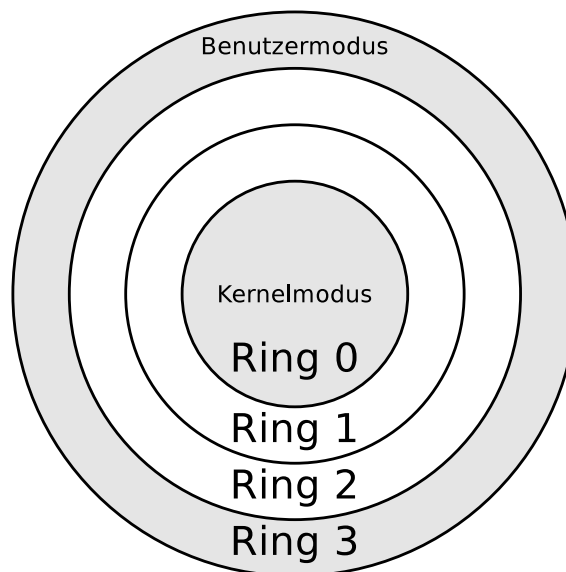


## Lösung von Übungsblatt 7

### Aufgabe 1 (Systemaufrufe)

1. x86-kompatible CPUs enthalten 4 Privilegienstufen („Ringe“) für Prozesse. Markieren Sie in der Abbildung (*deutlich erkennbar!*) den Kernelmodus und den Benutzermodus.



2. In welchem Ring befindet sich der Betriebssystemkern?  
*In Ring 0 (= Kernelmodus) läuft der Betriebssystemkern.*
3. In welchem Ring befinden sich die Anwendungen der Benutzer?  
*In Ring 3 (= Benutzermodus) laufen die Anwendungen.*
4. Prozesse in welchem Ring haben vollen Zugriff auf die Hardware?  
*Prozesse im Kernelmodus (Ring 0) haben vollen Zugriff auf die Hardware.*
5. Nennen Sie einen Grund für die Unterscheidung von Benutzermodus und Kernelmodus.  
*Verbesserung von Stabilität und Sicherheit.*
6. Was ist ein Systemaufruf?  
*Ein Systemaufruf ist ein Funktionsaufruf im Betriebssystem, der einen Sprung vom Benutzermodus in den Kernelmodus auslöst ( $\implies$  Moduswechsel)*
7. Was ist ein Moduswechsel?

*Ein Prozess gibt die Kontrolle über die CPU an den Kernel ab und wird unterbrochen bis die Anfrage fertig bearbeitet ist. Nach dem Systemaufruf gibt der Kernel die CPU wieder an den Prozess im Benutzermodus ab. Der Prozess führt seine Abarbeitung an der Stelle fort, an der der Kontextwechsel zuvor angefordert wurde.*

8. Nennen Sie zwei Gründe, warum Prozesse im Benutzermodus Systemaufrufe nicht direkt aufrufen sollten.

*Direkt mit Systemaufrufen arbeiten ist unsicher und schlecht portabel.*

9. Welche Alternative gibt es, wenn Prozesse im Benutzermodus nicht direkt Systemaufrufe aufrufen sollen?

*Verwendung einer Bibliothek, die zuständig ist für die Kommunikationsvermittlung der Benutzerprozesse mit dem Kernel und den Moduswechsel zwischen Benutzermodus und Kernelmodus.*

## **Aufgabe 2 (Prozesse)**

1. Welche drei Arten Prozesskontextinformationen speichert das Betriebssystem?

*Benutzerkontext, Hardwarekontext und Systemkontext.*

2. Welche Prozesskontextinformationen sind nicht im Prozesskontrollblock gespeichert?

*Der Benutzerkontext, also die Daten im zugewiesenen Adressraum (virtuellen Speicher).*

3. Warum sind nicht alle Prozesskontextinformationen im Prozesskontrollblock gespeichert?

*Weil der virtuelle Speicher jedes Prozesses je nach verwendeter Architektur mehrere GB oder mehr groß sein kann. Der Benutzerkontext ist damit einfach zu groß, um ihn doppelt zu speichern.*

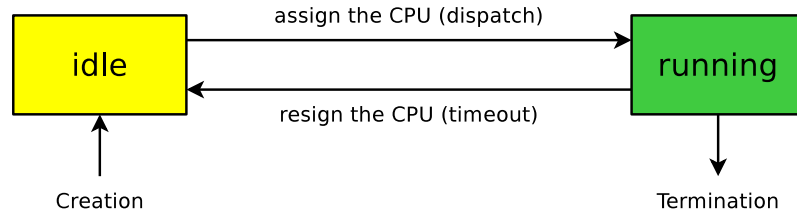
4. Beschreiben Sie die Aufgabe des Dispatchers.

*Aufgabe des Dispatchers ist die Umsetzung der Zustandsübergänge der Prozesse.*

5. Beschreiben Sie die Aufgabe des Schedulers.

*Er legt die Ausführungsreihenfolge der Prozesse mit einem Scheduling-Algorithmus fest.*

6. Das 2-Zustands-Prozessmodell ist das kleinste, denkbare Prozessmodell. Tragen Sie die Namen der Zustände in die Abbildung des 2-Zustands-Prozessmodells ein.

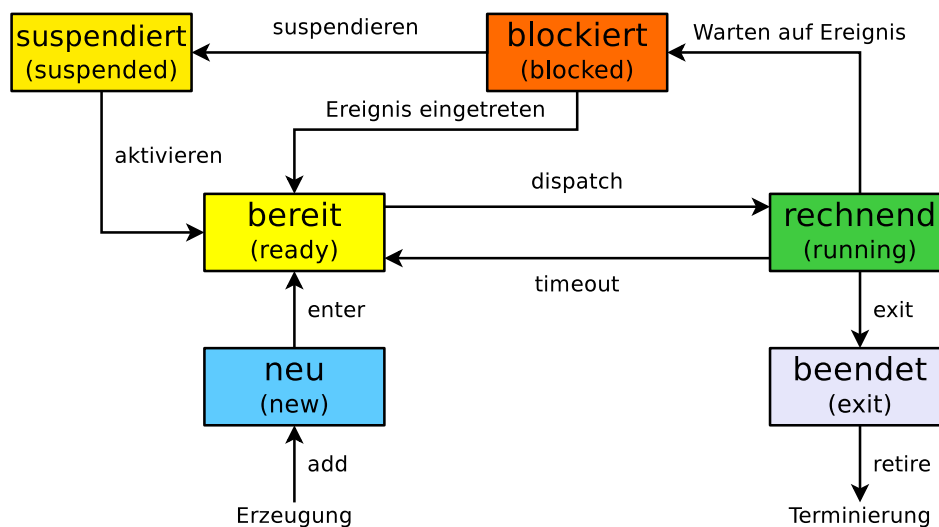


7. Ist das 2-Zustands-Prozessmodell sinnvoll? Begründen Sie kurz ihre Antwort.

*Das 2-Zustands-Prozessmodell geht davon aus, dass alle Prozesse immer zur Ausführung bereit sind. Das ist aber unrealistisch, denn es gibt fast immer Prozesse, die blockiert sind. Die untätigen Prozesse müssen in mindestens zwei Gruppen unterschieden werden:*

- Prozesse die im Zustand bereit (*ready*) sind.
- Prozesse die im Zustand blockiert (*blocked*) sind.

8. Tragen Sie die Namen der Zustände in die Abbildung des 6-Zustands-Prozessmodells ein.



9. Beschreiben Sie, was ein Zombie-Prozess ist.

*Ein Zombie-Prozess ist fertig abgearbeitet (via Systemaufruf `exit`), aber sein Eintrag in der Prozesstabelle existiert so lange, bis der Elternprozess den Rückgabewert (via Systemaufruf `wait`) abgefragt hat. Seine PID kann noch nicht an einen neuen Prozess vergeben werden.*

10. Beschreiben Sie die Aufgabe der Prozesstabelle.

Zur Verwaltung der Prozesse führt das Betriebssystem die Prozesstabelle. Es ist eine Liste aller existierenden Prozesse. Sie enthält für jeden Prozess einen Eintrag, den Prozesskontrollblock.

11. Wie viele Zustandslisten für Prozesse im Zustand „blockiert“ verwaltet das Betriebssystem?

Für jedes Ereignis existiert eine eigene Liste mit den Prozessen, die auf das Ereignis warten.

12. Was passiert, wenn ein neuer Prozess erstellt werden soll, es aber im Betriebssystem keine freie Prozessidentifikation (PIDs) mehr gibt?

Dann kann kein neuer Prozess erstellt werden.

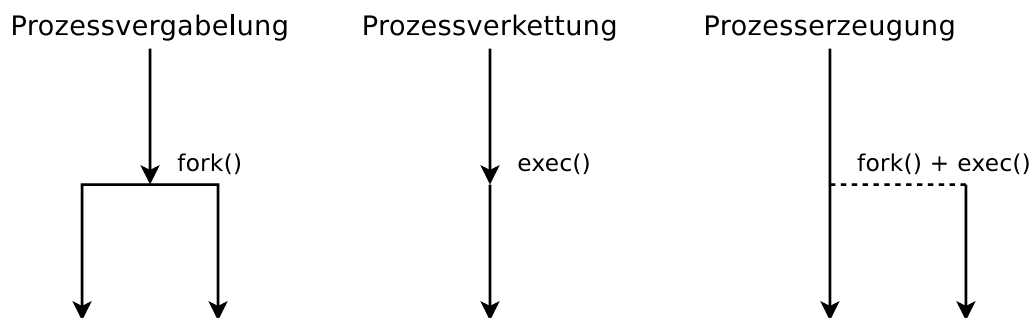
13. Beschreiben Sie, was der Systemaufruf `fork()` macht.

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

14. Beschreiben Sie, was der Systemaufruf `exec()` macht.

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

15. Die drei Abbildungen zeigen alle existierenden Möglichkeiten, einen neuen Prozess zu erzeugen. Schreiben Sie zu jeder Abbildung, welche(r) Systemaufruf(e) nötig sind, um die gezeigte Prozesserschöpfung zu realisieren.



16. Ein Elternprozess (PID = 75) mit den in der folgenden Tabelle beschriebenen Eigenschaften erzeugt mit Hilfe des Systemaufrufs `fork()` einen Kindprozess (PID = 198). Tragen Sie die vier fehlenden Werte in die Tabelle ein.

|                                      | Elternprozess | Kindprozess |
|--------------------------------------|---------------|-------------|
| PPID                                 | 72            | 75          |
| PID                                  | 75            | 198         |
| UID                                  | 18            | 18          |
| Rückgabewert von <code>fork()</code> | 198           | 0           |

Erklärung: Hat die Erzeugung eines Kindprozesses mit `fork()` geklappt, ist der Rückgabewert von `fork()` im Elternprozess die PID des neu erzeug-

ten Kindprozesses. Im Kindprozess ist der Rückgabewert von `fork()` 0. Die Benutzer-Identifikation (UID) von Elternprozess und Kindprozess ist identisch. Die Parent Process ID (PPID) des Kindprozesses ist die PID des Elternprozesses.

17. Erklären Sie, was `init` ist.

*`init` ist der erste Prozess unter Linux/UNIX. Er hat die PID 1. Alle laufenden Prozesse stammen von `init` ab. `init` ist der Vater aller Prozesse.*

18. Nennen Sie den Unterschied eines Kindprozess vom Elternprozess kurz nach der Erzeugung.

*Die PID und die Speicherbereiche.*

19. Beschreiben, Sie was passiert, wenn ein Elternprozess vor dem Kindprozess beendet wird.

*`init` adoptiert den Kind-Prozess. Die PPID des Kind-Prozesses hat dann den Wert 1.*

20. Nennen Sie den Inhalt des Textsegments.

*Den ausführbaren Programmcode (Maschinencode).*

21. Nennen Sie den Inhalt des Heap.

*Konstanten und Variablen die außerhalb von Funktionen deklariert sind.*

22. Nennen Sie den Inhalt des Stack.

*Kommandozeilenargumente des Programmaufrufs, Umgebungsvariablen, Aufrufparameter und Rücksprungadressen der Funktionen, lokale Variablen der Funktionen.*

### **Aufgabe 3 (Zeitgesteuerte Kommandoausführung, Kontrollstrukturen, Archivierung)**

1. Schreiben Sie ein Shell-Skript, das zwei Zahlen als Kommandozeilenargumente einliest. Das Skript soll prüfen, ob die Zahlen identisch sind und das Ergebnis der Überprüfung ausgeben.

```
1 #!/bin/bash
2 #
3 # Skript: vergleich.bat
4 #
5 echo "Geben sie zwei Zahlen ein"
```

```
6 read -p "Zahl1:" zahl1
7 read -p "Zahl2:" zahl2
8 if [ $zahl1 -eq $zahl2 ] ; then
9     echo "Die beiden Zahlen sind gleich groß."
10 else
11     echo "Die beiden Zahlen sind nicht gleich groß."
12 fi
```

2. Erweitern Sie das Shell-Skript dahingehend, dass wenn die Zahlen nicht identisch sind, überprüft wird, welche der beiden Zahlen die Größere ist. Das Ergebnis der Überprüfung soll ausgegeben werden.

```
1 #!/bin/bash
2 #
3 # Skript: vergleich2.bat
4 #
5 echo "Geben sie zwei Zahlen ein"
6 read -p "Zahl1:" zahl1
7 read -p "Zahl2:" zahl2
8 if [ $zahl1 -eq $zahl2 ] ; then
9     echo "Die beiden Zahlen sind gleich groß."
10 elif [ $zahl1 -gt $zahl2 ]; then
11     echo "Zahl 1 mit Wert $zahl1 ist größer."
12 else
13     echo "Zahl 2 mit Wert $zahl2 ist größer."
14 fi
```

3. Schreiben Sie ein Shell-Skript, das ein Verzeichnis Ihrer Wahl sichert. Von dem Verzeichnis soll eine Archivdatei mit der Endung `.tar.bz2` erzeugt werden. Diese Datei soll im Verzeichnis `/tmp` abgelegt werden. Der Name der Archivdatei entsprechen soll folgendem Benennungsschema:

Backup\_<USERNAME>\_<JAHR>\_<MONAT>\_<TAG>.tar.bz2

Die Felder <USERNAME>, <JAHR>, <MONAT> und <TAG> sollen durch die aktuellen Werte ersetzt werden.

```
1 #!/bin/bash
2 #
3 # Skript: archiv_erstellen.bat
4 #
5 ARCHIVNAME="Backup_`whoami`_`date +%Y_%m_%d`".tar.bz2"
6 VERZEICHNIS="/tmp/testverzeichnis"
7
8 # Archivdatei mit bz2-Kompression erstellen
9 # c => create an archive file.
10 # j => bz2 compression.
11 # v => show detailed output of command.
12 # f => filename of archive file.
13 tar -cjvf $ARCHIVNAME $VERZEICHNIS
14
15 # Archivdatei nach /tmp verschieben
16 mv $ARCHIVNAME /tmp
```

4. Schreiben Sie ein Shell-Skript, das testet, ob heute schon eine Archivdatei gemäß dem Benennungsschema aus Teilaufgabe 3 angelegt wurde. Das Ergebnis der Überprüfung soll in der Shell ausgegeben werden.

```
1 #!/bin/bash
2 #
3 # Skript: archiv_untersuchen.bat
4 #
5 DATEI="/tmp/Backup_`whoami`_`date +%Y_%m_%d`.tar.bz2"
6
7 if [ ! -f $DATEI ] ; then
8     echo "Die Datei $DATEI existiert nicht.";
9 else
10    echo "Die Datei $DATEI existiert.";
11 fi
```

5. Schreiben Sie zwei cron-Jobs. Der erste cron-Job soll an jedem Tag (außer am Wochenende) um 6:15 Uhr das Shell-Skript aus Teilaufgabe 3 aufrufen, das die Archivdatei mit dem Backup erzeugt.

Der zweite cron-Job soll jeden Tag (außer am Wochenende) um 11:45 Uhr das Shell-Skript aus Teilaufgabe 4 aufrufen, das testet, ob heute schon eine Archivdatei angelegt wurde.

Die Ausgabe der Shell-Skripte soll in eine Datei /tmp/Backup-Log.txt angehängt werden. Wenn die Archivdatei Backup...tar.bz2 erfolgreich erzeugt wurde, soll dieses in der Log-Datei /tmp/Backup-Log.txt vermerkt werden.

Vor jedem neuen Eintrag in die Datei sollen Zeilen nach folgendem Muster (mit aktuellen Werten) in die Log-Datei /tmp/Backup-Log.txt eingefügt werden:

```
*****
20.11.2013 --- 21:39:51 Uhr
```

*Um die Lösung zu verstehen, hier im Vorfeld einige wichtige Informationen zur Crontabelle.*

*Jeder Auftrag / jede Zeile in der crontab besteht aus sechs Feldern. Die ersten fünf Felder werden benutzt, um den Ausführungszeitpunkt des Auftrags zu bestimmen. Im sechsten und letzten Eintrag wird das Programm, Skript oder Kommando festgelegt, das zu dem Ausführungszeitpunkt gestartet werden soll.*

- Spalte 1: Minute (0-59 oder \*)
- Spalte 2: Stunde (0-23 oder \*)
- Spalte 3: Tag (1-31 oder \*)
- Spalte 4: Monat (1-12, Jan-Dec oder jan-dec oder \*)
- Spalte 5: Wochentag (0-6, Sun-Sat oder sun-sat oder \*)
- Spalte 6: Auszuführender Befehl (Programmname und Pfad)

*Ein Eintrag in der Crontabelle darf auf keinen Fall einen Zeilenumbruch enthalten und nicht länger als 1024 Zeichen sein. Kommentare beginnen in der*

*Crontabelle immer mit einer Raute (#). Es ist nicht nur möglich, einen Wert pro Zeitspalte anzugeben. Es können auch mehrere Werte pro Spalte angegeben werden. Diese werden durch Kommas voneinander getrennt.*

*Zum Ausgeben und Bearbeiten der eigenen Crontabelle auf der Shell existiert der Befehl **crontab**:*

- **crontab -l**: Die eigene crontab ausgeben.
- **crontab -e**: Die eigene crontab bearbeiten.
- **crontab -r**: Die eigene crontab löschen.

*Der Editor, den der Befehl crontab aufruft, ist standardmäßig vi. Um die Crontabelle mit einem anderen Editor zu bearbeiten, muss die Shellvariable **EDITOR** erzeugt werden. Diese muss den Namen und wenn nötig noch den Pfad des bevorzugten Editors enthalten. Mit dem folgenden Befehl auf der Shell wird in Zukunft die Crontabelle immer mit dem Editor **nano** gestartet:*

```
export EDITOR=/usr/bin/nano
```

*Eine mögliche Lösung:*

```
$ export EDITOR=/usr/bin/joe  
$ crontab -e
```

*Einträge in der Crontabelle passend zur Aufgabenstellung:*

```
# 1. Spalte: 15. Minute der Stunde  
# 2. Spalte: 6. Stunde des Tages  
# 3. Spalte: An jedem Tag des Monats  
# 4. Spalte: In jedem Monate des Jahres  
# 5. Spalte: An den Wochentage Montag bis Freitag  
# 6. Spalte: Kommando  
15 6 * * 1-5 echo -e "*****\n`date  
+%d.%m.%Y\ ---\ %X`" >> /tmp/Backup-Log.txt &&  
/pfad/zu/archiv_erstellen.bat >> /tmp/Backup-Log.txt  
# 1. Spalte: 45. Minute der Stunde  
# 2. Spalte: 11. Stunde des Tages  
# 3. Spalte: An jedem Tag des Monats  
# 4. Spalte: In jedem Monate des Jahres  
# 5. Spalte: An den Wochentage Montag bis Freitag  
# 6. Spalte: Kommando  
45 11 * * 1-5 echo -e "*****\n`date  
+%d.%m.%Y\ ---\ %X`" >> /tmp/Backup-Log.txt &&  
/pfad/zu/archiv_untersuchen.bat >> /tmp/Backup-Log.txt
```



## Aufgabe 4 (Shell-Skripte)

1. Schreiben Sie ein Shell-Skript, das für eine als Argument angegebene Datei feststellt, ob die Datei existiert und ob es sich um eine ein Verzeichnis, einen symbolischen Link, einen Socket oder eine benannte Pipe (FIFO) handelt.
  - Das Skript soll das Ergebnis der Überprüfung ausgeben.

```
1 #!/bin/bash
2 #
3 # Skript: datei_testen.bat
4 #
5 if test -e $1 ; then
6
7     echo "Die Datei existiert."
8
9     if test -d $1 ; then
10         echo "Die Datei ist ein Verzeichnis."
11     elif test -L $1 ; then
12         echo "Die Datei ist ein symbolischer Link."
13     elif test -S $1 ; then
14         echo "Die Datei ist ein Socket."
15     elif test -p $1 ; then
16         echo "Die Datei ist eine benannte Pipe (FIFO)."
17     fi
18 fi
```

2. Erweitern Sie das Shell-Skript aus Teilaufgabe 1 dahingehend, dass wenn die als Argument angegebene Datei existiert, soll festgestellt werden, ob diese ausgeführt werden könnte und ob schreibend darauf zugegriffen werden könne.

```
1 #!/bin/bash
2 #
3 # Skript: datei_testen2.bat
4 #
5 if test -e $1 ; then
6
7     echo "Die Datei existiert."
8
9     if test -x $1 ; then
10         echo "Datei ist ausführbar"
11     else
12         echo "Datei ist nicht ausführbar"
13     fi
14
15     if test -w $1 ; then
16         echo "Datei ist schreibbar"
17     else
18         echo "Datei ist nicht schreibbar"
19     fi
20
21     if test -d $1 ; then
22         echo "Die Datei ist ein Verzeichnis."
23     elif test -L $1 ; then
```

```
24 echo "Die Datei ist ein symbolischer Link."  
25 elif test -S $1 ; then  
26 echo "Die Datei ist ein Socket."  
27 elif test -p $1 ; then  
28 echo "Die Datei ist eine benannte Pipe (FIFO)."  
29 fi  
30 fi
```

3. Schreiben Sie ein Shell-Skript, das so lange auf der Kommandozeile Text einliest, bis es durch die Eingabe von ENDE beendet wird.

- Die eingelesenen Daten soll das Skript in Großbuchstaben konvertieren und ausgeben.

```
1 #!/bin/bash  
2 #  
3 # Skript: einlesen.bat  
4 #  
5 while [ true ]  
6 do  
7 read EINGABE  
8 if [ $EINGABE == "ENDE" ] ; then  
9 exit  
10 else  
11 echo $EINGABE | tr '[:lower:]' '[:upper:]'  
12 fi  
13 done
```

4. Schreiben Sie ein Shell-Skript, das für alle eingeloggten Benutzer die Anzahl der laufenden Prozesse ausgibt.

5. Erweitern Sie das Shell-Skript aus Teilaufgabe 4 dahingehend, dass die Ausgabe sortiert ausgegeben wird.

- Der Benutzer mit den meisten Prozessen soll am Anfang stehen.

6. Schreiben Sie ein Shell-Skript, das nach dem Start alle 10 Sekunden überprüft, ob eine Datei /tmp/lock.txt existiert.

- Jedes Mal, nachdem das Skript das Vorhandensein der Datei überprüft hat, soll es eine entsprechende Meldung auf der Shell ausgeben.
- Sobald die Datei /tmp/lock.txt existiert, soll das Skript sich selbst beenden.

```
1 #!/bin/bash  
2 #  
3 # Skript: lock_testen.bat  
4 #  
5 while [ true ]  
6 do  
7 if test -f "/tmp/lock.txt" ; then  
8 echo "Die Datei lock.txt ist vorhanden."  
9 else
```

```
10     echo "Die Datei lock.txt ist nicht vorhanden."  
11     fi  
12     sleep 10  
13 done
```