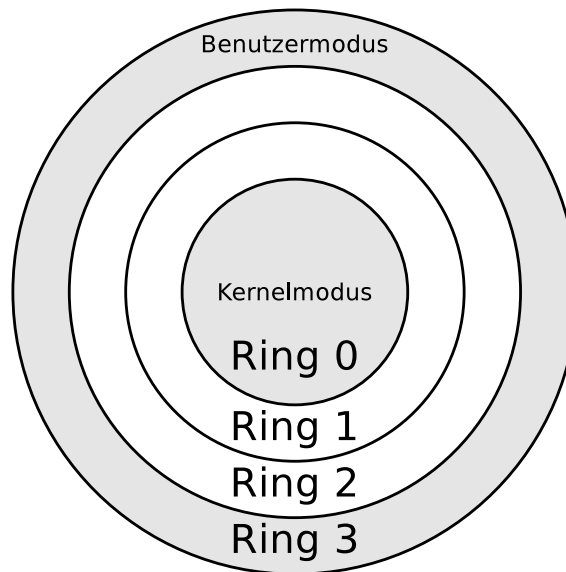


Lösung von Übungsblatt 7

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. Nennen Sie den Ring, dem der Betriebssystemkern zugeordnet ist.
In Ring 0 (= Kernelmodus) läuft der Betriebssystemkern.
3. Nennen Sie den Ring, dem die Anwendungen der Benutzer zugeordnet sind.
In Ring 3 (= Benutzermodus) laufen die Anwendungen.
4. Nennen Sie den Ring, bei dem Prozesse vollen Zugriff auf die Hardware haben.
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. Beschreiben Sie, was ein Systemaufruf ist.
Ein Systemaufruf ist ein Funktionsaufruf im Betriebssystem, der einen Sprung vom Benutzermodus in den Kernelmodus auslöst (\implies Moduswechsel)
7. Beschreiben Sie, was ein Moduswechsel ist.

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. Damit Prozesse im Benutzermodus nicht immer Systemaufrufe aufrufen müssen, gibt es eine alternative Vorgehensweise. Beschreiben Sie diese.

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. Nennen Sie die drei Arten von Prozesskontextinformationen, die das Betriebssystem speichert.

Benutzerkontext, Hardwarekontext und Systemkontext.

2. Geben Sie an, welche Prozesskontextinformationen nicht im Prozesskontrollblock gespeichert sind.

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

3. Beschreiben Sie, warum nicht alle Prozesskontextinformationen im Prozesskontrollblock gespeichert sind.

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.

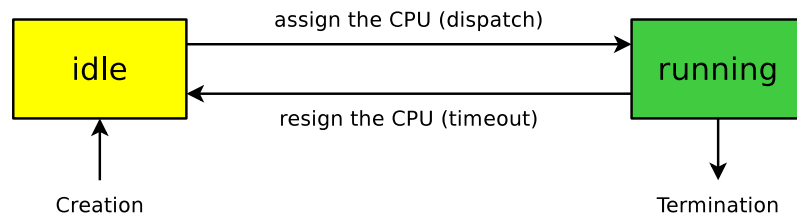
4. Beschreiben Sie die Aufgabe des Dispatchers.

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.

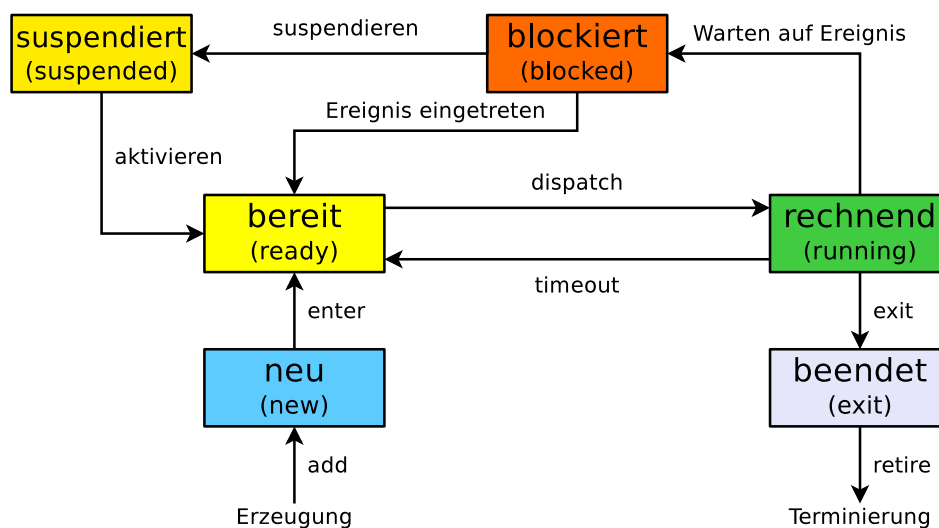


7. Ist das 2-Zustands-Prozessmodell sinnvoll? Begründen Sie kurz ihre Antwort.

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. Beschreiben Sie 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.

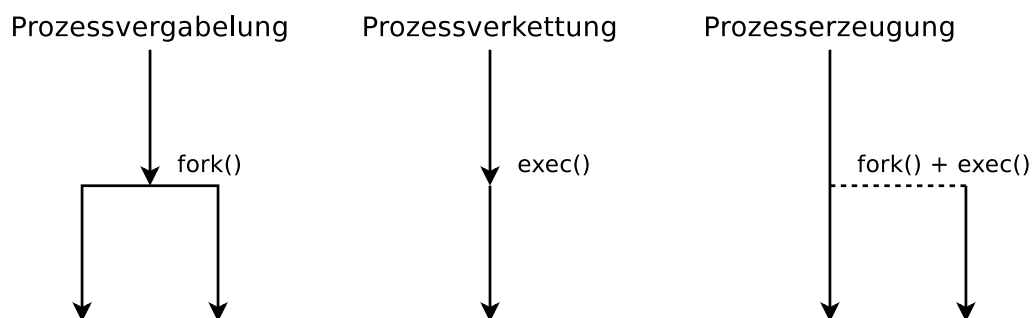
13. Beschreiben Sie, was der Systemaufruf `fork()` macht.

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 Prozesserzeugung 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. Der folgende C-Quellcode erzeugt einen Kindprozess. Welchen Wert hat die Variable `returnvalue` beim Kindprozess und welchen Wert hat sie beim Elternprozess. Gehen Sie bei Ihrer Antwort auch auf die Bedeutung des Rückgabewerts beim Elternprozess ein und erklären Sie, warum der Rückgabewert für den Elternprozess sehr wichtig ist.

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <unistd.h>
3 #include <stdlib.h>
4
5 void main() {
6     int returnvalue = fork();
7
8     if (returnvalue < 0) {
9         printf("Error.\n");
10        exit(1);
11    }
12    if (returnvalue > 0) {
13        printf("Parent Process.\n");
14        exit(0);
15    }
16    else {
17        printf("Child Process.\n");
18        exit(0);
19    }
20 }
```

Beim Kindprozess hat `fork()` den Rückgabewert 0.

Beim Elternprozess hat `fork()` einen positiven Rückgabewert. Der Rückgabewert entspricht dann der PID des neu erzeugten Kindprozesses. Durch diesen Rückgabewert kann der Elternprozess den Kindprozess identifizieren.

18. 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.

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

Die PID und die Speicherbereiche.

20. 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.

21. Nennen Sie den Inhalt des Textsegments.

Den ausführbaren Programmcode (Maschinencode).

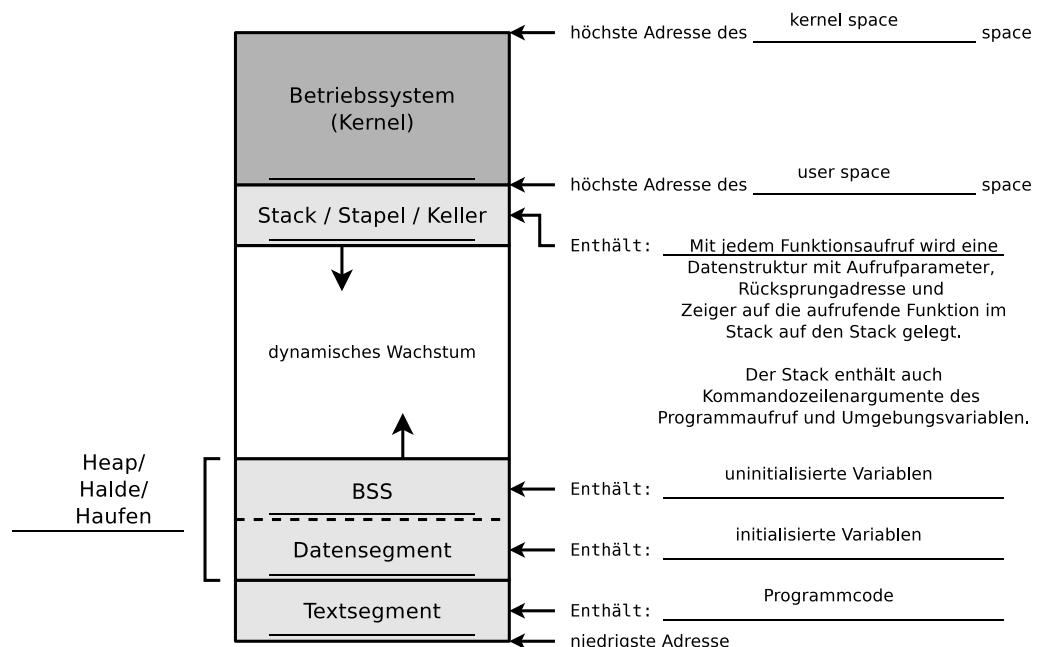
22. Nennen Sie den Inhalt des Heap.

Konstanten und Variablen die außerhalb von Funktionen deklariert sind.

23. Nennen Sie den Inhalt des Stack.

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

24. Die Abbildung zeigt die Struktur eines UNIX-Prozesses im Speicher. Ergänzen Sie die fehlenden Bezeichnungen (Fachbegriffe) der prozessbezogenen Daten und die fehlenden Informationen zum Inhalt dieser Daten.



Aufgabe 3 (Informationen zu Prozessen im Betriebssystem)

In der Ausgabe des Kommandos ps finden Sie hilfreiche Informationen zu den Prozessen im Betriebssystem.

```
$ ps -eFw
UID      PID  PPID  C    SZ    RSS  PSR  STIME  TTY          TIME CMD
root      1    0    0   42090 12820  0  Aug29  ?           00:00:03 /sbin/initroot
root      2    0    0     0     0    4  Aug29  ?           00:00:00 [kthreadd]
...
bnc      2149 1782  1  258958 133484  7  Aug29  ?           00:11:20 xfwm4 --display :0.0 ...
```

```
bnc 2474 1782 0 137013 54512 8 Aug29 ? 00:03:28 xfce4-panel --display :0.0 ...
bnc 2478 1782 0 166034 138652 15 Aug29 ? 00:00:20 xfdesktop --display :0.0 ...
bnc 3252 2474 3 8590107 577484 9 Aug29 ? 00:51:07 /opt/google/chrome/chrome
bnc 3530 1721 0 157125 62824 0 Aug29 ? 00:00:44 /usr/libexec/gnome-terminal-server
bnc 3568 3530 0 3271 9556 15 Aug29 pts/0 00:00:01 bash
root 6706 1 0 7087 10556 3 Aug29 ? 00:00:00 /usr/sbin/cupsd -l
root 6737 1 0 44549 18680 12 Aug30 ? 00:00:00 /usr/sbin/cups-browsed
bnc 72577 72539 0 2773 7224 4 Aug31 pts/1 00:00:00 /bin/bash
bnc 90775 72577 1 279130 187352 9 09:39 pts/1 00:00:04 okular thesis.pdf
bnc 94414 3568 0 2861 4952 6 11:19 pts/0 00:00:00 ps -eFw
```

1. Nennen Sie den Inhalt der Spalte UID.

User-ID. Die Benutzerkennung des Besitzers des Prozesses.

2. Nennen Sie den Inhalt der Spalte PID.

Prozess-ID. Die eindeutige Kennung des Prozesses.

3. Nennen Sie den Inhalt der Spalte PPID.

Parent Prozess-ID. Die eindeutige Kennung des Elternprozesses.

4. Nennen Sie den Inhalt der Spalte C.

CPU-Belastung des Prozesses in Prozent.

5. Nennen Sie den Inhalt der Spalte SZ.

Virtuelle Prozessgröße = Textsegment, Heap und Stack.

6. Nennen Sie den Inhalt der Spalte RSS.

Resident Set Size = Belegter physischer Speicher (ohne Swap) in kB.

7. Nennen Sie den Inhalt der Spalte PSR.

Nummer des Prozess zugewiesenen CPU-Kerns.

8. Nennen Sie den Inhalt der Spalte STIME.

Startzeitpunkt des Prozesses

9. Nennen Sie den Inhalt der Spalte TTY.

Teletypewriter = Steuerterminal. Meist ein virtuelles Gerät: pts (pseudo terminal slave)

10. Nennen Sie den Inhalt der Spalte TIME.

Bisherige Rechenzeit des Prozesses auf der CPU (HH:MM:SS).

11. Nennen Sie den Elternprozess des Prozesses, der diese Übersicht der Prozesse in der Kommandozeile ausgegeben hat.

Der bash-Prozess mit der PID 3568 ist der Elternprozess des ps-Prozesses mit der PID 94414.

Aufgabe 4 (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 5 (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 eingeloggtten 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
```