine neue Prozessgruppe in der Session und macht den aufrufenden Prozess zu dessen Prozessgruppenführer */ </pre>	2
---	---

Sommersemester 2009		Zahl der Seiten: 13; Seite 8	
Prüfungsfach:	Betriebssysteme IT3A / IT3B (1) KTB/TIB/SWB 3071 (2) KTB/TIB/SWB 3072	Matrikelnummer:	

- (e) Wie sorgen Sie bei der Installation des `eliza`-Servers (nicht im Programm!) dafür, dass jeder Benutzer den Server starten kann, aber dennoch die effektive UID, unter der der Server läuft `daemon` (UID 1) ist?

<p>Jeder Benutzer muss autorisiert sein, die Datei auszuführen:</p> <pre>> chmod o+x eliza_server</pre> <p>Der Eigentümer der ausführbaren Datei muss <code>daemon</code> sein:</p> <pre>> chown daemon eliza_server</pre> <p>Das Set-UID-Bit muss für die ausführbare Datei gesetzt werden:</p> <pre>> chmod u+s eliza_server</pre>	4
---	---

Sommersemester 2009		Zahl der Seiten: 13; Seite 9	
Prüfungsfach:	Betriebssysteme IT3A / IT3B (1) KTB/TIB/SWB 3071 (2) KTB/TIB/SWB 3072	Matrikelnummer:	

Aufgabe 6 *Speicherverwaltung* (9 Punkte)

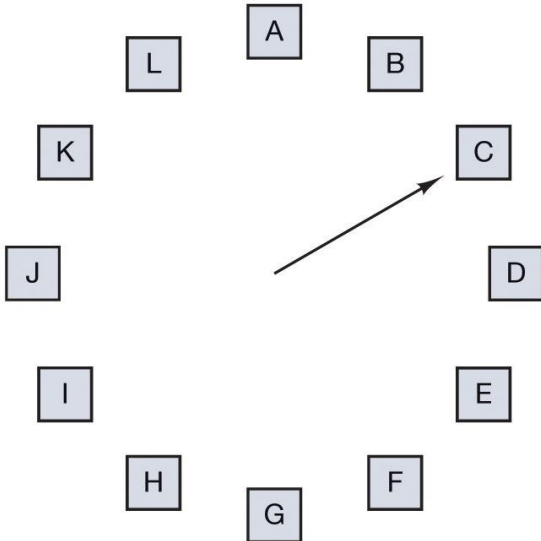
- (a) Welche Informationen muss ein Seitentableneintrag in der Regel haben?
Nennen Sie mindestens 4 dieser Elemente:

Seitenrahmennummer Present-/Absent-Bit Protection-Bits (rwx) No Cache-Bit Modified-Bit (dirty bit) Referenced-Bit	4
--	---

- (b) Wenn physische Seitenrahmen knapp werden, müssen die Inhalte auf Hintergrundspeicher ausgelagert werden. Dieses Auslagern heißt...

Paging	1
--------	---

- (c) Eine einfache, aber gar nicht schlechte Seitenersetzungsstrategie ist der „Clock-Algorithmus“, eine Variante des „Second-Chance-Algorithmus“. Wie funktioniert hier die Auswahl auszulagernder Seiten?

	<p>Wenn ein Seitenfehler auftritt, wird das R-Bit im Seitentableneintrag der Seite untersucht, auf die der Uhrzeiger zeigt.</p> <p>Wenn R=0: die Seite wurde in einer ganzen Runde nicht benutzt und kann ausgelagert werden</p> <p>Wenn R=1: die Seite wurde in der letzten Runde benutzt. Setze R=0 und drehe den Zeiger weiter. Die Seite bekommt eine 2. Chance.</p>	4
---	--	---

Sommersemester 2009		Zahl der Seiten: 13; Seite 10	
Prüfungsfach:	Betriebssysteme IT3A / IT3B (1) KTB/TIB/SWB 3071 (2) KTB/TIB/SWB 3072	Matrikelnummer:	

Aufgabe 7 *Dateisysteme* (7 Punkte)

a) Was versteht man unter dem *Link Count* einer Datei?

Die Zahl der Verzeichniseinträge, die auf diese Datei, d.h. den zugehörigen i-Node, zeigen	2
--	---

b) Was verrät ein Link Count von drei oder mehr über ein Verzeichnis in einem Linux-Dateisystem?

Dass das Verzeichnis Unterverzeichnisse enthält	2
---	---

c) Ein sehr einfaches Betriebssystem unterstützt nur ein einziges Verzeichnis, dieses darf aber beliebig viele Dateien mit beliebig langen Dateinamen enthalten. Kann unter diesen Bedingungen für den Benutzer ein hierarchisches Dateisystem simuliert werden? Wie?

Einfache Lösung: Man verwendet den absoluten Pfadnamen ('/home/user1/datei4711.txt') als Dateinamen, der eben '/' enthält. Verzeichnisse kann man entweder in entsprechende Dateien abbilden oder jeweils dynamisch ausrechnen (Idee: 'ls /home/user1' → 'ls /home/user1/*')	3
---	---

Sommersemester 2009		Zahl der Seiten: 13; Seite 11	
Prüfungsfach:	Betriebssysteme IT3A / IT3B (1) KTB/TIB/SWB 3071 (2) KTB/TIB/SWB 3072	Matrikelnummer:	

Aufgabe 8 *Socket-Programmierung* (18 Punkte)

Sie sollen ein Client-Server-Programm `eliza` entwickeln, das im Intranet der Fa. Psycho GmbH zur elektronischen Psychotherapie eingesetzt werden soll¹. Der Server `eliza_server` wird zentral installiert und soll mehrere Sitzungen gleichzeitig ermöglichen. Die Clients `eliza_client` werden auf PCs in Behandlungsräumen installiert. Die eigentliche psychiatrische Dialogfunktion `eliza()` wird von der Fachabteilung zur Integration in den Server geliefert.

Hier ein kurzer Beispieldialog, wie er von jedem Client aus – auch von mehreren gleichzeitig – geführt werden könnte:

```

BENUTZER> Männer sind alle gleich
ELIZA   > Inwiefern?
BENUTZER> Sie drängen uns immer zu etwas.
ELIZA   > Können Sie mir ein Beispiel sagen?
BENUTZER> Ja, mein Freund hat mich überredet, hierher zu kommen.
ELIZA   > Ihr Freund hat Sie überredet, hierher zu kommen?
BENUTZER> Er sagt, ich bin immer depressiv.
ELIZA   > Das tut mir leid, daß Sie immer depressiv sind.
BENUTZER> Das ist wahr, ich bin unglücklich.
ELIZA   > Glauben Sie, ich kann Ihnen helfen, nicht mehr unglücklich zu
sein?
BENUTZER> Ich brauche etwas Hilfe, das ist wenigstens sicher.
ELIZA   > Was würde es Ihnen bedeuten, wenn Sie Hilfe bekämen?
BENUTZER> Vielleicht würde ich lernen, mit meiner Mutter besser
auszukommen.
ELIZA   > Erzählen Sie mir mehr über Ihre Familie.

```

Die folgenden Fragen betreffen Design-Entscheidungen für Ihre Anwendung. Antworten Sie ggf. nicht nur mit Text, sondern auch mit Pseudo-Code – aber vor allem unter Nennung der wichtigen System Calls.

(a) Wählen Sie den geeigneten Socket-Typ und die passende Adressdomäne und geben Sie den Systemaufruf zur Erzeugung des Sockets an:

Typ	Stream socket (SOCK_STREAM)	2
Domäne	Internet domain (AF_INET)	2
SysCall	<code>sockfd=socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0);</code>	2

¹ Wenn Sie nicht glauben, dass so etwas tatsächlich passieren könnte, dann lesen Sie mal Artikel über ELIZA, den Erfinder des Programms Joseph Weizenbaum und die Gründe, warum er zum bekannten Gesellschaftskritiker in den USA wurde...

Sommersemester 2009		Zahl der Seiten: 13; Seite 12	
Prüfungsfach:	Betriebssysteme IT3A / IT3B (1) KTB/TIB/SWB 3071 (2) KTB/TIB/SWB 3072	Matrikelnummer:	

- (b) Nach dem Erzeugen des Sockets müssen Sie den Dienst auf dem Server an einem Port zur Verfügung stellen und schließlich auf eingehende Verbindungsanfragen warten. Welchen System Calls (mit kurzer Beschreibung) benötigen Sie hierzu in welcher Reihenfolge?

<pre>/* Socket mit Adresse verbinden Adresse enthält Server & Port */ bind(sockfd, serv_addr,...); /* Prozess bereit machen, um an Port zu „lauschen“, entspricht ~ open() */ listen(sockfd,...); /* Auf Verbindungsanfrage von einem Client warten (Prozess blockiert) und dann Verbindung herstellen */ newsockfd = accept(sockfd,...);</pre>	6
---	---

- (c) Nachdem die Verbindung hergestellt nun ist, können Sie mit dem Client kommunizieren. Welche System Calls benutzen Sie hierzu?

Für stream sockets benutzt man am einfachsten die Systemaufrufe <code>read()</code> und <code>write()</code> und liest bzw. schreibt damit auf den Dateideskriptor des geöffneten Sockets.	2
--	---

- (d) Skizzieren Sie kurz, wie Sie mit dem Server mehrere Clients gleichzeitig unterstützen können (Pseudo-Code oder genaue Beschreibung):

<pre>while (true) { newsockfd = accept(sockfd,...); pid = fork(); if (pid == 0) { // Kind-Prozess close(sockfd); eliza_dialog(newsockfd); } if (pid > 0) { // Eltern-Prozess close(newsockfd); } }</pre>	4
---	---

Sommersemester 2009		Zahl der Seiten: 13; Seite 13	
Prüfungsfach:	Betriebssysteme IT3A / IT3B (1) KTB/TIB/SWB 3071 (2) KTB/TIB/SWB 3072	Matrikelnummer:	

Aufgabe 9 *Großrechnertechnologie* (10 Punkte)

Die folgenden Fragen beziehen sich, wenn nicht ausdrücklich anders gesagt, auf Großrechner der Typs IBM System z.

a) Das IBM System z ... (Zutreffendes bitte ankreuzen)

...unterstützt eine XX-bit virtuelle Adressen	24✓	31✓	32	64✓	1
...nutzt im Hauptspeicher eine XX-Ordnung	big-endian✓		little-endian		1
...besitzt verschiedene CPU-Arten für Anwendungen (customer SW), z.B.:	IFL✓	zAAP✓	SAP✓	ICF✓	1
...hat oft mehrere Varianten eines Befehls. Wie viele Varianten von ADD gibt es?	5	16	47✓	137	1

b) Wie heißt die unterste, grundlegende Ebene der Virtualisierung? Wie nennt man die virtuellen Maschinen („Gäste“) auf dieser Schicht?

LPAR oder LPAR Hypervisor oder PR/SM Partitionen oder LPARs	2
--	---

c) Welche Eigenschaften hat diese Virtualisierungsebene? (Zutreffendes ankreuzen)

Dedizierter Speicher pro Gast, kein Paging	X	2
Beliebig viele virtuelle Maschinen in einem System		
Prozessoren können Gästen dediziert werden oder zwischen Gästen geteilt (shared) werden	X	
EAL5 zertifiziert: zwei getrennte Gäste sind so gut gegeneinander abgeschottet wie zwei physisch getrennte Rechner	X	

d) Wie heißt die Instruktion, auf der die Virtualisierung in System z maßgeblich aufbaut? Wofür steht der Instruktionscode?

SIE Start Interpretive Execution	2
-------------------------------------	---