

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 1)

Punkte:

Maximale Punkte: 6

Mit welchem Kommando können Sie...

- a) den Pfad des aktuellen Verzeichnisses in der Shell ausgeben?

pwd

- b) ein neues Verzeichnis erzeugen?

mkdir

- c) eine leere Datei erzeugen?

touch

- d) den Inhalt verschiedener Dateien verknüpfen oder den Inhalt einer Datei ausgeben?

cat

- e) Zeilen vom Ende einer Datei in der Shell ausgeben?

tail

- f) Zeilen vom Anfang einer Datei in der Shell ausgeben?

head

- g) Dateien oder Verzeichnisse löschen?

rm

- h) eine Zeichenkette in der Shell ausgeben?

echo

- i) einen Link erstellen?

ln

- j) eine Datei nach den Zeilen durchsuchen, die ein Suchmuster enthalten?

grep

- k) die Dateirechte von Dateien oder Verzeichnissen ändern?

chmod

- l) einen Prozess beenden?

kill

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 2)

Punkte:

Maximale Punkte: $5+5+1+0,5+0,5=12$

a) Geben Sie für jeden Datenspeicher die Zugriffsart an.

Speicher	Zugriffsart	
CD-R/CD-RW/DVD-R	<input type="checkbox"/> sequentiell	<input checked="" type="checkbox"/> wahlfrei
CD-ROM/DVD-ROM	<input type="checkbox"/> sequentiell	<input checked="" type="checkbox"/> wahlfrei
Diskette (Floppy Disk)	<input type="checkbox"/> sequentiell	<input checked="" type="checkbox"/> wahlfrei
Festplatte (HDD)	<input type="checkbox"/> sequentiell	<input checked="" type="checkbox"/> wahlfrei
Flashspeicher	<input type="checkbox"/> sequentiell	<input checked="" type="checkbox"/> wahlfrei
Hauptspeicher (DRAM)	<input type="checkbox"/> sequentiell	<input checked="" type="checkbox"/> wahlfrei
Kernspeicher	<input type="checkbox"/> sequentiell	<input checked="" type="checkbox"/> wahlfrei
Lochkarte	<input checked="" type="checkbox"/> sequentiell	<input type="checkbox"/> wahlfrei
Lochstreifen	<input checked="" type="checkbox"/> sequentiell	<input type="checkbox"/> wahlfrei
Magnetband	<input checked="" type="checkbox"/> sequentiell	<input type="checkbox"/> wahlfrei

b) Geben Sie für jeden Datenspeicher an, wie Lesezugriffe realisiert werden.

Speicher	Lesevorgang			
CD-R/CD-RW/DVD-R	<input type="checkbox"/> elektronisch	<input type="checkbox"/> mechanisch	<input type="checkbox"/> magnetisch	<input checked="" type="checkbox"/> optisch
CD-ROM/DVD-ROM	<input type="checkbox"/> elektronisch	<input type="checkbox"/> mechanisch	<input type="checkbox"/> magnetisch	<input checked="" type="checkbox"/> optisch
Diskette (Floppy Disk)	<input type="checkbox"/> elektronisch	<input type="checkbox"/> mechanisch	<input checked="" type="checkbox"/> magnetisch	<input type="checkbox"/> optisch
Festplatte (HDD)	<input type="checkbox"/> elektronisch	<input type="checkbox"/> mechanisch	<input checked="" type="checkbox"/> magnetisch	<input type="checkbox"/> optisch
Flashspeicher	<input checked="" type="checkbox"/> elektronisch	<input type="checkbox"/> mechanisch	<input type="checkbox"/> magnetisch	<input type="checkbox"/> optisch
Hauptspeicher (DRAM)	<input checked="" type="checkbox"/> elektronisch	<input type="checkbox"/> mechanisch	<input type="checkbox"/> magnetisch	<input type="checkbox"/> optisch
Kernspeicher	<input type="checkbox"/> elektronisch	<input type="checkbox"/> mechanisch	<input checked="" type="checkbox"/> magnetisch	<input type="checkbox"/> optisch
Lochkarte	<input type="checkbox"/> elektronisch	<input checked="" type="checkbox"/> mechanisch	<input type="checkbox"/> magnetisch	<input type="checkbox"/> optisch
Lochstreifen	<input type="checkbox"/> elektronisch	<input checked="" type="checkbox"/> mechanisch	<input type="checkbox"/> magnetisch	<input type="checkbox"/> optisch
Magnetband	<input type="checkbox"/> elektronisch	<input type="checkbox"/> mechanisch	<input checked="" type="checkbox"/> magnetisch	<input type="checkbox"/> optisch

c) Nennen Sie die beiden grundsätzlichen Cache-Schreibstrategien.

Write-Through und Write-Back.

d) Bei welcher Cache-Schreibstrategie aus Aufgabe c) kann es zu Inkonsistenzen kommen?

Write-Back.

e) Bei welcher Cache-Schreibstrategie aus Aufgabe c) ist die System-Geschwindigkeit geringer?

Write-Through.

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 3)

Punkte:

Maximale Punkte: 1+6+6=13

a) Warum kann die optimale Ersetzungsstrategie OPT nicht implementiert werden?

Weil man nicht in die Zukunft schauen kann und damit ist die zukünftige Zugriffsfolge unbekannt.

b) Führen Sie die vorgegebene Zugriffsfolge mit der Ersetzungsstrategie Least Recently Used (LRU) mit einem Datencache mit einer Kapazität von 4 Seiten durch. (Berechnen Sie auch die Hitrate und die Missrate!)

Anfrage: **1 3 4 2 5 4 1 5 2 1 5 3**

1. Seite:	1	1	1	1	3	3	2	2	4	4	4	2
2. Seite:		3	3	3	4	2	5	4	1	5	2	1
3. Seite:			4	4	2	5	4	1	5	2	1	5
4. Seite:				2	5	4	1	5	2	1	5	3

Hitrate: $\frac{5}{12}$

Missrate: $\frac{7}{12}$

c) Führen Sie die vorgegebene Zugriffsfolge mit der Ersetzungsstrategie FIFO mit einem Datencache mit einer Kapazität von 4 Seiten durch. (Berechnen Sie auch die Hitrate und die Missrate!)

Anfrage: **1 3 4 2 5 4 1 5 2 1 5 3**

1. Seite:	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5
2. Seite:		3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1
3. Seite:			4	4	4	4	4	4	4	4	4	3
4. Seite:				2	2	2	2	2	2	2	2	2

Hitrate: $\frac{5}{12}$

Missrate: $\frac{7}{12}$

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 4)

Punkte:

Maximale Punkte: $1+1+2+3=7$

- a) Aus welchen beiden Komponenten besteht der Chipsatz?

Northbridge und Southbridge.

- b) Welche zwei Gruppen von Ein- und Ausgabegeräten gibt es bezüglich der kleinsten Übertragungseinheit?

Zeichenorientierte Geräte und blockorientierte Geräte.

- c) Nennen Sie für jede Gruppe aus Teilaufgabe b) zwei Beispiele.

Zeichenorientierte Geräte: Maus, Tastatur, Drucker, Terminal und Magnetband.

Blockorientierte Geräte: Festplatte, SSD, CD-/DVD-Laufwerk und Disketten-Laufwerk.

- d) Welches Speicherbelegungsverfahren...

- produziert viele Minifragmente und arbeitet am langsamsten?

First Fit Next Fit Best fit Random

- sucht den freien Block, der am besten passt?

First Fit Next Fit Best fit Random

- zerstückelt schnell den großen Bereich freien Speicher am Ende des Adressraums?

First Fit Next Fit Best fit Random

- wählt zufällig einen freien und passenden Block?

First Fit Next Fit Best fit Random

- sucht ab der Stelle der letzten Blockzuweisung einen passenden freien Block?

First Fit Next Fit Best fit Random

- sucht ab dem Anfang des Adressraums einen passenden freien Block?

First Fit Next Fit Best fit Random

Name:

Vorname:

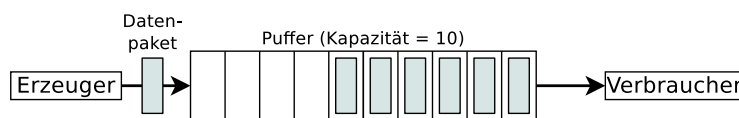
Matr.Nr.:

Aufgabe 5)

Punkte:

Maximale Punkte: 7

- Ein Erzeuger schreibt Daten in den Puffer und der Verbraucher entfernt diese.
- Gegenseitiger Ausschluss ist nötig, um Inkonsistenzen zu vermeiden.
- Ist der Puffer voll, muss der Erzeuger blockieren.
- Ist der Puffer leer, muss der Verbraucher blockieren.



Synchronisieren Sie die beiden Prozesse, indem Sie die nötigen Semaphoren erzeugen, diese mit Startwerten versehen und Semaphor-Operationen einfügen.

```
#define N          8           // Plätze im Puffer
typedef int semaphore;      // Semaphore sind von Typ Integer
semaphore voll    = 0;      // zählt die belegten Plätze im Puffer
semaphore leer   = N;      // zählt die freien Plätze im Puffer
semaphore mutex  = 1;      // steuert Zugriff auf kritische Bereiche

void erzeuger (void) {
    int daten;

    while (TRUE) {          // Endlosschleife
        erzeugeDatenpaket(daten); // erzeuge Datenpaket
        P(leer);            // Zähler "leere Plätze" erniedrigen
        P(mutex);          // in kritischen Bereich eintreten
        einfüegenDatenpaket(daten); // Datenpaket in Puffer schreiben
        V(mutex);          // kritischen Bereich verlassen
        V(voll);           // Zähler für volle Plätze erhöhen
    }
}

void verbraucher (void) {
    int daten;

    while (TRUE) {         // Endlosschleife
        P(voll);           // Zähler "volle Plätze" erniedrigen
        P(mutex);          // in kritischen Bereich eintreten
        entferneDatenpaket(daten); // Datenpaket aus dem Puffer holen
        V(mutex);          // kritischen Bereich verlassen
        V(leer);           // Zähler für leere Plätze erhöhen
        verbraucheDatenpaket(daten); // Datenpaket nutzen
    }
}
```

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 6)

Punkte:

Maximale Punkte: $1+0,5+0,5+1+0,5+0,5+1,5+0,5=6$

- a) Erklären Sie, warum mit virtuellem Speicher der Hauptspeicher besser ausgenutzt wird.

Die Prozesse müssen nicht am Stück im Hauptspeicher liegen. Darum ist die Fragmentierung des Hauptspeichers kein Problem.

Durch virtuellen Speicher kann auch mehr Speicher angesprochen und verwendet werden, als physisch im System vorhanden ist \implies Swapping.

- b) Was ist Mapping?

Abbilden des virtuellen Speichers auf den realen Speicher.

- c) Welche Komponente der CPU ermöglicht virtuellen Speicher?

Memory Management Unit (MMU).

- d) Nennen Sie die beiden Konzepte von virtuellem Speicher.

Segmentierung und Paging.

- e) Bei welchem Konzept aus Teilaufgabe d) entsteht interne Fragmentierung?

Paging (nur in der letzten Seite eines Prozesses).

- f) Bei welchem Konzept aus Teilaufgabe d) entsteht externe Fragmentierung?

Segmentierung.

- g) Welche drei Arten von Prozesskontextinformationen speichert das Betriebssystem?

Benutzerkontext, Hardwarekontext, Systemkontext

- h) Welche Prozesskontextinformation aus Teilaufgabe g) wird nicht im Prozesskontrollblock gespeichert?

Benutzerkontext (= virtueller Speicher).

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 7)

Punkte:

Maximale Punkte: $1+1+1+2+1+1+1=8$

- a) Welche Informationen speichert ein Inode?

Alle Verwaltungsdaten (Metadaten) einer Datei, außer dem Dateinamen.

- b) Wie kann ein UNIX-Dateisystem (z.B. ext2/3), das keine Extents verwendet, mehr als 12 Cluster adressieren?

Durch indirekte Adressierung über zusätzliche Cluster, die ausschließlich Cluster-Nummern enthalten.

- c) Warum fassen manche Dateisysteme (z.B. ext2/3) die Cluster des Dateisystems zu Blockgruppen zusammen?

Die Inodes (Metadaten) liegen physisch nahe bei den Clustern, die sie adressieren.

- d) Was ist die Dateizuordnungstabelle bzw. File Allocation Table (FAT) und was ist Ihre Aufgabe?

Für jeden Cluster des Dateisystems existiert in der FAT ein Eintrag mit folgenden Informationen über den Cluster:

- *Cluster ist frei oder das Medium an dieser Stelle beschädigt.*
- *Cluster ist von einer Datei belegt und enthält die Adresse des nächsten.*
- *Clusters, der zu dieser Datei gehört bzw. ist der letzte Cluster der Datei.*

- e) Was ist die Aufgabe des Journals bei Journaling-Dateisystemen?

Im Journal werden die Schreibzugriffe gesammelt, bevor sie durchgeführt werden.

- f) Nennen Sie einen Vorteil von Journaling-Dateisystemen gegenüber Dateisystemen ohne Journal.

Nach einem Absturz müssen nur diejenigen Dateien (Cluster) und Metadaten überprüft werden, die im Journal stehen.

- g) Welchen Vorteil hat der Einsatz von Extents gegenüber direkter Adressierung der Cluster?

Statt vieler einzelner Clusternummern sind nur die 3 oben genannten Werte nötig. Vorteil: Weniger Verwaltungsaufwand.

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 8)

Punkte:

Maximale Punkte: 4

- a) Was macht der Systemaufruf `fork()`?

Ruft ein Prozess `fork()` auf, wird eine identische Kopie als neuer Prozess gestartet.

- b) Was macht der Systemaufruf `exec()`?

Der Systemaufruf `exec()` ersetzt einen Prozess durch einen anderen.

- c) Was sind Interrupts?

Interrupts sind Unterbrechungen und werden durch Ereignisse außerhalb des zu unterbrechenden Prozesses ausgelöst (z.B. ein Ein-/Ausgabe-Gerät meldet ein E/A-Ereignis).

- d) Was sind Exceptions?

Exceptions sind Softwareinterrupts. Diese werden wie Hardwareinterrupts behandelt, aber von Software ausgelöst.

- e) Was ist ein kritischer Abschnitt?

Prozesse greifen lesend und schreibend auf gemeinsame Daten zu. Kritische Abschnitte dürfen nicht von mehreren Prozessen gleichzeitig durchlaufen werden.

- f) Was ist eine Race Condition?

Eine Race Condition (Wettlaufsituation) ist eine unbeabsichtigten Wettlaufsituation zweier Prozesse, die auf die gleiche Speicherstelle schreibend zugreifen wollen.

- g) Warum sind Race Conditions schwierig zu lokalisieren und zu beheben?

Das Ergebnis eines Prozesses hängt von der Reihenfolge oder dem zeitlichen Ablauf anderer Ereignisse ab. Bei jedem Testdurchlauf können die Symptome komplett verschieden sein oder verschwinden.

- h) Wie werden Race Conditions vermieden?

Durch das Konzept der Semaphore.

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 9)

Punkte:

Maximale Punkte: $1+2,5+2,5+3=9$

- a) Warum existiert in einigen Betriebssystemen ein Leerlaufprozess?

Durch den Leerlaufprozesses muss der Scheduler nie den Fall berücksichtigen, dass kein aktiver Prozess existiert.

- b) Bei welchen Schedulingverfahren muss die CPU-Laufzeit (= *Rechenzeit*) bekannt sein?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Prioritätengesteuertes Scheduling | <input checked="" type="checkbox"/> Shortest Remaining Time First |
| <input type="checkbox"/> First Come First Served | <input checked="" type="checkbox"/> Longest Remaining Time First |
| <input type="checkbox"/> Last Come First Served | <input checked="" type="checkbox"/> Highest Response Ratio Next |
| <input type="checkbox"/> Round Robin mit Zeitquantum | <input type="checkbox"/> Earliest Deadline First |
| <input checked="" type="checkbox"/> Shortest Job First | <input type="checkbox"/> Fair-Share |
| <input checked="" type="checkbox"/> Longest Job First | |

- c) Welche Schedulingverfahren sind fair?

Ein Schedulingverfahren ist „fair“, wenn jeder Prozess irgendwann Zugriff auf die CPU erhält.

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Prioritätengesteuertes Scheduling | <input type="checkbox"/> Shortest Remaining Time First |
| <input checked="" type="checkbox"/> First Come First Served | <input type="checkbox"/> Longest Remaining Time First |
| <input type="checkbox"/> Last Come First Served | <input checked="" type="checkbox"/> Highest Response Ratio Next |
| <input checked="" type="checkbox"/> Round Robin mit Zeitquantum | <input checked="" type="checkbox"/> Earliest Deadline First |
| <input type="checkbox"/> Shortest Job First | <input checked="" type="checkbox"/> Fair-Share |
| <input type="checkbox"/> Longest Job First | |

- d) Welche Schedulingverfahren arbeiten präemptiv (= *unterbrechend*)?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> First Come First Served | <input checked="" type="checkbox"/> Longest Remaining Time First |
| <input checked="" type="checkbox"/> Round Robin mit Zeitquantum | <input checked="" type="checkbox"/> Fair-Share |
| <input type="checkbox"/> Shortest Job First | <input checked="" type="checkbox"/> Statisches Multilevel-Scheduling |
| <input type="checkbox"/> Longest Job First | <input checked="" type="checkbox"/> Multilevel-Feedback-Scheduling |
| <input checked="" type="checkbox"/> Shortest Remaining Time First | |

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

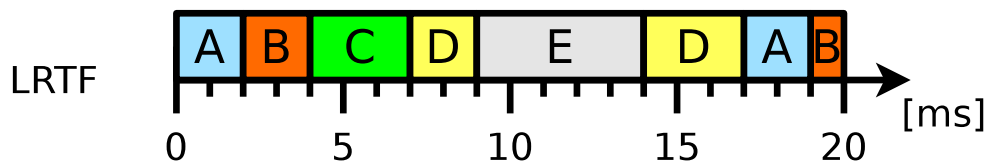
Aufgabe 10)

Punkte:

Maximale Punkte: 3+1+1=5

Prozess	CPU-Laufzeit [ms]	Ankunftszeit [ms]
A	4	0
B	3	2
C	3	4
D	5	7
E	5	9

- a) Auf einem Einprozessorrechner sollen die Prozesse A-E verarbeitet werden. Skizzieren Sie die Ausführungsreihenfolge der Prozesse mit einem Gantt-Diagramm (Zeitleiste) für Longest Remaining Time First (LRTF).



- b) Berechnen Sie die mittlere Laufzeit der Prozesse.

$$\frac{19+18+3+10+5}{5} = \frac{55}{5} = 11 \text{ ms}$$

- c) Berechnen Sie die mittlere Wartezeit der Prozesse.

$$\frac{15+15+0+5+0}{5} = \frac{35}{5} = 7 \text{ ms}$$

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 11)

Punkte:

Maximale Punkte: 1+1+1+1=4

- a) Nennen Sie eine Form der Interprozesskommunikation, die über Rechnergrenzen hinweg funktioniert.

Sockets.

- b) Nennen Sie eine Form der Interprozesskommunikation, die nur zwischen Prozessen funktioniert, die eng verwandt sind.

Anonyme Pipes.

- c) Nennen Sie eine Form der Interprozesskommunikation, bei der das Betriebssystem nicht die Aufgabe der Synchronisierung übernimmt.

Gemeinsame Speichersegmente.

- d) Nennen Sie eine Form der Interprozesskommunikation, bei der die Daten auch ohne gebundenen Prozess erhalten bleiben.

Gemeinsame Speichersegmente oder Nachrichtenwarteschlangen.

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 12)

Punkte:

Maximale Punkte: 4

- a) Kommt es zum Deadlock?
Führen Sie die Deadlock-Erkennung mit Matrizen durch.

$$\text{Ressourcenvektor} = (9 \ 6 \ 8 \ 7)$$

$$\text{Belegungsmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 2 & 0 \\ 1 & 3 & 2 & 1 \\ 3 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{Anforderungsmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 2 & 2 \\ 5 & 3 & 2 & 2 \\ 2 & 0 & 4 & 4 \\ 4 & 3 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Aus dem Ressourcenvektor und der Belegungsmatrix ergibt sich der Ressourcenrestvektor.

$$\text{Ressourcenrestvektor} = (1 \ 1 \ 2 \ 2)$$

Nur Prozess 1 kann bei diesem Ressourcenrestvektor laufen. Folgender Ressourcenrestvektor ergibt sich, wenn Prozess 1 beendet ist und seine Ressourcen freigegeben hat.

$$\text{Ressourcenrestvektor} = (3 \ 1 \ 4 \ 5)$$

Nur Prozess 3 kann bei diesem Ressourcenrestvektor laufen. Folgender Ressourcenrestvektor ergibt sich, wenn Prozess 3 beendet ist und seine Ressourcen freigegeben hat.

$$\text{Ressourcenrestvektor} = (4 \ 4 \ 6 \ 6)$$

Nur Prozess 4 kann bei diesem Ressourcenrestvektor laufen. Folgender Ressourcenrestvektor ergibt sich, wenn Prozess 4 beendet ist und seine Ressourcen freigegeben hat.

$$\text{Ressourcenrestvektor} = (7 \ 5 \ 6 \ 7)$$

Nun kann Prozess 2 laufen.

Es kommt nicht zum Deadlock.

Name:

Vorname:

Matr.Nr.:

Aufgabe 13)

Punkte:

Maximale Punkte: $1+0,5+0,5+0,5+0,5+0,5+0,5+0,5+0,5+0,5=5$

- a) Was ist der Unterschied zwischen Emulation und Virtualisierung?

Emulation bildet die komplette Hardware eines Rechnersystems nach, um ein unverändertes Betriebssystem, das für eine andere Hardwarearchitektur (CPU) ausgelegt ist, zu betreiben.

- b) Welche Art von Computer-Systemen verwendet üblicherweise Partitionierung?

Mobiltelefone Desktop PCs Mainframes Workstations

- c) Nennen Sie ein Beispiel für Anwendungsvirtualisierung.

Java Virtual Machine oder VMware ThinApp.

- d) Was ist die Aufgabe des Virtuellen Maschinen-Monitors (VMM)?

Der VMM verteilt Hardwareressourcen an VMs.

- e) Wo läuft der Virtuelle Maschinen-Monitor (VMM)?

Der VMM läuft *hosted* als Anwendung im Host-Betriebssystem.
 Der VMM läuft *bare metal* und ersetzt das Host-Betriebssystem.

- f) Können bei vollständiger Virtualisierung alle physischen Hardwareressourcen virtualisiert werden? Wenn das nicht möglich ist, nennen Sie ein Beispiel, wo es nicht geht.

Es ist nicht möglich. Ein Beispiel sind Netzwerkkarten. Netzwerkkarten sind nicht dafür ausgelegt, von mehreren Betriebssystemen gleichzeitig verwendet zu werden.

- g) Wo läuft der Hypervisor bei Paravirtualisierung?

Der Hypervisor läuft *hosted* als Anwendung im Host-Betriebssystem.
 Der Hypervisor läuft *bare metal* und ersetzt das Host-Betriebssystem.

- h) Warum ist bei Paravirtualisierung ein Host-Betriebssystem nötig?

Ein Host-Betriebssystem ist wegen der Gerätetreiber nötig.

- i) Nennen Sie einen Nachteil der Betriebssystem-Virtualisierung (Container/Jails).

Alle virtuellen Umgebungen nutzen den gleichen Kernel. Es werden nur unabhängige Instanzen eines Betriebssystems gestartet. Verschiedene Betriebssysteme können nicht gleichzeitig verwendet werden.