

Betriebssysteme 2

BS2-B

Foliensatz B

Shell-Programmierung, Kommandozeilenwerkzeuge

Prof. Dr.-Ing. Hans-Georg Eßer

esser.hans-georg@fh-swf.de
<http://swf.hgesser.de/>

30. September 2021

FH Südwestfalen, Informatik, WS 2021/22

v1.3, 2020/10/08

- „So tickt ein Linux-Admin“
- Problemlösungskompetenz
 - Problem untersuchen
 - Ursache feststellen
 - Aus Fundus der Unix-Tools Lösungsansatz überlegen
 - Lösung umsetzen und testen

1

Lehrmethodik: So nicht ...

1. Shell-Programmierung

1.1 Variablen und Konstanten

1.2 Mathematische und
logische Operationen

1.3 Schleifen

1.4 Funktionen

1.5 Fehlerbehandlung

...

2. Standard-Tools

2.1 awk

2.2 bc

2.3 cat

2.4 clear

2.5 find

2.6 grep

...

Einleitung

Herangehensweise

- Präsentation eines Problems
- Schrittweises Erarbeiten und Verbessern einer Lösung
- dabei: Sprachelemente der Bash kennenlernen
- am Ende: Überblick, was an Neuem dabei war

- Admin möchte den Inhalt von drei Ordnern
 - /var/log,
 - /var/spool/mail
 - und /var/spool/cupsüberwachen.
- Bisherige Vorgehensweise:
 - `ls -l /var/log`
 - `ls -l /var/spool/mail`
 - `ls -l /var/spool/cups`

3

4

Lösung 1, Version 1

Problem 1: Verzeichnisse überwachen

- Die drei Befehle in eine Skriptdatei `info.sh` packen:

```
1 #!/bin/bash
2 # info.sh, Beschreibung folgt
3 ls -l /var/log
4 ls -l /var/spool/mail
5 ls -l /var/spool/cups
```
- `info.sh` ausführbar machen und an geeigneten Ort kopieren (Pfade!)

```
chmod a+x info.sh
mv info.sh /root/bin/
```

(setzt voraus, dass `/root/bin` im Pfad `$PATH` steht)

5

Beobachtungen/Fragen

- Ausgabe von `/var/log` ist sehr lang, interessante Dateien (die sich zuletzt geändert haben) stehen mitten drin
- Skript ist nicht „konfigurierbar“ (z. B.: Option `-l` global ändern?)
- Skript skaliert nicht (mehr als die drei Ordner angucken)

- Angepasste Skriptdatei `info.sh` :

```

1 #!/bin/bash
2 # info.sh, Beschreibung folgt
3 LS_OPTS="-ltr"
4 ls $LS_OPTS /var/log
5 ls $LS_OPTS /var/spool/mail
6 ls $LS_OPTS /var/spool/cups

```

6

8

Lösung 1: Verbesserungen

- Studium der Manpage zu `ls` verrät: Es gibt hilfreiche Optionen
 - `-t`: sortiert nach Zeitpunkt der letzten Änderung
 - `-r`: kehrt Sortierreihenfolge um
 Mit `ls -ltr` erhalten wir die Dateien mit den jüngsten Änderungen am Ende der Ausgabe
- Zur Konfigurierbarkeit führen wir eine Variable `LS_OPTS` ein, die die Optionen speichert:


```
LS_OPTS="-ltr"
```

 (Zugriff darauf mit `$LS_OPTS`)

7

Lösung 1: Mehr Verbesserungen

- Ziel: Auch die Liste der Verzeichnisse in eine Variable packen, geht z. B. mit


```
FOLDERS="/var/log_/var/spool/mail_/var/spool/cups"
```

 Aber: Wie darauf zugreifen?
- Einfachste Lösung an dieser Stelle:


```
ls $LS_OPTS $FOLDERS
```

 (Das geht auch besser, später mehr.)

9

- Angepasste Skriptdatei `info.sh` :

```

1 #!/bin/bash
2 # info.sh, Beschreibung folgt
3 LS_OPTS="-ltr"
4 FOLDERS="/var/log /var/spool/mail /var/spool/cups"
5 ls $LS_OPTS $FOLDERS

```

- Das Skript führt dann effektiv nur einen einzigen Befehl aus, nämlich:

```
ls -ltr /var/log /var/spool/mail /var/spool/cups
```

10

- Skripte starten mit `#!/bin/bash`
- Mehrere Befehle in Shell-Skript zusammenfassen (Hintereinanderausführung)
- `chmod a+x` macht Dateien ausführbar (mehr dazu später)
- Lesen von Manpages ist immer ein guter Plan
- `ls`-Optionen `-t` (sortiert nach Änderungsdatum) und `-r` (kehrt Reihenfolge um)
- Einsatz von Variablen

12

Kommentare

- Es fehlt noch: Kommentierung des Skripts
—> Praktikum, Dokument „Bash Style Guide und Kodierungsrichtlinie“

```

1 #!/bin/bash
2 #=====
3 #
4 #     FILE:  info.sh
5 #
6 #     USAGE: info.sh
7 #
8 #     DESCRIPTION:  Execute ls -ltr for three directories.
9 #                   The list of directories can be changed via the FOLDERS variable
10 #
11 #     OPTIONS:  none
12 #     REQUIREMENTS:  ---
13 #     BUGS:  ---
14 #     NOTES:  ---
15 #     AUTHOR:  Hans-Georg Eber (hge), esser.hans-georg@fh-swf.de
16 #     COMPANY:  FH Südwestfalen, Iserlohn
17 #     VERSION:  1.4
18 #     CREATED:  29.09.2019 - 21:29
19 #     REVISION:  08.10.2020 - 22:42
20 #=====

```

11

Problem 2: Dateien umbenennen

- Ein Server erstellt täglich um 0:00 Uhr eine Log-Datei und speichert sie in `/var/log/server/`.
- Admin möchte in diesem Verzeichnis mehrere Dateien mit Namen der Form `log-29.09.2020.txt`, `log-30.09.2020.txt` usw. in `log-2020-09-29.txt`, `log-2020-09-30.txt` usw. umbenennen → bessere Sortierung.
- Bisherige Vorgehensweise: 1x pro Woche manuell die Dateien umbenennen:

```
mv log-25.09.2020.txt log-2020-09-25.txt
mv log-26.09.2020.txt log-2020-09-26.txt
mv log-27.09.2020.txt log-2020-09-27.txt
mv log-28.09.2020.txt log-2020-09-28.txt
mv log-29.09.2020.txt log-2020-09-29.txt
...
```

13

- Shell bietet **for**-Schleife:

```
1 #!/bin/bash
2 cd /var/log/server           # Wechsel in rich-
3                               # tigen Ordner
4 for dateiname in log*.txt   # alle Log-Dateien
5 do
6     echo $dateiname
7 done
```

- `dateiname` ist Variable, Zugriff mit `$dateiname`
- Konvention:
 - Variablen (die wirklich viele verschiedene Werte annehmen) klein schreiben;
 - Konstanten (wie in Problem 1 `LS_OPTS`) GROSS

15

- Ziel: Prozess der Umbenennung automatisieren, bereits korrekt benannte Dateien in Ruhe lassen
- Schritte zur Lösung
 - Wir werden eine *Schleife* brauchen
 - Bestandteile des Dateinamens (Jahr, Monat, Tag) identifizieren und separat verarbeiten
 - Wenn Skript fertig ist, für automatische Ausführung sorgen, z. B. um 1:00 Uhr

14

- Skript erzeugt Ausgabe:

```
log-2020-09-18.txt    # alt, schon umbenannt
log-2020-09-19.txt
log-2020-09-20.txt
log-21.09.2020.txt   # ab hier neu
log-22.09.2020.txt
```

- Wir wollen nur die neuen Dateien verarbeiten, darum Muster `log*.txt` anpassen
- Dateinamen haben die Form `log-DD.MM.YYYY.txt` → Muster: `log-???.???.?????.txt`
- Wie können wir jetzt die Komponenten DD, MM, YYYY aus dem Dateinamen ziehen?

16

- Der *Stream Editor* **sed** kann so was
- Erste Tests direkt im Terminal:


```
echo log-22.09.2020.txt | sed -E \
    's/log-(...)(...)(....).txt/log-\3-\2-\1.txt/'
```

 erzeugt gewünschte Ausgabe `log-2020-09-22.txt`.
- Das bauen wir schon mal in das Skript ein ...

- (...) definiert eine Gruppe
- \1, \2, \3 usw.: Bezug auf 1., 2., 3. Gruppe
- Achtung: Zweierlei Syntax für reguläre Ausdrücke, unterschieden durch Option `-E` oder `-e`. Im Beispiel von eben (vereinfacht):


```
sed -E 's/log-(...)(...).txt/log-\2-\1.txt/'
sed -e 's/log-\(...)\.\(...)\.txt/log-\2-\1.txt/'
```

`-e` ist die „klassische“ Option, hier muss man die Klammern *escapen* (\ voranstellen)

- Neue Version mit **sed**:


```
1 #!/bin/bash
2 cd /var/log/server
3 for dateiname in log-???.???.?????.txt
4 do
5     echo -n "$dateiname_>->"
6     echo $dateiname | sed -E \
7     's/log-(...)(...)(....).txt/log-\3-\2-\1.txt/'
8 done
```
- gibt Zeilen der folgenden Form aus:


```
log-22.09.2020.txt -> log-2020-09-22.txt
```

sed -E	sed -e	
.	.	beliebiges Zeichen
^	^	Zeilenanfang
[xyz]	[xyz]	eines der Zeichen x, y, z
[^xyz]	[^xyz]	beliebiges Zeichen <i>außer</i> x, y, z
\$	\$	Zeilenende
(...)	\(... \)	Gruppenbildung
?	?	„einmal oder keinmal“
*	*	beliebig oft (auch 0-mal)
+	\+	beliebig oft (aber mindestens 1-mal)
{n}	\{n\}	genau n-mal
{i,j}	\{i,j\}	zwischen i- und j-mal
R ₁ R ₂	R ₁ \ R ₂	R ₁ oder R ₂

- Weiter mit der Lösung: Skript gibt bisher alten und neuen Namen aus
- Wir brauchen aber zwei Argumente für mv
- Lösung: \$(...)

```
bash:~$ echo Hallo
Hallo
bash:~$ wert=$( echo Hallo )
bash:~$ echo $wert
Hallo
```

→ anwenden auf das Skript führt zu Lösung

21

- Automatisieren: Google-Suche nach „Skript regelmäßig aufrufen“ → cron
- Manpage zu cron → /etc/crontab

```
1 SHELL=/bin/sh
2 PATH=/usr/bin:/usr/sbin:/sbin:/bin:/usr/lib/news/bin
3 MAILTO=root
4 #
5 # check scripts in cron.hourly, cron.daily, cron.
   weekly, and cron.monthly
6 #
7 */15 * * * * root test -x /usr/lib/cron/run-crons
   && /usr/lib/cron/run-crons >/dev/null 2>&1
```

23

- Neue Version mit \$(...):

```
1 #!/bin/bash
2 # rename.sh
3 cd /var/log/server
4 for dateiname in log-???.???.?????.txt
5 do
6   neuename=$( echo $dateiname | sed -E \
7     's/log-(...)(...)(.....).txt/log-\3-\2-\1.txt/' )
8   mv $dateiname $neuename
9 done
```

22

```
*/15 * * * * root test -x /usr/lib/cron/run-
   crons && /usr/lib/cron/run-crons >/dev/null 2>&1
```

Felder durch Leerzeichen getrennt

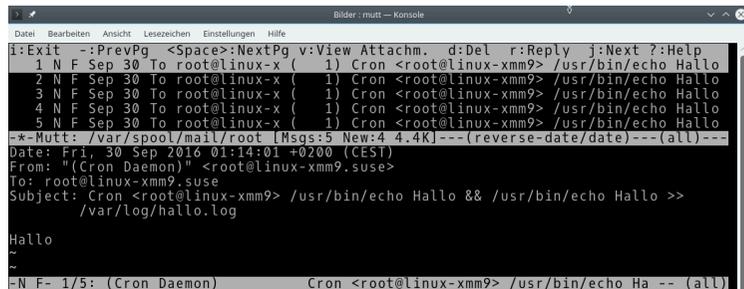
1. */15 – Minute (hier: alle 15 Minuten)
2. * – Stunde (hier: zu jeder Stunde)
3. * – Tag (1–31, hier: jeder Tag)
4. * – Monat (1–12, hier: jeder Monat)
5. * – Wochentag (0–7, 0 = 7 = Sonntag, hier: jeder)
6. root – Benutzer, mit dessen Rechten der Befehl läuft
7. test -x ... – Befehl

Also neuer Eintrag für täglich 1:00 Uhr:

```
0 1 * * * root /root/bin/rename.sh >/dev/null 2>&1
```

24

- Was macht `>/dev/null 2>&1` ?
 - 1 und 2 sind sog. Dateideskriptor-Nummern für Standardausgabe (1, stdout) und Standardfehlerausgabe (2, stderr)
 - `>/dev/null` leitet die Standardausgabe nach `/dev/null`
 - `2>&1` leitet Standardfehlerausgabe in die Standardausgabe um, also auch nach `/dev/null`
- Und wozu?
 - Ohne die Umleitung würde der Befehl evtl. Ausgaben erzeugen, die dann an unerwarteten Stellen auftauchen



```
i:Exit -;PrevPg <Space>NextPg v:View Attachm. d:Del r:Reply j:Next ?:Help
1 N F Sep 30 To root@linux-x ( 1) Cron <root@linux-xmm9> /usr/bin/echo Hallo
2 N F Sep 30 To root@linux-x ( 1) Cron <root@linux-xmm9> /usr/bin/echo Hallo
3 N F Sep 30 To root@linux-x ( 1) Cron <root@linux-xmm9> /usr/bin/echo Hallo
4 N F Sep 30 To root@linux-x ( 1) Cron <root@linux-xmm9> /usr/bin/echo Hallo
5 N F Sep 30 To root@linux-x ( 1) Cron <root@linux-xmm9> /usr/bin/echo Hallo
--Mutt: /var/spool/mail/root [Msgs:5 New:4 4.4K]--(reverse-date/date)---(all)---
Date: Fri, 30 Sep 2016 01:14:01 +0200 (CEST)
From: "(Cron Daemon)" <root@linux-xmm9.suse>
To: root@linux-xmm9.suse
Subject: Cron <root@linux-xmm9> /usr/bin/echo Hallo && /usr/bin/echo Hallo >>
/var/log/hallo.log

Hallo
~
-N F- 1/5: (Cron Daemon) Cron <root@linux-xmm9> /usr/bin/echo Ha -- (all)
```

25

Problem 3: Kein Editor

Problem/Lösung 2: Neues Wissen

- Wildcards `*` und `?`
- `\` am Ende umbricht Befehlszeilen
- **echo** gut für erste Tests
- **sed** mit regulären Ausdrücken verwenden
- Befehlsergebnis mit `$(...)` verwenden
- **for**-Schleife programmieren
- cron-Job über crontab erstellen
- Umleitung mit `>` und `>&`; Standardausgabe stdout (1), Standardfehlerausgabe stderr (2)

26

Problem 3: Kein Editor

- Nach Login auf obskurer Unix-Maschine: kein Editor (nicht mal vi)
- Ziel: Mit Bordmitteln der Shell selbst einen Editor schreiben
- Werkzeuge: **read**, `wc`, Ein- und Ausgabe-Umleitungen
- Teilaufgaben:
 - Datei zeilenweise einlesen
 - Zeilen in der Shell in Variablen speichern
 - Bearbeiten einzelner Zeilen (im Speicher)
 - Speichern und beenden

27

- Erste Zeile lesen durch Umleitung (<):

```
$ cat a.txt
Zeile 1
Zeile 2
Zeile 3
$ read v < a.txt
$ echo $v
Zeile 1
```

- Mehrfaches Lesen auf diese Weise: klappt nicht

```
$ read v1 < a.txt; read v2 < a.txt;
$ echo $v1; echo $v2
Zeile 1
Zeile 1
```

28

- **read** varname liest eine Zeile aus Standardeingabe und schreibt sie nach varname

- Problem:

```
$ read testvar
Eingabe mit vielen Blanks
$ echo $testvar
Eingabe mit vielen Blanks
$ echo "$testvar"
Eingabe mit vielen Blanks
```

→ **read** entfernt führende Blanks; **echo** ohne "" entfernt alle

30

- Lösung: Gruppieren der **read**-Befehle mit {}
- Wichtig: Jeden Befehl in Gruppe (auch den letzten!) mit ; abschließen

```
$ { read v1; read v2; } < a.txt;
$ echo $v1; echo $v2
Zeile 1
Zeile 2
```

29

Lösung (findet man durch Lesen der Manpage und Ausprobieren):

- **read** ohne Variablennamen aufrufen; speichert Ergebnis in \$REPLY
- Dort sind auch führende Leerzeichen enthalten
- Bei Zugriff immer "\$REPLY" verwenden

```
$ read; testvar="$REPLY"
Eingabe mit vielen Blanks
$ echo "$testvar"
Eingabe mit vielen Blanks
```

31

- **read** entfernt Backslashes (\)

```
$ read; testvar="$REPLY"
"String mit \"String\" in der Mitte"
$ echo "$testvar"
"String mit "String" in der Mitte"
```

- Lösung: Option -r

```
$ read -r; testvar="$REPLY"
"String mit \"String\" in der Mitte"
$ echo "$testvar"
"String mit \"String\" in der Mitte"
```

32

- Shell bietet auch Array-Variablen
- Setzen mit `arrayvar[0]=...`, `arrayvar[1]=...` usw.
- innerhalb Schleife (über `i`): `arrayvar[$i]=...`

- Erster Ansatz:

```
for i in 0 1 2 3 4; do
    read -r
    zeile[$i]="$REPLY"
done < filename # Umleitung: für ganze Schleife
```

- Problem: variable Zeilenzahl ...

34

Lösung 3: Mehrere Zeilen verarbeiten

- Nächste Schwierigkeit: Anzahl der Eingabezahlen variabel
- Anzahl mit `wc` feststellen:

```
NAME
  wc -- word, line, character, and byte count

SYNOPSIS
  wc [-clmw] [file ...]

DESCRIPTION
  The wc utility displays the number of lines, words, and bytes contained in each input file, or standard input (if no file is specified) to the standard output. A line is defined as a string of characters delimited by a <newline> character. Characters beyond the final <newline> character will not be included in the line count.

  A word is defined as a string of characters delimited by white space characters. White space characters are the set of characters for which the isspace(3) function returns true. If more than one input file is specified, a line of cumulative counts for all the files is displayed on a separate line after the output for the last file.

  The following options are available:

  -c    The number of bytes in each input file is written to the standard output. This will cancel out any prior usage of the -m option.

  -l    The number of lines in each input file is written to the standard output.
```

```
lines=$( wc -l < filename )
```

33

Lösung 3: for-Schleife mit seq (1)

- Tool `seq` erzeugt Sequenz von a bis b:

```
$ seq 0 3
0
1
2
3
```

- Ausgabe von `seq` wieder mit `$(...)`-Trick verarbeiten:

```
$ for i in $( seq 0 3 ); do echo Zeile $i; done
Zeile 0
Zeile 1
Zeile 2
Zeile 3
```

35

- Wenn wc mit `lines=$(wc -l < filename)` die Zeilenzahl geliefert hat, erzeugt `for i in $(seq 0 $lines)` einen Eintrag zu viel!
- Rechnen in der Shell: `$(lines-1)` (zwingend mit `[]`)
`$ echo $lines vs. $(lines-1)`
`3 vs. 2`
`$ seq 0 $(lines-1)`
`0`
`1`
`2`
- Alles zusammen: `for i in $(seq 0 $(lines-1))`

36

- Es geht auch eleganter ohne wc
- Shell kennt **while**-Schleife:

```
#!/bin/bash
filename=$1          # 1. Argument: Dateiname
i=0                 # Zähler initialisieren
while read -r; do   # Schleife läuft, bis
                    # read fehlschlägt (EOF)
    zeilen[$i]="$REPLY" # gelesenen Wert zuweisen
    i=$((i+1))         # und erhöhen
done < $filename
lines=$i             # Zeilenzahl merken
# Testweise wieder ausgeben:
...                 # wie vorher
```

38

```
#!/bin/bash
filename=$1          # erstes Argument: Dateiname
lines=$( wc -l < $filename)
for i in $( seq 0 $(lines-1) ); do
    read -r          # zeilenweise einlesen ...
    zeilen[$i]="$REPLY" # ... und zuweisen
done < $filename    # Umleitung gilt für ganze
                  # Schleife
# Testweise wieder ausgeben:
for i in $( seq 0 $(lines-1) ); do
    printf "%3d_\u00a0" $i; echo "${zeilen[i]}"
done
```

→ `${...}` bei Array-Zugriff nötig! Falsch: `$zeilen[$i]`

37

- Jeder Befehl erzeugt einen Exit-Code
- lässt sich über `$?` abfragen: 0 (ok) oder $\neq 0$ (nicht ok)
`$ cat datei.txt # vorhandene Datei`
`...`
`$ echo $?`
`0`
`$ cat bhdvbjdfh.txt # nicht vorhanden`
`cat: bhdvbjdfh.txt: No such file or directory`
`$ echo $?`
`1`
- **read** gibt 0 zurück, solange Zeile gelesen wurde
- Bei EOF: Rückgabe 1
- **while command** wertet Exit-Code aus. Abbruch wenn $\neq 0$

39

Ergebnis einer Programmausführung mit `&&` und `||` verwenden:

- `cmd1 && cmd2`
= Kommando `cmd2` nur dann ausführen, wenn `cmd1` erfolgreich war (Exitcode 0)
- `cmd1 || cmd2`
= Kommando `cmd2` nur dann ausführen, wenn `cmd1` *nicht* erfolgreich war (Exitcode \neq 0)

Beispiele:

- `test -f README && cat README`
(Datei `README` nur ausgeben, wenn sie existiert)
- `zeile=$(read) || zeile="Leere_Eingabe"`
(Versuch, eine Zeile einzulesen. Falls keine Eingabe erfolgt, Variable auf den String "`Leere_Eingabe`" setzen)

40

- Idee: Endlosschleife mit Abfrage einer Zeilennummer
- Zeile ausgeben und mit `read` neue Version einlesen

```
...
while true; do # true gibt immer 0 (ok) zurück
  echo -n "Zeilennummer:_"; read input
  echo "Alt:_${zeilen[input]}"
  echo -n "Neu:_"; read -r
  zeilen[$input]="$REPLY"
done
```

- `echo`-Option `-n`: kein Zeilenumbruch

42

- Alternativ zu
`x=${x+1}`
ist auch
`((x++))` oder `((x=x+1))`
möglich → vgl. Praktikum, Kap. 3.4, `create_dirs.sh`

41

- Speichern, Abbruch, Ausgabe (zur Kontrolle)
- Programm soll Befehle `wq`, `q!` und `show` verstehen
- Test mit `if ... then ... fi`

```
...
echo -n "Zeilennummer:_"; read input
if [ $input == "wq" ]; then
  ...
fi
if [ $input == "q!" ]; then
  ...
fi
```

- `[...]` ist Kurzform für `test ...` (→ `help test`)

43

```
File operators:
-a FILE      True if file exists.
-b FILE      True if file is block special.
-c FILE      True if file is character special.
-d FILE      True if file is a directory.
-e FILE      True if file exists.
-f FILE      True if file exists and is a regular file.
-g FILE      True if file is set-group-id.
-h FILE      True if file is a symbolic link.
-L FILE      True if file is a symbolic link.
-k FILE      True if file has its 'sticky' bit set.
-p FILE      True if file is a named pipe.
-r FILE      True if file is readable by you.
-s FILE      True if file exists and is not empty.
-S FILE      True if file is a socket.
-t FD        True if FD is opened on a terminal.
-u FILE      True if the file is set-user-id.
-w FILE      True if the file is writable by you.
-x FILE      True if the file is executable by you.
-O FILE      True if the file is effectively owned by you.
-G FILE      True if the file is effectively owned by your group.
-N FILE      True if the file has been modified since it was last read.

FILE1 -nt FILE2 True if file1 is newer than file2 (according to modification date).

FILE1 -ot FILE2 True if file1 is older than file2.

FILE1 -ef FILE2 True if file1 is a hard link to file2.
```

44

```
$ test "A" == "B"; echo $?
1
$ test "A" == "A"; echo $?
0
$ test "A" -eq "A"; echo $?
-bash: test: A: integer expression expected
2
$ test "A" != "A"; echo $?
1
$ [ "A" != "A" ]; echo $?
1
$ [ 3 -lt 5 ]; echo $?
0
$ [ 3 -gt 5 ]; echo $?
1
$ [ 3 -eq 5 ]; echo $?
1
```

46

```
String operators:

-z STRING    True if string is empty.

-n STRING    True if string is not empty.

STRING1 = STRING2
              True if the strings are equal.
STRING1 != STRING2
              True if the strings are not equal.
STRING1 < STRING2
              True if STRING1 sorts before STRING2 lexicographically.
STRING1 > STRING2
              True if STRING1 sorts after STRING2 lexicographically.

Other operators:

-o OPTION    True if the shell option OPTION is enabled.
! EXPR      True if expr is false.
EXPR1 -a EXPR2 True if both expr1 AND expr2 are true.
EXPR1 -o EXPR2 True if either expr1 OR expr2 is true.

arg1 OP arg2 Arithmetic tests. OP is one of -eq, -ne, -lt, -le, -gt, or -ge.

Arithmetic binary operators return true if ARG1 is equal, not-equal, less-than,
less-than-or-equal, greater-than, or greater-than-or-equal than ARG2.
```

45

- Speichern mit `wq` (in Anlehnung an das `vi`-Kommando `wq`)
- Einfach alle Zeilen raus schreiben und beenden

```
if [ $input == "wq" ]; then
    for i in $( seq 0 ${lines-1} ); do
        printf "%s\n" "${zeilen[i]}"
    done > tmp.out # in temp. Datei speichern
    break         # break beendet die Schleife
fi
```
- Nach Verlassen der Schleife endet auch das Programm

47

- Beenden mit q! (in Anlehnung an das vi-Kommando q!)
- Noch einfacher: **break** und Programmende


```
if [ $input == "q!" ]; then
    break          # break beendet die Schleife
fi
```
- Kontrollausgabe mit show (implementieren wir als Funktion)


```
if [ $input == "show" ]; then
    show          # ruft Funktion show() auf
    continue     # diesen Schleifendurchlauf
fi              # beenden
```

48

```

1  #!/bin/bash
2  #
3  # Einfacher Zeilen-Editor
4
5  function show { for i in $( seq 0 $lines ); do
6                  printf "%3d:_" $i; echo "${zeilen[i]}"
7                  done
8  }
9
10 function fehler { echo "$0:_Fehler:_$1"; exit 1; }
11
12 # Test auf Fehler: Kein Dateiname (oder zu viele Argumente)
13 if [ $# -ne 1 ]; then
14     fehler "Aufruf:_$0:_filename."
15 fi
16
17 filename=$1
18
19 # Test auf Fehler: Datei nicht vorhanden
20 if [ ! -f $filename ]; then
21     fehler "Datei_\"$filename_\nexistiert_nicht."
22 fi
23
24 lines=$( wc -l < $filename )      # Anzahl Zeilen
25
26 for i in $( seq 0 $lines ); do
27     read -r; zeilen[$i]=$REPLY     # zeilenweise einlesen
28 done < $filename

```

50

- Es fehlt noch die Funktion show()
- Funktionsdeklaration: zwei gleichwertige Varianten


```
function fname { cmd1; cmd2; ... ; }
fname() { cmd1; cmd2; ... ; }
```
- Funktion kann Parameter über \$1, \$2 etc. auswerten


```
function show {
    for i in $( seq 0 $[lines-1] ); do
        printf "%3d:_" $i # Zeilennummer ausgeben
        echo "${zeilen[i]}"
    done
}
```

(show erhält keine Argumente; mögliche Anpassung: Start- und Endzeile)

49

```

29 show
30
31 while true; do
32     echo -n "Zeilennummer_oder_'wq',_'q!'_oder_'show'_eingeben:_"
33     read linenummer
34     if [ "$Z$linenummer" == "Z" ]; then
35         continue
36     fi
37     if [ $linenummer == "q!" ]; then
38         break
39     fi
40     if [ $linenummer == "wq" ]; then
41         for i in $( seq 0 $lines ); do
42             printf "%s\n" "${zeilen[i]}"
43         done > tmp.out
44         break
45     fi
46     if [ $linenummer == "show" ]; then
47         show
48         continue
49     fi
50

```

51

... oder mit readline:

```
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <readline/readline.h>      // mit -lreadline kompilieren!
#define MAX_LEN 80

static char *deftext = NULL;
static int set_deftext () { if (deftext) rl_insert_text (deftext); return 0; }

char *my_readline (char *prompt, char *prefill) {
    if (prefill != NULL) {
        deftext = prefill;           // Zeileninhalt vorbelegen
        rl_startup_hook = set_deftext; // readline soll set_deftext aufrufen
    }
    char *line = readline (prompt);
    rl_startup_hook = NULL;         // readline wieder auf Normalbetrieb
    return line;
}

int main (int argc, char *argv[]) {
    char *buffer; if (argc==2) buffer = argv[1]; else buffer = NULL;
    buffer = my_readline ("", buffer);
    fprintf (stderr, "%s\n", buffer); // neue Zeile auf stderr schreiben
}
```

56

- **read, read** -r, \$REPLY, wc, **printf**, seq
- stdin, stdout, stderr mit <, > und 2> umleiten
- Befehlsgruppe mit {}
- **function** {}
- Exitcode, \$?, **if ... then ... fi**
- [...], **test**, [-f datei]
- Array-Variablen, array[\$index]=..., \${array[index]}
- **while ... do ... done, continue, break**
- Ganze Schleifen umleiten: < o. ä. hinter **done**
- \$var vs. "\$var"
- &&, ||
- \$[x+1], ((x++))

58

Lösung 3: Was noch fehlt

Wenn man noch folgende Funktionen ergänzt, hat man einen brauchbaren Zeileneditor:

- Zeilen löschen, Leerzeilen einfügen
- Copy & Paste (für Zeilen und Blöcke von Zeilen)
- Suchen und Ersetzen
- Speichern unter Originalname, vorher Backup anlegen

→ alles recht einfach umzusetzen

57

Problem/Lösung 3: Neues Wissen (2)

for-Schleife:

```
for variable in liste; do
    cmd1
    cmd2 $variable
    ...
done
```

if-then-else:

```
if testcmd1; then
    cmd1
elif testcmd2; then # optional
    cmd2
else # optional
    cmd3
fi
```

while-Schleife:

```
while testcmd; do
    cmd1
    cmd2
    ...
done
```

- Schleife abbrechen: **break**
- einen Durchlauf abbrechen: **continue**

59

Problem 4: Verzeichnis-Abgleich

Ziel: Ausgabe der Form

```
[ 1] tex/tmp/swf-bs2-ws2020-b.tex
[ 1] pc1:    43772  13 0kt 11:43  94c55ba72a0289579c1
[ 1] pc2:    48102  20 0kt 21:12  a7d90cc7491966731a6
[ 2] tex/tmp/swf-bs2-ws2020-b.pdf
[ 2] pc1:    459549 19 0kt 20:01  678a767b87cdc6786dc
[ 2] pc2:    459549 20 0kt 21:35  a78676b87g6786fe786
[ 3] tex/tmp/swf-bs2-ws2020-b.log
[ 3] pc1:     9101  19 0kt 20:01  f10093176a786a67316
[ 3] pc2: <missing>
[ 4] tex/newtests/tmpfile.txt
[ 4] pc1: <missing>
[ 4] pc2:     701  20 0kt 23:12  9abbd78a9798a6sq133
```

61

Problem 4: Verzeichnis-Abgleich

- Sie verwalten auf zwei Rechnern gleichartige Ordnerstrukturen unterhalb ~/bs2/
- Diese werden öfter manuell (teil-)synchronisiert
- Frage: Welche Dateien unterscheiden sich?

Problem 4: Verzeichnis-Abgleich

- Ausgabeformat mit [1], [2] usw. ist auf Situation mit mehr als zwei Rechnern erweiterbar
- Konfiguration für Tool soll wie folgt gespeichert werden:


```
machine=username1@pcname1:basedir1
machine=username2@pcname2:basedir2
...
```
- statt username1@pcname1 auch Angabe local möglich

- Zerlegen in Teilaufgaben
- Untersuchung eines Rechners
 - Dateiliste erstellen
 - Für jede Datei Hash berechnen und notieren
- Hash-Listen der Rechner sammeln und auswerten

Wir brauchen:

- Tool zur Hash-Berechnung (→ md5sum)
- Tools für Remote-Befehlsausführung und Remote-Dateizugriff (→ ssh, scp)

```
#!/bin/bash

echo "C-style_for_loop:"
for ((i=0; i<10; i++)); do
  echo -n "$i_"
  if [ $i -eq 4 ]; then
    i=7
  fi
done
echo

echo "bash-style_for_loop:"
for i in {0..9}; do
  echo -n "$i_"
  if [ $i -eq 4 ]; then
    i=7
  fi
done
echo
```

- Programm erzeugt Ausgabe:


```
C-style for loop:
0 1 2 3 4 8 9
bash-style for loop:
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
```
- {0..9} ist Alternative zu \$(seq 0 9)

63

65

```
#!/bin/bash
CONFIG_FILE=machines.conf
MACHINE_PATTERN=machine=[^@]+@[^:]+:.*
# example 1: machine=username1@pcname1:basedir1
# example 2: machine=local:basedir1
i=0
while read; do
  if [[ $REPLY =~ $MACHINE_PATTERN ]]; then
    machine[$i]="$REPLY"; let i++
  fi
done < $CONFIG_FILE
machines=$i

for ((i=0; i<$machines; i++)); do
  get_data ${machine[i]} # <-- Funktion!
done
```

get_data muss ...

- das Argument \$1 zerlegen:


```
machine=username1@pcname1:basedir1
→ username1, pcname1, basedir1
machine=local:basedir1 → basedir1
```
- Trennzeichen sind =@:
- Hier hilft die Shell-Variable \$IFS (internal field separator)


```
$ string='machine=username1@pcname1:basedir1'
$ IFS="=@:"; for i in $string; do echo $i; done
machine
username1
pcname1
basedir1
```

64

66

Typisches Beispiel für \$IFS-Einsatz: Arbeiten mit /etc/passwd

```
student@linux:~> tail -4 /etc/passwd
student:x:1000:100:Student:/home/student:/bin/bash
svn:x:485:483:user for svnserve:/srv/svn:/sbin/nologin
student01:x:1001:100::/home/student01:/bin/bash
student@linux:~> tail -1 /etc/passwd > pw; read var < pw
student@linux:~> echo $var
student01:x:1001:100::/home/student01:/bin/bash
student@linux:~> IFS=":"; for i in $var; do echo $i; done
student01
x
1001
100

/home/student01
/bin/bash
student@linux:~> IFS="$old_IFS"
```

67

```
function get_data {
  old_IFS="$IFS"; IFS="=:@"
  index=0
  for arg in $1; do
    case $index in
      0) ;; # "machine"
      1) user=$arg;; # "username1"
      2) host=$arg;; # "pcname1"
      3) dir=$arg;; # "basedir1"
    esac
    let index++
  done
  IFS="$old_IFS"
  if [ $index -eq 3 ]; then # local
    dir=$host; unset user host
  fi

  if test -n "$user"; then
    echo Remote-Funktion nicht installiert
    return
  fi
}
```

...

69

Was steht standardmäßig in \$IFS? Ausgabe von echo \$IFS nicht hilfreich, aber ...

```
$ echo -n "$IFS" | hexdump -C
00000000 20 09 0a | ..|
```

- 0x20 = 32 = Leerzeichen
- 0x09 = 9 = Tabulator (\t)
- 0x0a = 10 = Zeilenumbruch (\n)

68

```
...
filename_prefix="${dir//\//:}"
current_dir="$PWD"
cd "$dir"
find . -type f | cut -c3- > ${current_dir}/${filename_prefix}.files
cd "$current_dir"; rm -f ${filename_prefix}.tmpdata
while read file; do
  sum=$( md5sum "$dir/$file" | cut -f1 -d" ")
  date=$( stat -c '%y' "$dir/$file" | cut -c1-16 | tr ' :' '-.' )
  size=$( stat -c '%s' "$dir/$file" )
  echo "$file!$sum!$date!$size" >> ${filename_prefix}.tmpdata
done < ${filename_prefix}.files

sort ${filename_prefix}.tmpdata > ${filename_prefix}.data
cut -f1,2 -d! < ${filename_prefix}.data > ${filename_prefix}.sums
}
```

- Warum while read file; ... < XXX.files statt for file in \$(cat XXX.files) ...?
- Was machen md5sum und stat?

70

```

student@linux:~> ls -l main.sh
-rwxr-xr-x 1 student users 1485 21. Okt 01:31 main.sh
student@linux:~> md5sum main.sh
c70036627f7800fb7a9f703832cc1c76  main.sh
student@linux:~> md5sum main.sh | cut -f1 -d" "
c70036627f7800fb7a9f703832cc1c76
student@linux:~> stat main.sh
  Datei: "main.sh"
  Größe: 1485          Blöcke: 8          EA Block: 4096   reguläre Datei
Gerät: 803h/2051d      Inode: 131545     Verknüpfungen: 1
Zugriff: (0755/-rwxr-xr-x) Uid: ( 1000/ student)  Gid: ( 100/  users)
Zugriff   : 2020-10-21 01:31:32.452832973 +0200
Modifiziert: 2020-10-21 01:31:30.788832868 +0200
Geändert  : 2020-10-21 01:31:30.788832868 +0200
Geburt    : -
student@linux:~> stat -c '%y' main.sh
2020-10-21 01:31:30.788832868 +0200
student@linux:~> stat -c '%y' main.sh | cut -c1-16
2020-10-21 01:31
student@linux:~> stat -c '%y' main.sh | cut -c1-16 | tr ' :' '-.'
2020-10-21-01.31
student@linux:~> stat -c '%s' main.sh
1485

```

71

- Bisher erreicht: Vergleich von zwei lokalen Verzeichnissen
→ dafür kein Skript nötig, rekursives diff:


```
student@linux:~> diff -rq tmp tmp2
```

 Files tmp/a/readme.txt and tmp2/a/readme.txt differ
Files tmp/b/passwd and tmp2/b/passwd differ
- Ausgabe nicht im gewünschten Format (mit Datum und Größe)
- Kein paralleler Vergleich von mehr als zwei Ordnern
- Keine Remote-Ausführung

73

Skript erzeugt z. B. für Ordner /home/student/tmp eine Datei

:home:student:tmp.data mit Inhalt der Form

```

a/fstab!94016421866bedeeb88276d027108db9!2020-10-21-02.36!237
a/readme.txt!cfba969536b62ee7757892ca94755ea8!2020-10-21-02.38!1471
b/passwd!186bb83efb888e9699f6a85055aa46f1!2020-10-21-02.36!1818

```

(Aufbau: Pfad:MD5-Summe:Zeitstempel:Größe) und verkürzte

Versionen :home:student:tmp.sums (Pfad + MD5) der Form

```

a/fstab!94016421866bedeeb88276d027108db9
a/readme.txt!cfba969536b62ee7757892ca94755ea8
b/passwd!186bb83efb888e9699f6a85055aa46f1

```

Schneller Vergleich zweier Ordner mit diff möglich:

```

student@linux:~> diff -y --suppress-common-lines *.sums
a/readme.txt!bcea167c1f22c622ac61e94d5a210955 | a/readme.txt!cfba969536b62ee7
b/passwd!e7b7d55f88b57148ff6563d99c5faa7b | b/passwd!186bb83efb888e9699f6

```

72

- Idee: Skript kopiert sich auf alle Zielrechner und führt sich dort aus
- Skript-Parameter -r soll angeben, dass eine lokale Kopie (und nicht der „Master“) läuft
- alten Code-Block in get_data()

```

...
  if test -n "$user"; then
    echo Remote-Funktion nicht installiert
    return
  fi
...

```

passend ersetzen

74

- Für Remote-Zugriff: ssh und scp (Secure Shell bzw. Copy)
 - ssh user@machine (Login auf machine)
 - ssh user@machine cmd (Kommando cmd auf machine ausführen)
 - Komplexere Kommandos: in "... " setzen
 - scp path1 user@machine:path2 bzw. scp user@machine:path1 path2 (Datei transferieren)
 - Bei identischem Usernamen auf beiden Rechnern: user@ weglassen
- Problem: ssh und scp fragen Passwort ab
 - automatischen Login über Public key einrichten
 - ssh-keygen -t rsa auf pc1 erzeugt Schlüssel .ssh/id_rsa.pub,
 - diese Datei auf pc2 an .ssh/authorized_keys anhängen

75

Zwischenstand nach diesen Ergänzungen:

```

student@linux-us1d:~/prakt/problem4> cat machines.conf
machine=local:/tmp/dir1
machine=student@localhost:/tmp/dir2
machine=local:/tmp/dir3
machine=local:/tmp/dir4

student@linux-us1d:~/prakt/problem4> ./main.sh
student@linux-us1d:~/prakt/problem4> ls -l
insgesamt 52
-rw-r--r-- 1 student users 109 28. Okt 01:35 machines.conf
-rwxr-xr-x 1 student users 4835 28. Okt 02:08 main.sh
-rw-r--r-- 1 student users 334 28. Okt 02:08 student@localhost::tmp:dir2.data
-rw-r--r-- 1 student users 239 28. Okt 02:08 student@localhost::tmp:dir2.sums
-rw-r--r-- 1 student users 79 28. Okt 01:32 test.sh
drwxr-xr-t 3 student users 4096 28. Okt 01:33 tmp
-rw-r--r-- 1 student users 334 28. Okt 02:08 :tmp:dir1.data
-rw-r--r-- 1 student users 239 28. Okt 02:08 :tmp:dir1.sums
-rw-r--r-- 1 student users 269 28. Okt 02:08 :tmp:dir3.data
-rw-r--r-- 1 student users 193 28. Okt 02:08 :tmp:dir3.sums
-rw-r--r-- 1 student users 269 28. Okt 02:08 :tmp:dir4.data
-rw-r--r-- 1 student users 193 28. Okt 02:08 :tmp:dir4.sums
student@linux-us1d:~/prakt/problem4>

```

77

Neuer Code in get_data():

```

if test -n "$user"; then
# Remote!
tmpfile=tmpfile.txt # temporärer Dateiname
scp -q $0 ${user}@${host}:/tmp/ # Skript auf Ziel-PC kopieren
ssh ${user}@${host} chmod a+x /tmp/$0 # dort ausführbar machen
# machines.conf auf Ziel-PC erzeugen: Trick mit SSH und Pipe
echo machine=local:${dir} | ssh ${user}@${host} "cat >_>/tmp/machines.conf"
# Skript auf Ziel-PC ausführen (dort: mit Parameter -r !)
ssh ${user}@${host} "cd /tmp/;_>/tmp/$0 -r"
# rausfinden, welche Dateien auf Ziel-PC erzeugt wurden
remote_files=$( ssh ${user}@${host} \
"cd /tmp/;_>ls -tr1 *.data *.sums |_>tail -2" )
# Dateien vom Ziel-PC hierher kopieren und passend benennen
for file in $remote_files; do
scp -q ${user}@${host}:/tmp/${file} $tmpfile
mv $tmpfile "${user}@${host}:${file}"
done
return
fi

```

76

Jetzt kommt der schwierigste Teil: die Auswertung

- Ziel: Dateien ausgeben, die
 - auf mind. einem Rechner verschieden sind (MD5-Summen!)
 - auf mind. einem Rechner fehlen
- Skript muss die *.data-Dateien auswerten und zu jeder Datei (die es auf mind. einem Rechner gibt) Daten verwalten und vergleichen
- Gesucht: Mechanismus, der „Die Datei hab ich schon gesehen“ umsetzt
- Neuer Shell-Datentyp: Dictionary (auch: Hash, assoziatives Array), braucht bash-Version ≥ 4

78

- Deklaration der Dictionary-Variablen `dict` mit **declare** `-A dict`
- Eintragen: `dict["key"]="value"`
(`"key"` und `"value"` sind Strings; auch Variablen nutzbar: `dict[$key]=$value`)
- Auslesen: **echo** `${dict["key"]}` oder (wenn der Key in einer Variablen steht) **echo** `${dict[$key]}`
- **Achtung:** Vergleich mit Arrays: **echo** `${array[index]}` – ohne `$` vor `index` (siehe Problem 3)
→ Das geht nur bis `bash`-Version 3; in `bash` 4 auch hier: **echo** `${array[$index]}` !
- Über `keys` iterieren: **for** `i in "${!dict[@]}"; do ...`
- Über `values` iterieren: **for** `i in "${dict[@]}"; do ...`

79

Jetzt weiter:

```
...
if [ "$REMOTE_EXEC" = "-r" ]; then
    exit # Auswertung nur auf lokaler Maschine
fi

# Header für Ausgabe erzeugen
for (( i=0; i<$machines; i++ )); do
    echo "pc$i_=${machine[i]}"
done
echo
...
```

und dann

- `.data`-Dateien verarbeiten
- jeden Eintrag in Dateiname, Hash, Datum, Größe zerlegen
- Dateiname als `key` verwenden und damit Einträge in Dictionaries `hashes`, `dates`, `sizes` erzeugen

81

Lösung 4: Datenabgleich (2)

Zur Erinnerung: Hauptprogramm bisher (vgl. Folie 64):

```
#!/bin/bash
CONFIG_FILE=machines.conf
MACHINE_PATTERN=machine=[^@]+@[^:]+\|local):.+
REMOTE_EXEC=$1 # bei Remote-Ausführung: "-r" (neu)

if [ ! $BASH_VERSION \> 4 ]; then
    echo "Brauche_Bash_>=4.0"; exit # Dictionaries! (neu)
fi

i=0
while read; do
    if [[ $REPLY =~ $MACHINE_PATTERN ]]; then
        machine[$i]="$REPLY"; let i++
    fi
done < $CONFIG_FILE
machines=$i

# Daten der verschiedenen Ordner sammeln
for ((i=0; i<$machines; i++)); do get_data ${machine[i]}; done
...
```

80

Lösung 4: Datenabgleich (4)

Ansatz:

```
declare -A hashes dates sizes count # Dictionaries (bash 4)
for ((i=0; i<$machines; i++)); do
    # Eine Datei auslesen
    datafile=$( echo ${machine[i]} |
                sed -e s/^machine=// -e s/^local:// -e s/\.data/ | \
                tr "/" ":" )

    while read; do # Eine .data-Datei auswerten
        line=$REPLY
        filename=${line%%\!*}; tmp_rest=${line#\!*}
        hash=${tmp_rest%%\!*}; tmp_rest=${tmp_rest#\!*}
        date=${tmp_rest%%\!*}; size=${tmp_rest#\!*}
        ##### TO DO: Dictionaries aktualisieren
    done < $datafile
    ...
done
```

Was machen `${line%%\!*}` und `${line#\!*}`?

82

```
$ line='Daten/test1.txt!d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e!201
6-10-28-01.32!4192'
$ filename=${line%%\!*}; tmp_rest=${line#\!*}
$ echo $filename; echo $tmp_rest
Daten/test1.txt
d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e!2020-10-28-01.32!4192
$ hash=${tmp_rest%%\!*}; tmp_rest=${tmp_rest#\!*}
$ echo $hash; echo $tmp_rest
d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e
2020-10-28-01.32!4192
$ date=${tmp_rest%%\!*}; size=${tmp_rest#\!*}
$ echo $date; echo $size
2020-10-28-01.32
4192
```

- `${var%muster}` : muster hinten abschneiden (*greedy*)
- `${var#muster}` : muster vorne abschneiden (*non-greedy*)
- Es gibt auch `${var%muster}` und `${var##muster}`

83

Einheitliche Struktur erreichen wir durch manuell eingefügte Leerzeilen:

```
# Dictionaries aktualisieren
if [ "${hashes[$filename]}" = "" ]; then
# Datei taucht zum 1. Mal auf
extra=""; num=1
for ((j=0; j<$i; j++)); do extra=$extra"\n"; ((num++)); done
hashes[$filename]=$extra$hash
dates[$filename]=$extra$date
sizes[$filename]=$extra$size
count[$filename]=$num
else
# Datei war schon da
hashes[$filename]="${hashes[$filename]}"\n"$hash # append
dates[$filename]="${dates[$filename]}"\n"$date # append
sizes[$filename]="${sizes[$filename]}"\n"$size # append
(( count[$filename]++ ))
fi
```

85

Lösung 4: Datenabgleich (5)

Das Aktualisieren der Dictionaries sieht zunächst einfach aus

- Nach dem Deklarieren gibt es keine Einträge,
- `${dict[key]}` liefert für jeden `key` "" zurück
- also einfach immer neuen Wert anhängen:

```
hashes[$filename]="${hashes[$filename]}"\n"$hash
dates[$filename]="${dates[$filename]}"\n"$date
sizes[$filename]="${sizes[$filename]}"\n"$size
(( count[$filename]++ ))
```

(mit Zeilenumbruch "\n" als Trenner)
- Diese Lösung funktioniert, wenn alle Dateien in allen Ordnern existieren
- Wenn nicht, gibt es für solche Dateien weniger Einträge als Maschinen

84

Lösung 4: Datenabgleich (7)

Leerzeilen ggf. an vorhandene Einträge anhängen:

```
for ((i=0; i<$machines; i++)); do # noch mal die ganze Schleife
datafile=... # im Überblick
while read; do # ...
# filename, hash, date, size setzen # ...
# Dictionaries aktualisieren # ...
done < $datafile # ...

# ggf. Leerzeilen anhängen
if [ $i -gt 0 ]; then
for filename in "${!hashes[@]}"; do
if [ ${count[$filename]} -lt ${i+1} ]; then
hashes[$filename]="${hashes[$filename]}"\n"
dates[$filename]="${dates[$filename]}"\n"
sizes[$filename]="${sizes[$filename]}"\n"
(( count[$filename]++ ))
fi
done
fi
done # Ende äußere Schleife
```

86

Für eine Beispieldatei test3.txt, die auf drei Rechnern liegt, kann sich jetzt ergeben:

```
hashes[test3.txt] = d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e
                   e3577c206a2f8eb4ef57f8b7ece4c44d
                   e3577c206a2f8eb4ef57f8b7ece4c44d

sizes[test3.txt]  = 4673
                   3211
                   3211

dates[test3.txt]  = 2020-10-28-01.32
                   2020-10-28-01.32
                   2020-10-28-01.32
```

Da die Hashes nicht alle gleich sind, soll eine Ausgabe erfolgen; das geht z. B. (relativ) bequem mit pr:

```
$ seq 1 12 | pr -3 -t           $ seq 1 12 | pr -3 -t -s" "
1         5         9         1 5 9
2         6         10        2 6 10
3         7         11        3 7 11
4         8         12        4 8 12

$ echo 1 2 3 | xargs printf "%s %s %s\n"
1 2 3
$ # gleiche Wirkung wie
$ printf "%s %s %s\n" 1 2 3
1 2 3

$ find -type f           $ find -type f | xargs -i{} echo cp {} {}.bak
./test.sh               cp ./test.sh ./test.sh.bak
./main.sh               cp ./main.sh ./main.sh.bak
./test2.sh              cp ./test2.sh ./test2.sh.bak
./machines.conf         cp ./machines.conf ./machines.conf.bak
```

87

89

Lösung 4: Datenabgleich (9)

```
{ echo -e ${sizes[$filename]}
  echo -e ${dates[$filename]}
  echo -e ${hashes[$filename]}
} | pr -3 -t -s "␣" | xargs printf "%s␣%s␣%s\n"
```

erzeugt Ausgabe der Form

```
4673 2020-10-28-01.32 d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e
3211 2020-10-28-01.32 5e6d4955ac1c39e3f9b5bb115e00c4ca
3211 2020-10-28-01.32 5e6d4955ac1c39e3f9b5bb115e00c4ca
```

(und das ist schon nah am Ziel)

- pr -3 verteilt Eingabe auf drei Ausgabespalten
- Optionen -t (keine Header/Footer), -s "␣" (Leerzeichen als Spaltentrenner)
- xargs macht aus Standardeingabe Argumente für den folgenden Befehl

Lösung 4: Datenabgleich (10)

Letzte Arbeiten: nur Dateien mit Änderungen ausgeben, Ausgabe schöner formatieren

```
# Abweichungen suchen
treffer=0
for filename in "${!hashes[@]}; do
  # Anzahl der verschiedenen Hash-Einträge (bei Gleichheit: 1)
  num=$( echo -e ${hashes[$filename]} | sed 's/^\$/MISSING/' | \
    sort -u | wc -l )
  if [ $num > 1 ]; then
    ((treffer++))
    printf "[%2d]␣%s:\n" $treffer $filename
    {
      for ((i=0; i<$machines; i++)); do echo $treffer; done
      for ((i=0; i<$machines; i++)); do echo "pc$i:"; done
      echo -e ${sizes[$filename]} | sed 's/^\$/<missing>/'
      echo -e ${dates[$filename]} | sed 's/^\$/-/-'
      echo -e ${hashes[$filename]} | sed 's/^\$/-/-'
    } | pr -5 -t -s"␣" | xargs printf "[%2d]␣%s␣%10s␣%-17s␣%s\n"
  fi
done
```

88

90

```

student@linux-us1d:~/prakt/problem4> ./main.sh
pc0 = machine=local:/tmp/dir1
pc1 = machine=student@localhost:/tmp/dir2
pc2 = machine=local:/tmp/dir3
pc3 = machine=local:/tmp/dir4

[ 1] Daten/test3.txt:
[ 1] pc0:      0 2016-10-28-01.32 d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e
[ 1] pc1: <missing> - -
[ 1] pc2: <missing> - -
[ 1] pc3: <missing> - -
[ 2] Daten/test2.txt:
[ 2] pc0:      0 2016-10-28-01.32 d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e
[ 2] pc1:      7 2016-10-28-01.32 5e6d4955ac1c39e3f9b5bb115e00c4ca
[ 2] pc2:      7 2016-10-28-01.32 5e6d4955ac1c39e3f9b5bb115e00c4ca
[ 2] pc3:      7 2016-10-28-01.32 5e6d4955ac1c39e3f9b5bb115e00c4ca
[ 3] Daten/test4.txt:
[ 3] pc0: <missing> - -
[ 3] pc1:      0 2016-10-28-01.32 d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e
[ 3] pc2:      6 2016-10-28-01.32 e3577c206a2f8eb4ef57f8b7ece4c44d
[ 3] pc3:      6 2016-10-28-01.32 e3577c206a2f8eb4ef57f8b7ece4c44d
[ 4] Bilder/2.jpg:
[ 4] pc0:      0 2016-10-28-01.32 d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e
[ 4] pc1:      0 2016-10-28-01.32 d41d8cd98f00b204e9800998ecf8427e
[ 4] pc2: <missing> - -
[ 4] pc3: <missing> - -
student@linux-us1d:~/prakt/problem4>

```

91

```

32 for file in $remote_files; do
33     scp -q ${user}@${host}:/tmp/${file} tmpfile
34     mv tmpfile "${user}@${host}:${file}"
35 done
36 return
37 fi
38
39 filename_prefix="{dir//\//:}"
40 current_dir="$PWD"
41 cd "$dir"
42 find . -type f | cut -c3- > ${current_dir}/${filename_prefix}.files
43 cd "$current_dir"; rm -f ${filename_prefix}.tmpdata
44 while read file; do
45     sum=$( md5sum "$dir/$file" | cut -f1 -d" ")
46     date=$( stat -c '%y' "$dir/$file" | cut -c1-16 | tr ' :' '-.' )
47     size=$( stat -c '%s' "$dir/$file" )
48     echo "$file:$sum:$date:$size" >> ${filename_prefix}.tmpdata
49 done < ${filename_prefix}.files
50
51 sort ${filename_prefix}.tmpdata > ${filename_prefix}.data
52 cut -f1,2 -d' < ${filename_prefix}.data > ${filename_prefix}.sums
53 rm ${filename_prefix}.*{files,tmpdata}
54 }
55
56 # Hauptprogramm
57 if [ ! $BASH_VERSION > 4 ]; then
58     echo "Brauche_Bash_>=4.0"
59     exit
60 fi
61
62

```

93

Lösung 4: Komplette Lösung (1)

```

1 #!/bin/bash
2 CONFIG_FILE=machines.conf
3 MACHINE_PATTERN=machine=([^\@]+@[^\:]+\|local):.+
4 # example 1: machine=username1@pcname1:basedir1
5 # example 2: machine=local:basedir1
6
7 function get_data {
8     old_IFS="$IFS"; IFS="=:@"
9     index=0
10    for arg in $1; do
11        case $index in
12            0) ;; # "machine"
13            1) user=$arg;; # "username1"
14            2) host=$arg;; # "pcname1"
15            3) dir=$arg;; # "basedir1"
16        esac
17        let index++
18    done
19    IFS="$old_IFS"
20    if [ $index -eq 3 ]; then # local
21        dir=$host; unset user host
22    fi
23
24    if test -n "$user"; then
25        # Remote!
26        tmpfile=tmpfile.txt
27        scp -q $0 ${user}@${host}:/tmp/
28        ssh ${user}@${host} chmod a+x /tmp/$0
29        echo machine=local:${dir} | ssh ${user}@${host} "cat_>/tmp/machines.conf"
30        ssh ${user}@${host} "cd_>/tmp/;_>/tmp/$0_r" # Parameter -r !
31        remote_files=$( ssh ${user}@${host} "cd_>/tmp/;_>ls_>-tr1_*.data_*.sums_|tail_>-2" )

```

92

Lösung 4: Komplette Lösung (3)

```

63 REMOTE_EXEC=$1 # Hier steht bei Remote-Ausführung "-r" drin
64
65 i=0
66 while read; do
67     if [[ $REPLY =~ $MACHINE_PATTERN ]]; then
68         machine[i]=$REPLY;
69         let i++
70     fi
71 done < $CONFIG_FILE
72 machines=$i
73
74 # Daten der verschiedenen Ordner sammeln
75 for ((i=0; i<$machines; i++)); do
76     get_data ${machine[i]}
77 done
78
79 if [ "$REMOTE_EXEC" = "-r" ]; then
80     exit # Auswertung nur auf lokaler Maschine
81 fi
82
83 # Daten auswerten
84 for ((i=0; i<$machines; i++ )); do
85     echo "pc$i_>_>{machine[i]}"
86 done
87 echo
88
89 declare -A hashes dates sizes count # Hash-Datenstrukturen
90 for ((i=0; i<$machines; i++)); do
91     # Eine Datei auslesen
92     datafile=$( echo ${machine[i]} |
93         sed -e s/^machine=// -e s/^local:// -e s/./data/ | \

```

94

```

94         tr "/" ":" )
95
96 while read; do
97     line=$REPLY
98     filename=${line%%!*}; tmp_rest=${line#!}
99     hash=${tmp_rest%%!*}; tmp_rest=${tmp_rest#!}
100    date=${tmp_rest%%!*}; size=${tmp_rest#!}
101
102    if [ "${hashes[$filename]}" = "" ]; then
103        # Datei taucht zum 1. Mal auf
104        extra=""; num=1
105        for ((j=0; j<$i; j++)); do extra=$extra"\n"; ((num++)); done
106        hashes[$filename]=$extra$hash
107        dates[$filename]=$extra$date
108        sizes[$filename]=$extra$size
109        count[$filename]=$num
110    else
111        # Datei war schon da
112        hashes[$filename]="${hashes[$filename]}"\n"$hash # append
113        dates[$filename]="${dates[$filename]}"\n"$date # append
114        sizes[$filename]="${sizes[$filename]}"\n"$size # append
115        (( count[$filename]++ ))
116    fi
117 done < $datafile
118
119 # ggf. Leerzeilen anhängen
120 if [ $i -gt 0 ]; then
121     for filename in "${!hashes[@]}; do
122         if [ ${count[$filename]} -lt $i ]; then
123             hashes[$filename]="${hashes[$filename]}"\n"
124             dates[$filename]="${dates[$filename]}"\n"

```

95

- Pattern-Vergleich mit `[[$v1 =~ $v2]]` (war schon mal da)
- **let** `i++` statt `((i=i+1))` oder `i=${i+1}`
- C-Style-**for**-Schleife: **for** `((i=0; i<5; i++)); do ...`
- String zerlegen, `$IFS` anpassen
- `hexdump`
- Fallunterscheidung mit **case** `$x in ... ;; ... esac`
- Einfaches Suchen/Ersetzen in Variablen mit `${var//alt/neu}`
- `find path -type f`
- `md5sum, stat -c, diff, pr, xargs, ssh, scp`
- Dictionaries, **declare** `-A, key + value` (nur in bash 4.x)
- Variablen abschneiden mit `${var%muster}`, `${var%%muster}`, `${var##muster}`

97

Lösung 4: Komplette Lösung (5)

```

125     sizes[$filename]="${sizes[$filename]}"\n"
126     (( count[$filename]++ ))
127 fi
128 done
129 fi
130 done
131
132 # Abweichungen suchen
133 treffer=0
134 for filename in "${!hashes[@]}; do
135     # Anzahl der verschiedenen Hash-Einträge (bei Gleichheit: 1)
136     num=$( echo -e "${hashes[$filename]} | sed 's/^$/MISSING/' | sort -u | wc -l )
137     if [ $num \> 1 ]; then
138         ((treffer++))
139         printf "[%2d]_s:\n" $treffer $filename
140         {
141             for ((i=0; i<$machines; i++)); do echo $treffer; done
142             for ((i=0; i<$machines; i++)); do echo "pc$i:"; done
143             echo -e "${sizes[$filename]} | sed 's/^$/<missing>/'
144             echo -e "${dates[$filename]} | sed 's/^$/-/'"
145             echo -e "${hashes[$filename]} | sed 's/^$/-/'"
146         } | pr -5 -t -s"_" | xargs printf "[%2d]_s_u%10s_u%-17s_u%\n"
147     fi
148 done
149
150 rm *.data *.sums # Aufräumen

```

Problem 5: Das CSV-Problem

- CSV-Dateien (Comma-Separated Values) sind ein beliebtes Exportformat für Daten mit Tabellenstruktur
- klassisch: Komma als Feldtrenner (daher der Name)
- alternativ: beliebiger Trenner
- Beispiel:

```
1 # Name,Vorname,Matr.Nr.,Note
2 Maier,Maria,123456,1.0
3 Müller,Markus,234567,2.0
4 Ohflein,Thomas,323232,5.0
5 Ritter,Roman,432432,1.3
```

98

- CSV-Dateien mit Trenner im Feldinhalt
 - 1 # Kurs,Name,Vorname,Matr.Nr.,Note
 - 2 BS 1,Maier,Maria,123456,1.3
 - 3 "BS_2, Vorlesung",Maier,Maria,123456,1.0
 - 4 "BS_2, Praktikum",Maier,Maria,123456,2.3
 - 5 BS 1,Müller,Markus,234567,2.0

- Einfache Trenner-Angabe funktioniert nicht mehr:

```
$ tail -n +2 noten2.dat | cut -d, -f2,4
Maier,123456
Vorlesung",Maria
Praktikum",Maria
Müller,234567
```

100

- Mit grep, sed, column -s, sort -t, cut -d etc. können wir CSV-Dateien schon ganz gut verarbeiten – dank „field separators“ / „delimiters“

- Beispiel:

```
$ grep -v -e ^# -e ^$ noten.dat | \
  cut -d, -f1,4 | sort -t, -k2 -n | \
  sed 's/\([^,]*\),\([^.*\)]/\2,\1/'
```

```
1.0,Maier
1.3,Ritter
2.0,Müller
5.0,Ohflein
```

- Problem: Trenner kann in Feld vorkommen
- CSV-Lösung: Feld in Anführungszeichen setzen

99

Aufgabenstellung: Mit CSV-Dateien wie gewohnt arbeiten:

- Zeilen auswählen (wie grep),
- Spalten auswählen (wie cut),
- sortieren,
- Text ersetzen etc.

Aber mit cut, grep etc. kommen wir da nicht weiter.

101

- Was tun?

- Was tun?
- Trenner antworten auf: „Was ist zwischen den Feldern?“
- Alternative: „Wie sieht ein Feld aus?“
 - (1) etwas ohne Kommata: `[^,]+`
 - (2) etwas in Anführungszeichen: `"[^"]+"`
 - zusammen: `([^,]+)|("[^"]+")`
- Hier hilft **awk**:


```
$ tail -n +2 noten2.dat | \
  awk '{ print $1 }' FPAT='([^\,]+)|("[^"]+")'
```

BS 1
"BS 2, Vorlesung"
"BS 2, Praktikum"
BS 1

102

102

- Was tun?
- Trenner antworten auf: „Was ist zwischen den Feldern?“
- Alternative: „Wie sieht ein Feld aus?“
 - (1) etwas ohne Kommata: `[^,]+`
 - (2) etwas in Anführungszeichen: `"[^"]+"`
 - zusammen: `([^,]+)|("[^"]+")`

- **awk**, benannt nach
 - Alfred V. **Aho** (→ Koautor von „Compilers: Principles, Techniques, and Tools“),
 - Peter J. **Weinberger**,
 - Brian W. **Kernighan** (→ Mitentwickler von C; „K&R C“, Koautor von „The C Programming Language“)
- Skriptsprache, „*data-driven*“ (vs. prozedural)
- sehr mächtiges Tool, heute oft als GNU awk (gawk) im Einsatz

102

103

awkgrepsedpwd.gif fehlt hier
aus Copyright-Gründen.

Zur Aufgabenstellung (nach Noten sortierte Liste mit Note, Vorname+Nachname, Veranstaltung):

```
$ awk '$5 ~ "^[0-9]+"' { print $5 ":" $3 " " $2 ":" \
    $1 }' FPAT='([^,]+)|("[^"]+")' noten2.dat | sort -n
1.0: Maria Maier: "BS 2, Vorlesung"
1.3: Maria Maier: BS 1
2.0: Markus Müller: BS 1
2.3: Maria Maier: "BS 2, Praktikum"
```

(Autor: unbekannt, online z. B. unter <http://teaching.idallen.com/cst8207/15f/notes/data/>,

1999er Variante von Userfriendly: <http://ars.userfriendly.org/cartoons/?id=19990815>)

104

106

Lösung 5: CSV-Dateien verarbeiten (3)

Was macht der kurze **awk**-Befehl?

```
awk '{ print $1 }' FPAT='([^,]+)|("[^"]+")'
```

- liest von stdin, schreibt nach stdout
- zerlegt jede Eingabezeile in Felder und gibt Feld 1 (\$1) aus
- zur Zerlegung in Felder dient die Felddefinition über `([^,]+) | ("[^"]+")` (via FPAT, „Field Pattern“)

Mehr zu **awk**: später, alternativ diverse Bücher, z. B.

„The GNU Awk User's Guide“,

<https://www.gnu.org/software/gawk/manual/gawk.html>

105

Lösung 5: CSV-Dateien verarbeiten (5)

awk-Befehl zu unübersichtlich? → separates Skript erstellen:

```
$ cat extract-csv.awk
BEGIN {
    FPAT = "([^,]+)|(\"[^\"]+\")"
}
$5 ~ "^[0-9]+"' {
    print $5 ":" $3 " " $2 ":" $1
}
```

```
$ awk -f extract-csv.awk noten2.dat | sort -n
1.0: Maria Maier: "BS 2, Vorlesung"
1.3: Maria Maier: BS 1
2.0: Markus Müller: BS 1
2.3: Maria Maier: "BS 2, Praktikum"
```

107

Anwendung in Kombination mit column:

```
$ awk '$0 != "" { gsub(/^"/, "", $1); gsub(/"$/, "", $1); print $1 "\t" $2 "\t" $3 "\t" $4 "\t" $5 }' \
  FPAT='([^\,]+)|("[^"]+)"' noten2.dat | \
  column -t -s $'\t'
```

#	Kurs	Name	Vorname	Matr.Nr.	Note
BS 1		Maier	Maria	123456	1.3
BS 2, Vorlesung		Maier	Maria	123456	1.0
BS 2, Praktikum		Maier	Maria	123456	2.3
BS 1		Müller	Markus	234567	2.0

- dritte Zeile ausgeben: `awk 'NR==3 {print}' file`
- gerade Zeilen: `awk 'NR % 2 == 0 {print}' file`
- Eintrag in /etc/passwd mit User-ID 249:
`awk '$3 == "249" {print}' FS=":" /etc/passwd`
(FS = Field Separator)
- Einträge mit User-ID = Group-ID, nur Username und ID:
`awk '$3 == $4 {print $1":"$3}' FS=":" /etc/passwd`
- Nach je vier Zeilen ===== ausgeben:
`awk '{print} NR % 4 == 0 {print "=====}"' file`
- Warnung bei Leerzeilen:
`awk '/^$/ {print "Warnung:␣Zeile␣" NR "␣leer}"' file`

108

110

Einschub: Allgemeine Syntax von awk

```
BEGIN {
  ...      # Aktionen vor Verarbeitung der Eingabedaten
}

/muster/ { # Muster, mit dem Zeile verglichen wird
  ...      # Aktionen, wenn dieses Muster passt
}

test {     # Test / Bedingung, die erfüllt sein muss
  ...      # Aktionen, falls ja
}

END {
  ...      # Aktionen nach Verarbeitung der Eingabedaten
}
```

109

Problem/Lösung 5: Neues Wissen

- Grenzen der Feldverarbeitung über Trennzeichen
- Alternative: Definition Feldformat
- Erste Schritte in `awk`

111

Problem 6: Verzeichnis überwachen

Beispiel-Regeln

- Neue Datei *.pdf → Datei drucken mit lpr
- Neue Datei *.iso → ISO-Image auf DVD brennen mit cdrecord und anschließend nach /home/user/ISOs/gebrannt/ verschieben
- Neue Datei *.ps → PostScript-Datei mit ps2pdf ins PDF-Format konvertieren und Original löschen
- Unterverzeichnis in diesen Ordner verschoben → Zip-Archiv zu Ordner erstellen
- Datei gelöscht → Löschen in Protokolldatei vermerken

Regeln können noch für verschiedene Unterordner angepasst werden.

113

Problem 6: Verzeichnis überwachen (1/2)

Lösung 6: Erster Ansatz

Aufgabenstellung

- Skript soll einen Ordner überwachen – auf neue / geänderte / gelöschte Dateien
- Abhängig von Aktion und Dateityp: verschiedene Automatismen
 - Datei drucken
 - Datei komprimieren und archivieren
 - Information in Log-Datei schreiben
 - etc.
- Skript soll möglichst wenig Ressourcen (Rechenzeit) verbrauchen

Manuelle Überwachung

- Regelmäßig (z. B. alle fünf Sekunden)


```
cd $TMPDIR
mv files files.old; find $WATCHDIR -type f > files
diff files files.old > /dev/null || AKTION
```
- AKTION muss dann Unterschied (Ausgabe von diff) auswerten und angemessen reagieren

Probleme

- Aufwändige, regelmäßige find-Aufrufe
- Dateien, die sich nur geändert haben, fallen hier nicht auf (→ könnte man mit stat für jede einzelne Datei lösen)

Automatische Überwachung

- Das Programm `inotifywait` nutzt eine Funktion des Linux-Kernels zur Datei-/Verzeichnis-Überwachung
- Syntax, nützliche Optionen
 - Allgemein: `inotifywait [options] pfad`
 - `-m` → monitor: dauerhaft beobachten (sonst Abbruch nach dem ersten Event)
 - `-q` → quiet: keine Startnachricht
 - `-e ...` → event: Einschränkung der zu überwachenden Events
 - `-o dateiname` → Ausgabe umleiten
 - `--format ...` → Ausgabeformat ändern (`%w = , %f = , %e =`)
- Beispiel: Datei erzeugen, umbenennen, löschen, Listing (`ls`)

115

- Ordner anlegen

```
linux-us1d:~ # mkdir /tmp/auto
```

- Skript mit FIFO-Datei

```
1 rm -f /tmp/watcher.fifo
2 mkfifo /tmp/watcher.fifo
3 inotifywait -mq -o /tmp/watcher.fifo --format \
4   "%w!%f!%e" -e close_write . 2> /dev/null &
5 while read -r msg; do
6   folder=${msg%!*}; rest=${msg#!*}
7   file=${rest%!*}; action=${rest#!*}
8   echo folder=\"$folder\", file=\"$file\", \
9     action=\"$action\"
10 done < /tmp/watcher.fifo
```

117

Lösung 6: Zweiter Ansatz

```
linux-us1d:~ # inotifywait -mq /tmp/
/tmp/ CREATE test.txt
/tmp/ OPEN test.txt
/tmp/ ATTRIB test.txt
/tmp/ CLOSE_WRITE,CLOSE test.txt
/tmp/ MOVED_FROM test.txt
/tmp/ MOVED_TO neuername.txt
/tmp/ OPEN,ISDIR
/tmp/ CLOSE_NOWRITE,CLOSE,ISDIR
/tmp/ DELETE neuername.txt
/tmp/ OPEN,ISDIR
/tmp/ CLOSE_NOWRITE,CLOSE,ISDIR
```

116

Einschub: Was ist eine FIFO-Datei?

- FIFO (first in, first out): spezieller Dateityp
- erzeugen mit `mkfifo`

```
linux-us1d:/tmp # mkfifo test.fifo
```

```
linux-us1d:/tmp # ls -l test.fifo
```

```
prw-r--r-- 1 root root 0 5. Jan 22:31 test.fifo
```

→ p steht für *named pipe*

- Mehrere Prozesse können in Pipe schreiben und daraus lesen
- ähnlich zu dem, was in Shell-Pipes passiert: `prog1 | prog2` ist (grob) äquivalent zu

```
mkfifo pipe
```

```
prog1 > pipe &
```

```
prog2 < pipe
```

118

- Skript erzeugt FIFO `watcher.fifo`
- `inotifywait` als Hintergrundjob
- Ausgabe in die Pipe, mit Format
`/tmp/|CLOSE_WRITE,CLOSE|test.txt`
 statt
`/tmp/ CLOSE_WRITE,CLOSE test.txt`
 (Annahme: kein „|“-Zeichen in Dateinamen ...)
- Nur Events vom Typ `close_write` verarbeiten (für volle Liste: `man inotifywait`, Abschnitt `EVENTS`)
- Lesen aus der Pipe mit `while read; do ... done < pipe` (vgl. frühere Lösungen)
- Bash-String-Operationen `${var%...}` und `${var#...}` für vorne/hinten abschneiden

Befehle: `ls, mkdir z, touch d, cat d`

```
folder=".", file="", action="CLOSE_NOWRITE,CLOSE,ISDIR"
folder=".", file="z", action="CLOSE_NOWRITE,CLOSE,ISDIR"
folder=".", file="d", action="CLOSE_WRITE,CLOSE"
folder=".", file="d", action="CLOSE_NOWRITE,CLOSE"
```

(Erster Befehl bezieht sich nur auf das Verzeichnis selbst, nicht auf einen der Einträge, darum dort: `file=""`)

119

121

Skript erzeugt Ausgaben der Form

```
folder=".", file="test-datei", action="CLOSE_WRITE,CLOSE"
folder=".", file="datei2.txt", action="CLOSE_WRITE,CLOSE"
folder=".", file="extra.pdf", action="CLOSE_WRITE,CLOSE"
```

Damit können wir arbeiten ...

Achtung: gemeldete Aktion ist immer `CLOSE_WRITE,CLOSE`. Es gibt auch: `CLOSE_NOWRITE,CLOSE`. Jedes Datei-Schließen erzeugt ein `CLOSE` (auch Schließen ohne Ändern).

Auch neu erzeugte Unterordner tauchen hier auf.

Nächste Folie: angepasstes Skript mit `-e close` (findet alle `close()`-Operationen auf Dateien und Verzeichnisse

- Eine Append-Operation (in der Shell mit `>>`) verursacht (u.a.) einen `MODIFY`-Event: `echo Test >> d` →

```
folder=".", file="d", action="OPEN"
folder=".", file="d", action="MODIFY"
folder=".", file="d", action="CLOSE_WRITE,CLOSE"
```

- Umbenennen (in der Shell mit `mv`) verursacht zwei `MOVED_FROM`- und `MOVED_TO`-Events: `mv d e` →

```
folder=".", file="d", action="MOVED_FROM"
folder=".", file="e", action="MOVED_TO"
```

(Taucht nur eine der beiden Zeilen auf, war es eine Verschiebe-Aktion in diesen Ordner oder aus diesem Ordner heraus.)

120

122

Code hinter Zerlegung in folder, file, action einbauen:

- GUI-Hinweis auf neu erzeugte PDF-Datei:

```
[[ $file =~ \.pdf$ ]] && [[ $action = CREATE ]] && \
  kdialog --msgbox \
  "Neue PDF-Datei $file im Ordner $folder"
```

- PostScript-Datei konvertieren und Original löschen:

```
[[ $file =~ \.ps$ ]] && [[ $action = MOVED_T0 ]] && \
  ps2pdf $file && rm $file
```

- ISO-Image brennen und verschieben:

```
[[ $file =~ \.iso$ ]] && [[ $action = MOVED_T0 ]] && \
  wodim dev=/dev/sr0 -eject $file && \
  mv $file ~/ISOs/gebrannt/
```

(Hinweis: wodim ist der Nachfolger von cdrecord.)

123

- inotifywait könnte auch in Schleife ohne -m (monitor) aufgerufen werden

- Warum nicht einfach Schleife der Form

```
while true; do
  msg=$( inotifywait -q --format '%w!%f!%e' . )
  ...
done
```

schreiben und auf die FIFO-Datei verzichten?

125

- Zip-Archiv zu Ordner erstellen:

```
[[ $action = MOVED_T0,ISDIR ]] && \
  ( cd $folder; zip -r ${file}.zip $file )
```

- Löschen in Protokolldatei vermerken

```
[[ $action = DELETE ]] && \
  logger -t watcher "Datei $folder/$file geloescht"
```

Werden Objekte nicht in den überwachten Ordner verschoben (MOVED_T0), sondern erzeugt (CREATE), sind Automatismen schwieriger umzusetzen:

ggf. Erstellung noch nicht abgeschlossen, wenn inotifywait reagiert

124

- inotifywait überwacht Ordner

- FIFOs (named pipes), mkfifo, „p“

- in Automatisierungen erwähnt: kdialog, ps2pdf, wodim (bzw. cdrecord), zip, logger

126