SNP Praktikum: Erste Schritte mit der Bash Shell

1 Übersicht

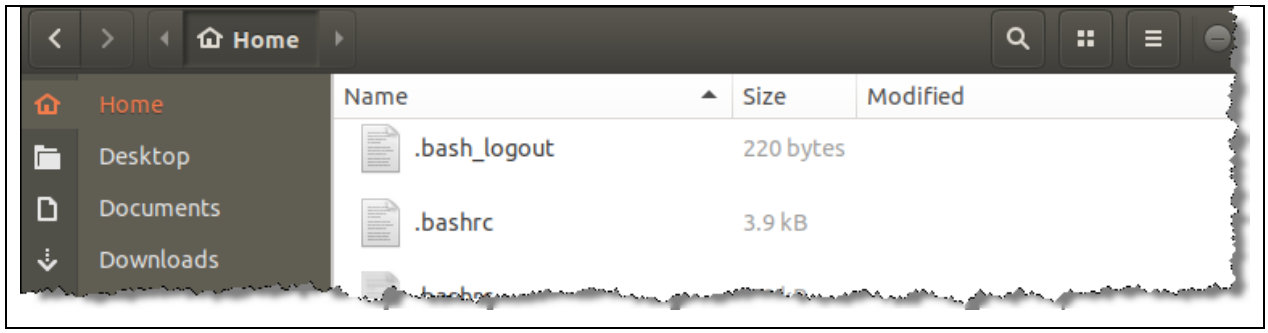
Die Shell ist eine Schnittstelle zum Kernel die es erlaubt durch **Texteingaben** Kernel Funktionalität auszuführen. Man nennt diese Art von Schnittstelle **Kommandointerpreter**.

Beispiel: man kann mittels der Shell in ein Filesystem Directory navigieren (`cd`) und den Inhalt von Files ausgegeben (`cat`).

```
$ cd ~
$ cat .bashrc
...
$
```

Alternativ zur Shell gibt es graphische Oberflächen mit denen Ähnliches erreicht werden kann. Die graphische Oberfläche ist generell intuitiver zu bedienen, hingegen sind die Möglichkeiten eingeschränkter als mit der Shell.

Z.B. wird durch Doppel-Klick auf ein spezifisches Directory Objekt in das entsprechende Directory gewechselt, analog zum Shell Kommando **`cd`**.



Als weitere Alternative werden wir im Laufe des SNP Kurses lernen mittels der System-Library Kernel Funktionalität aus C Programmen heraus auszuführen.

In diesem Praktikum konzentrieren wir uns vorerst auf den Kommandointerpreter.

2 Lernziele

In diesem Praktikum möchten wir Sie mit der Shell Programmierung unter Linux vertraut machen.

- Sie verstehen wie Kommandos aufgerufen werden und was der Exit Status ist.
- Sie können Ketten von Kommandos via Pipe und logische Verknüpfungen verbinden.
- Sie können Input und Output handhaben.
- Sie wissen was Shell Variablen sind.
- Sie verstehen einfache **`if`** und **`for`** Kontrollstrukturen.
- Sie können einfache Shell Scripts verstehen und debuggen.
- Sie können Scripts selber schreiben.
- Sie können Hilfe via **`man`** bzw. **`help`** Kommando erfragen.

Die Bewertung dieses Praktikums ist am Ende angegeben.

Die Code Beispiele liegen im **`git`** Repository **`snp-lab-code`**.

Die in diesem Praktikum verwendeten Kommandos werden hier z.T. erklärt.

Weitere Informationen darüber können in der Einführungsvorlesung nachgelesen werden. Eine Liste von nützlichen Kommandos finden Sie in der Installationsanleitung für die Praktika. Im Anhang finden Sie Kopien der obigen beiden Referenzen.

3 Getting Started

Dieser Abschnitt erstreckt sich über ca. 11 Seiten und ist als Einführung und Voraussetzung/Theorie für die Aufgaben gedacht. Im Anhang stehen noch weitere Unterlagen als Referenz zur Verfügung.

Sie können diesen Abschnitt von oben nach unten durcharbeiten und sind dann bereit für die Lösung der Aufgaben.

Wenn Sie schon Vorwissen mitbringen, können Sie auch nur die hervorgehobenen Zusammenfassungen pro Unterabschnitt durchmachen um zu entscheiden, ob Sie doch den einen oder anderen Unterabschnitt im Detail behandeln wollen.

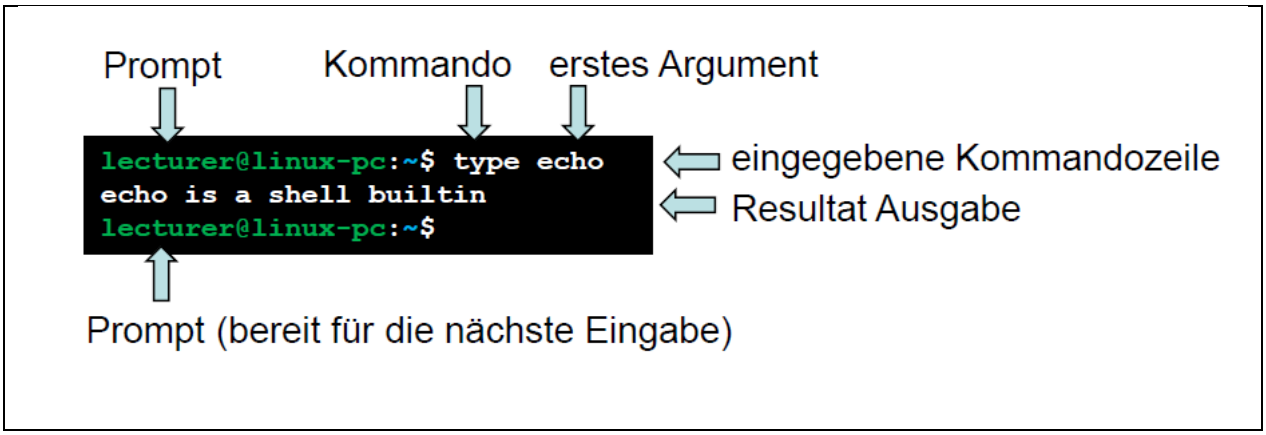
3.1 Die Bash Shell

Es gibt auf Linux Systemen verschiedene Kommandointerpreter. Wir behandeln in diesem Praktikum den Kommandointerpreter mit Namen **Bash**.

Die Bash Shell ist ein mächtiges Werkzeug welches viele verschiedene Aspekte abdeckt von denen hier die Grundzüge behandelt werden. Weitergehende Information können in der Shell selber mittels `help` Kommando (für Bash Hilfe) oder `man` (für beliebige Themen) erfragt werden. Natürlich gibt es zur Vertiefung auch jede Menge von Online Tutorials und Referenzen welche Sie selbständig auskundschaften können.

3.2 Kommando Eingabe

Die Shell bietet einen Prompt wo man eine **Kommando Text Zeile** eingeben kann.



Diese Zeile wird von der Shell in Häppchen (Tokens) aufgeteilt. Tokens sind **Operatoren** und **Worte** welche durch **Leerzeichen** oder gegebenenfalls durch Operatoren abgegrenzt sind. Der Begriff Wort ist also sehr weit gefasst. So ergibt Z.B. aus der Sicht der Shell die folgende Eingabe fünf Tokens:

```
echo Erste   Schritte>out.txt
```

1	`echo`	Wort	Trennung hier durch Leerzeichen
2	`Erste`	Wort	Trennung hier durch Leerzeichen
3	`Schritte`	Wort	Trennung hier durch Operator
4	`>`	Operator	der Operator ist in sich abgeschlossen, wenn erkannt
5	`out.txt`	Wort	Trennung hier durch das Ende der Zeile

Gewisse Worte plus die Operatoren haben für die Shell eine **reservierte Bedeutung**.

Will man diese **reservierte Bedeutung umgehen**, bzw. gewissen Text wortwörtlich (inklusive alle Leerzeichen, etc.) behandeln, so kann man solchen Text mit Anführungsstrichen (**Quoting** genannt) umschliessen.[1]

Z.B. wird die reservierte Bedeutung von `>` in folgender Eingabe aufgehoben:

```
echo "Die Bedeutung von > ist, die Ausgabe in ein File zu schreiben"
```

Zusammenfassung: Kommando Eingabe

- die Shell liest eine **Zeile** Text
- der gelesene Text wird in Tokens (**Worte** und **Operatoren**) aufgeteilt
- **Quoting** erlaubt es, die reservierte Bedeutung von Worten und Operatoren aufzuheben

3.3 Kommando Ausführung

Wenn die eingegebene Zeile in Tokens aufgeteilt ist, teilt die Shell die Tokens in Kommando Aufrufe auf, welche durch Operatoren oder das Ende der Zeile terminiert sind.

Z.B. `echo Hallo > out.txt ; wc -l out.txt`

Diese Kommandozeile besteht aus zwei Kommando Aufrufen (`echo`… und `wc`…) getrennt durch den Strich-Punkt Operator.

Übrigens: `wc` ist «word-count» und gibt mit dem Argument `-l` die Anzahl Zeilen (lines) aus.

Das auszuführende Kommando findet die Shell indem **das erste Wort interpretiert** wird:

1. Ist das Wort ein Kommando das die Shell selber ausführen kann (built-in oder user-definierte Funktion), z.B. `echo`?
2. Ist das Wort ein File Path? Wenn ja, führt die Shell das entsprechende Programm aus, z.B. `/usr/bin/wc`.
3. Sonst durchsucht die Shell die Directory Pfade aus der Variable **PATH**. Das erste Programm das in einem der Directories gefunden wird, wird ausgeführt, z.B. `wc`.

Mit dem Shell built-in Kommando `type` mit Argument `-a`, gefolgt von den Kommandos die erfragt werden sollen, kann geprüft werden über welche der obigen Stufen ein Kommando von der Shell gefunden wird.

Z.B. `type -a echo wc type for if`

```
echo is a shell builtin
echo is /bin/echo
wc is /usr/bin/wc
type is a shell builtin
for is a shell keyword
```

[1] Auf die verschiedenen Varianten von Quoting gehen wir später ein.

```
if is a shell keyword
```

Zusammenfassung Kommando Ausführung

- die Token Sequenz einer Kommandozeile wird in Kommando Aufrufe aufgeteilt
- das erste Wort pro Kommandoaufruf wird dreistufig gesucht
    1. Ist es ein built-in oder eine user-function?
    2. Ist es explizit durch einen File Pfad gegeben?
    3. Wird es in einem Directory, gegeben durch die PATH Variable, gefunden?

3.4 Exit Code

Jedes Kommando gibt einen **Exit Code** an die Shell zurück. Dieser Exit Code gibt Auskunft über den Erfolg (gleich 0) oder Misserfolg (ungleich 0) der Kommandoausführung.

Der Exit Code des unmittelbar vorher ausgeführten Kommandos kann mittels `$?` abgefragt werden. Z.B. `wc -l xxx.txt ; echo "Error: $?"` gibt folgendes aus:

```
wc: xxx.txt: No such file or directory
Error: 1
```

Man kann die Ausführung eines Folgekommandos vom Erfolg des Vorgängerkommandos abhängig machen. Dazu gibt es drei Operatoren und zwei Built-in Kommandos:

Operator	Bedeutung	Beispiele

`cmd1 && cmd2`	**Logisches «Und»**
	cmd2 wird nur ausgeführt, wenn cmd1 **erfolgreich** war
		`type xxx && echo $?`
		`echo` wird **nicht ausgeführt**, weil `type` nicht erfolgreich war
		`type echo && echo $?`
		`echo` wird **ausgeführt**, weil `type` erfolgreich war

`cmd1 || cmd2`	**Logisches «Oder»**
	cmd2 wird nur ausgeführt, wenn cmd1 **nicht erfolgreich** war
		`type xxx || echo $?`
		`echo` wird **ausgeführt**, weil `type` nicht erfolgreich war
		`type echo || echo $?`
		`echo` wird **nicht ausgeführt**, weil `type` erfolgreich war

`! cmd`	**Invertierung** des Exit Codes:
	aus Erfolg wird Misserfolg und umgekehrt
		`type xxx ; echo $?`
		Ausgabe von `echo`: 1
		`! type xxx ; echo $?`
		Ausgabe von `echo`: 0

`true`	Kommando welches den Exit Code 0 zurückgibt	`true && echo $?`

		Ausgabe von `echo`: 0
`false`	Kommando welches den Exit Code 1 zurückgibt	`false ||echo $?` Ausgabe von `echo`: 1

Die obige Tabelle zeigt, dass in der Shell der Exit Code 0 als logisch «true» interpretiert wird, alle übrigen Exit Codes als «false».

Man kann diese Logischen Operatoren und Kommandos nutzbringend wie folgt anwenden:

- **Fallback** ausführen beim Fehlschalgen eines Kommandos
  z.B. `test -d directory || mkdir directory`
  → hier: das Directory wird nur kreiert, wenn es nicht existiert
  - das Kommando `test -d` ist erfolgreich, wenn das `directory` existiert
  - `mkdir` kreiert das `directory`
- **Abbrechen** beim ersten fehlschlagenden Kommando in einer Kette von Kommandos
  z.B. `mkdir directory && cd directory`
  → hier: es wird nur in das Directory gewechselt, wenn es kreiert werden konnte
  - `cd` wechselt in das gegebene `directory`

Zusammenfassung Exit Status

- jedes ausgeführte Kommando gibt einen Exit Code zurück: 0 = Erfolg, sonst Misserfolg
- `$?` gibt den Exit Code des unmittelbar vorher ausgeführten Kommandos zurück
- Logische Operatoren und Kommandos welche sich auf Exit Code beziehen:
  - `&&`, `||`, `!`, `true`, `false`
- Exit Code 0 hat die Bedeutung von `true`, alle anderen Exit Codes bedeuten `false`

3.5 I/O Umleitung

Die Shell bietet etliche Operatoren um **stdin**, **stdout** und **stderr** umzuleiten.

Eine Auswahl von gängigen Shell I/O Operatoren finden Sie in der Einführungsvorlesung und als Kopie davon im Anhang.

Beispiele:

`Operator`		
… `< input.txt`	stdin von File lesen	`wc -l < ~/.bashrc`
… `> output.txt`	stdout in File schreiben	`echo "Hello" > hello.txt`
… `|` …	stdout auf Pipe schreiben und stdin von Pipe lesen	`echo "Hello" | wc -l`
… `2> error.txt`	stderr auf File schreiben	`wc -l xxx 2> error.txt`
… `>& mixed.txt`	stderr und stdout kombinieren	`wc -l xxx >& mixed.txt`

… `> /dev/null` … `2>/dev/null`	Output verschlucken	`wc -l xxx 2>/dev/null || echo "$?"`
… `< /dev/null`	Leerer Input	`wc -l < /dev/null`

Zusammenfassung I/O Umleitung

- Die Shell kann I/O Streams umleiten
  - von Files lesen: cmd **<** input.txt
  - in Files schreiben: cmd **>** output.txt
  - über Pipe schreiben bzw. lesen: cmd1 **|** cmd2
  - Error Output in File schreiben: cmd **2>** error.txt
  - Error zusammen mit Standard Out: cmd **>&** mixed.txt
- Spezielle Files
  - Output verschlucken: cmd > **/dev/null**
  - leeres File lesen: cmd < **/dev/null**

3.6 Shell Variablen

In der Shell können Sie Werte in Variablen speichern und wieder abfragen.

Zugriff	Bedeutung	Beispiel
Setzen	Eine Variable hat einen Namen und optional einen Wert. Gross- und Kleinschreibung ist von Bedeutung. Eine Variable hat keinen Typen, d.h. der Wert wird als Text gespeichert. **Achtung: es dürfen keine Spaces vor oder nach dem Gleichheitszeichen stehen!**	`meineZahl=123`

Zugriff	Bedeutung	Beispiel

Auslesen	Wenn ein Wert einer Variablen verwendet werden soll wird der Name der Variablen mit einem führenden `$` Zeichen geschrieben.
	Der Text `$name` wird von der Shell an der besagten Stelle mit dem Wert der Variablen ersetzt.
	Alternativ kann der Wert der Variable auch so angesprochen werden: `${name}`.
	Einen Zugriff auf eine Variable die nicht gesetzt wurde resultiert in einem leeren Wert.
		`echo "Meine Zahl ist $meineZahl"`
		`Meine Zahl ist 123`
		`echo "${meineZahl}te Zahl"`
		`123te Zahl`

Wert transformieren	Es gibt viele Möglichkeiten einen Wert noch zu transformieren, wenn er angewendet wird.
	Stellvertretend dafür folgende Anwendung:
	Beim Anwenden des Wertes alle Instanzen eines (Sub-) Textes ersetzen:
	`${name//Text/Ersatz}`
		`var="string ping"`
		`echo "$var -> ${var//i/o}"`
		`string ping -> strong pong`
		`cd ~ && echo "$PWD -> ${PWD///-}"`
		`/home/vagrant -> -home-vagrant`
		Anmerkung: `$PWD` wird von der Shell auf den Pfad auf das aktuelle Directory gesetzt.

Kommando Output in Variable speichern	Mit `$(Kommando)` kann man den stdout eines Kommandos in einer Variablen speichern.	`var=$(du -sk ~)`
		`echo $var`
		`270696 /home/vagrant`
		Anmerkung: das Kommando `du -sk` ist «disk usage» und gibt mit den gegebenen Optionen den Platz in Kilo-Bytes an, welches der gesamte File Baum unter dem gegebenen Pfad auf dem Filesystem beansprucht.

Rechnen	Die Shell kann ganzzahlig rechnen. Dies muss speziell angegeben werden mit `$((Text))`.
	Mit `$((Text))` wird angegeben, dass der angegebene `Text` als arithmetischer Ausdruck interpretiert werden soll.
		`echo "Plus 1 = $meineZahl+1"`
		`Plus 1 = 123+1`
		`echo "Plus 1 = $((meineZahl+1))"`
		`Plus 1 = 124`
		`meineZahl=$((meineZahl+17))`
		`echo $meineZahl`
		`140`

Zusammenfassung Shell Variablen

•	Setzen:	var=value	`usage="usage: cmd arg1 arg2"`
•	Anwenden:	$var oder ${var}	`wer=$USER`
•	Transformation:	${name//Text/Ersatz}	`var=${PATH//:/ }`
•	Kommando Output:	$(Kommando)	`n=$(cat myfile.txt | wc -l)`
•	Rechnen:	$((Ausdruck))	`i=$((i+1))`

3.7 Shell Scripts

Die Shell bietet die Möglichkeit, Kommandozeilen in Scripts zusammenzufassen um diese dann als Ganzes auszuführen. Dies erlaubt es, wiederkehrende Kommandoaufrufe zusammenzufassen und bei Bedarf als Ganzes auszuführen wie wenn man jede Zeile händisch eingetippt und ausgeführt hätte.

Beispiel

Angenommen ist folgender Text im File `~/disk-usage-of-home-directory.sh`:

```
echo "Size in KB of the home directory"
du -sk ~
```

Resultat der Ausführung:

```
bash ~/disk-usage-of-home-directory.sh
```

```
Size in KB of the home directory
270700      /home/vagrant
```

She-Bang

Um nicht jedes Mal `bash …` angeben zu müssen, bietet das Betriebssystem die Möglichkeit, im Script anzugeben, dass Bash als Kommandointerpreter für das gegebene Script anzuwenden ist.

Dies geschieht mit dem so genannten **«she-bang»**. Das ist ein Kommentar von spezieller Form auf der ersten Zeile des Scripts. Diese Zeile gibt an mit welcher Kommandozeile das Script vom Betriebssystem aufgerufen werden soll.

Wir ergänzen somit das obige Script mit dem she-bang für Bash (`#!/bin/bash`)

```
#!/bin/bash
echo "Size in KB of the home directory"
du -sk ~
```

Damit das Script direkt, das heisst ohne `bash` auf der Kommandozeile anzugeben, aufgerufen werden kann muss die Erlaubnis dafür gegeben werden. Dies wird im File Modus angegeben, z.B.

```
chmod a+x ~/disk-usage-of-home-directory.sh
```

Das Kommando **chmod** ändert in diesem Beispiel die Attribute des Files so dass es als Kommando ausführbar ist. Da das **chmod** Kommando die Erlaubnis gibt ein Kommando ausführbar zu machen, kann es sein, dass Sie erhöhte Rechte benötigen um das **chmod** Kommando auszuführen. Dies geschieht mit dem Kommando **sudo ...**:

```
sudo chmod a+x ~/disk-usage-of-home-directory.sh
```

Dies erfragt Ihr Passwort (Ihr Login ist in dieser Umgebung Teil der Administratoren Gruppe) und führt dann das Kommando **chmod** mit Administrator Rechten aus.

Nun können Sie ohne bash auf der Kommandozeile das script wie folgt ausführen:

```
~/disk-usage-of-home-directory.sh
```

Script Argumente

In der Kommandozeile können Argumente einem Kommando übergeben werden.

Innerhalb eines Shell Scripts kann auf die Argumente via die Variablen ${nr} zugegriffen werden, bzw. für die Argumente 0…9 geht auch $0, $1, …$9.

$0 steht für den Kommandonamen (bzw. wie das Kommando aufgerufen wurde), $1 für das erste Argument, $2 für das zweite, etc.

Exit Code eines Scripts

Jedes Kommando, und somit auch jedes Script, geben der Shell einen Exit Code zurück.

Der Exit Code eines Scripts ist der Exit Code des zuletzt ausgeführten Kommandos innerhalb des Scripts.

Zusammenfassung Shell Scripts

- Ein Script sind eine oder mehrere Kommandozeilen in einem Text File.
- **#!/bin/bash** als erste Zeile sagt dem OS wie das Script als Kommando aufzurufen ist.
- Damit das Script ausführbar ist muss es Ausführungsrechte erhalten (**chmod a+x** …).
- Falls ein Kommando Administrator Rechte benötigt um ausgeführt werden zu können, kann das mit dem Kommando **sudo** vorangestellt erreicht werden.
- Script Argumente können mit den Variablen **${*nr*}**, oder kurz **$0**…**$9**, angesprochen werden.
- **$0** steht für den Kommandoaufruf.
- Der Exit Code eines Scripts ist der Exit Code des letzten ausgeführten Kommandos des Scripts.

3.8 Kontrollfluss

Die Shell bietet Kontrollstrukturen wie Verzweigungen und Wiederholungen an.

Dies ist speziell nützlich in Scripts und weniger bei der direkten Eingabe auf der Kommandozeile da man interaktiv bei der Eingabe auf den Output der aufgerufenen Kommandos reagieren kann.

Stellvertretend für verschiedene Varianten von Kontrollstrukturen werden hier `if` und eine Variante von `for` besprochen.

Verzweigung mittels «if»

```
if cmd  # gehe zu "then" wenn der Exit Code von cmd true ist
then
...
fi
```

```
if cmd  # wie oben, aber gehe im "false" Fall nach "else"
then
...
else
...
fi
```

```
if cmd1  # wie oben, aber gehe im "false" Fall zum ersten "elif"
then
...
elif cmd2 # analog zum "if": true -> "then", "false" -> "else"/"elif"
then
...
else
...
fi
```

Wiederholung mittels «for»

```
# "name" nimmt hintereinander die gegebenen Werte an und durchläuft
# jeweils den do...done Block
for name in (Wort1 Wort2 Wort3 ... WortN)
do
...
done
```

```
# "name" nimmt hintereinander die Werte an, welche durch das
# Ausführen von "cmd" auf stdout generiert werden, separiert
# durch Leerzeichen, und durchläuft jeweils den do...done Block
for name in $(cmd)
do
...
done
```

```
# "name" nimmt hintereinander die Werte an, welche durch Splitten
# des $var Wertes produziert werden, getrennt durch Leerzeichen,
# und durchläuft jeweils den do...done Block
for name in $var
do
...
done
```

```
# wie oben, aber der die Variable (wie hier z.B. PATH) wird nicht
# an Leerstellen getrennt, sondern an Doppel-Punkten (IFS=":")
IFS=":"  # input-field-separator ist der Doppel-Punkt
for name in $PATH
do
...
done
IFS=  # input-field-separator zurückgesetzt auf Leerzeichen-Trennung
```

Zusammenfassung Kontrollfluss

- if — wenn Exit Code = true den then-Block ausführen
- if else — wie oben, aber falls Exit Code = false else-Block ausführen
- if elif else — wie oben, aber anstelle des else-Blocks, den ersten elif-Block
- for in (…) — für alle Werte in der Space-separierten (…) Liste wiederholen
- for in $(…) — wie oben, aber die Liste aus stdout vom Kommando extrahieren
- for in $var — wie oben, aber die Liste durch Space-splitten der Variablen
- IFS=… for in $var — wie oben, aber Splitten am IFS Zeichen (z.B. an ":")

3.9 test Kommando

Als nützliches Kommando für die Abfrage verschiedenster Natur gibt es das `test` Kommando.

Dieses wird oft in `if`-Kommandos benötigt um z.B. zu prüfen ob ein File existiert, etc.

Da der Aufruf des `test` Kommandos eine häufige Aufgabe ist, gibt es eine alternative Möglichkeit des Aufrufes:

Beispiel `test` Kommando Aufruf	Gleichwertige Alternative
`test -d $dir`	`[ -d $dir ]`

`if test -d $dir`
`then`
`  cd $dir`
`fi`
	`if [ -d $dir ]`
	`then`
	`  cd $dir`
	`fi`

`test -d $dir && cd $dir` (äquivalentes Resultat zu obigem `if`)	`[ -d $dir ] && cd $dir`

Ein paar **`test`** Abfragen folgen hier. Für mehr Details darüber sind Sie an die entsprechende **`man`** page verwiesen.

`[ -f "$path" ]`	Existiert das File $path?
`[ -d "$path" ]`	Existiert das Directory $path?
`[ -x "$path" ]`	Execute Permission auf dem File oder Directory?
`[ -n "$var" ]`	Ist die Länge des Wertes **nicht** Null?
`[ -z "$var" ]`	Ist die Länge des Wertes Null

Zu beachten: die Variablen sind meistens in Quotes gegeben um damit Leerzeichen oder reservierte Worte und Operatoren in den Werten zu ermöglichen.

Zusammenfassung [...] bzw. test Kommando

- viele Abfragen sind über dieses Kommando durchführbar (siehe **`man test`**)
- oft als **`[ ... ]`** vorzufinden, aber identisch mit **`test ...`**

4 Aufgabe 1: Lesen und Verstehen von Shell Scripts

4.1 Was ist der Output

Gehen Sie in der Bash Shell im `git` Repository `snp-lab-code` nach `P01_Bash/code`.

Führen sie das Script `./get-exec-list-arg.sh` aus.

```
$ ./get-exec-list-arg.sh $PWD
```

4.2 Trace Output

Lassen Sie die Shell ausgeben, was für Kommandos sie gerade ausführt.

Was sehen sie?

```
$ bash -x get-exec-list-arg.sh $PWD
```

4.3 Experimentieren

Lesen Sie die obersten Kommentare (#...) im Script und experimentieren Sie mit entsprechenden Aufrufen.

4.4 Erklären Sie das Script

Stellen Sie das Script auf der Shell mittels `nl` («number lines») dar.

```
$ nl -ba get-exec-list-arg.sh
```

Als Resultat sollten Sie in etwa folgenden Output bekommen

```
 1  #!/bin/bash
 2
 3  # produces a tabular output of all executables as found over the $PATH environment variable
 4  # - output format: [1-based index of $PATH entry]:[$PATH entry]:[name of the executable]
 5  #   - e.g. 6:/bin:bash
 6  # - the first argument (if given) is used as alternative to $PATH (e.g. for testing purposes)
 7  # usage: ./get-exec-list-arg.sh            # examines $PATH
 8  # usage: ./get-exec-list-arg.sh "$PATH"    # equivalent to the above call
 9  # usage: ./get-exec-list-arg.sh ".:~/bin"  # examines the current directory (.) and ~/bin
10
11  # argument handling
12  path="$1"
13  [ -n "$path" ] || path="$PATH"
14
15  # input-field-separator: tells the shell to split in the 'for' loop the $var by ":"
16  IFS=":"
17
18  for p in $path
19  do
20      i=$((i+1))
21      [ -n "$p" ] || p="."
22      if [ -d "$p" ] && [ -x "$p" ]
23      then
24          find -L "$p" -maxdepth 1 -type f -executable -printf "$i:%h:%f\n" 2>/dev/null
25      fi
26  done
```

Was machen folgende Zeilen

12	`path="$1"  # Was ist der Wert von path, wenn kein Argument übergeben wird?`

13	`[ -n "$path" ] \|\| path="$PATH"  # Wann wird das zweite Kommando ausgeführt?`
18	`for p in $path  # Wie oft wird der Loop ausgeführt mit path=a:b:c`
20	`i=$((i+1))  # Weshalb nicht einfach i=i+1?`
21	`[ -n "$p" ] || p="." # Wenn p=abc, was ist der Wert von p nach dieser Zeile?`
22	`if [ -d "$p" ] && [ -x "$p" ]  # Wann ist die Bedingung wahr?`

24	`find -L "$p" -maxdepth 1 -type f -executable -printf "$i:%h:%f\n" 2>/dev/null`
	`# find traversier hier alle Files ohne in die Tiefe zu gehen`
	`# Was bedeutet der printf Format String?`
	`# Was bedeutet 2>/dev/null?`

5 Aufgabe 2: Pipe Anwenden

5.1 Formatierung von Output

Das Script **`get-exec-list-arg.sh`** generiert Daten wie wir gesehen haben. Das Script **`tab2html.sh`** formatiert den Output von **`get-exec-list-arg.sh`** in eine einfache HTML Tabelle.

Rufen Sie beide Scripts auf, verbunden durch eine **Pipe**, und speichern Sie das Resultat in ein `out.html` File. Rufen Sie schliesslich auf derselben einen Kommandozeile `firefox` auf mit dem `out.html` als Input File auf.

Geben Sie Ihre Kommandozeile hier an.

5.2 Filtern und Sortieren

Die Tabelle welche durch `get-exec-list-arg.sh` generiert wird besteht aus drei Spalten.

Mit dem `cut` Kommando kann man Spalten ausblenden, bzw. die übrigen selektieren (aber nicht deren Reihenfolge ändern). Finden Sie heraus was `cut -d: -f1,2` für einen Effekt hat durch ausprobieren (z.B. `echo "a:b:c" | cut -d: -f1,2`) und durch nachschauen in `man cut`.

Das Kommando `sort` sortiert Text. Finden Sie in `man sort` heraus was `sort -u -n` bewirkt.

Rufen Sie schliesslich die drei Elemente in einer Pipe Kette auf und beobachten Sie den Output.

Geben Sie Ihre Kommandozeile hier an. Was macht dies Kette?

6 Aufgabe 3: Eigenes Script schreiben

Ergänzen Sie folgendes Script and den markierten (TODO) Stellen und finden Sie heraus was es macht.

Zum Debuggen des `date` Kommandos, führen Sie es in der Shell direkt aus.

Z.B. `date '+%x'`.

Erst wenn Sie mit dem Resultat zufrieden sind, schreiben Sie das Script ab und integrieren Sie obiges Format im Script.

Setzten Sie den die File Permission so dass alle Ausführungs-Erlaubnis haben:

`chmod a+x your-script-name`

```
#!/bin/bash
# TODO: please describe the purpose and usage of the script
timestamp=$(date '+%?%?%?-%?%?%?')      # TODO: produce YYYYMMDD-HHMMSS format
location=${PWD////_}                    # get PWD value and replace all / by _
```

```
name="backup_${location}_${timestamp}" # put together the elements of the name
fullname=/tmp/$name.tgz                # the full file name

tar czvf $fullname .                   # create an archive of the current directory
if [ $? ]                              # check outcome ...
then
  echo "SUCCESS: $fullname"
else
  echo "FAILED: $fullname"
fi
```

Was ist das Resultat der **TODO**s?

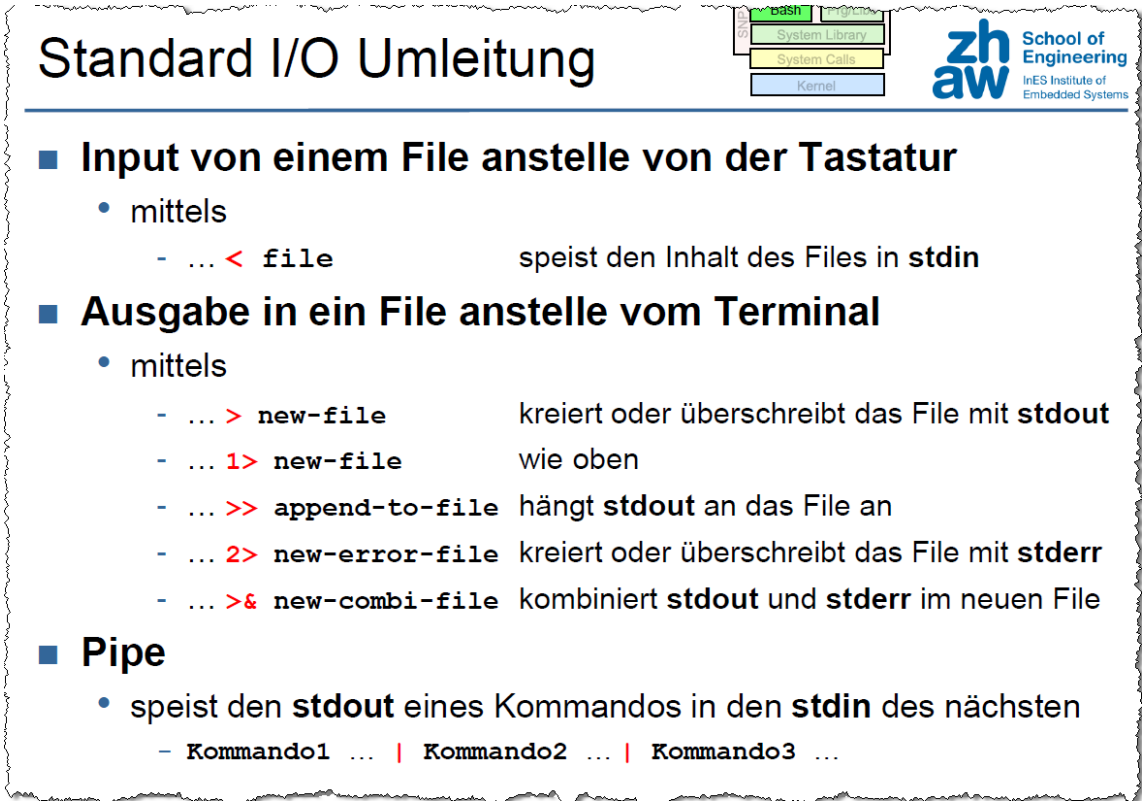
7 Bewertung

Die gegebenenfalls gestellten Theorieaufgaben und der funktionierende Programmcode müssen der Praktikumsbetreuung gezeigt werden. Die Lösungen müssen mündlich erklärt werden.

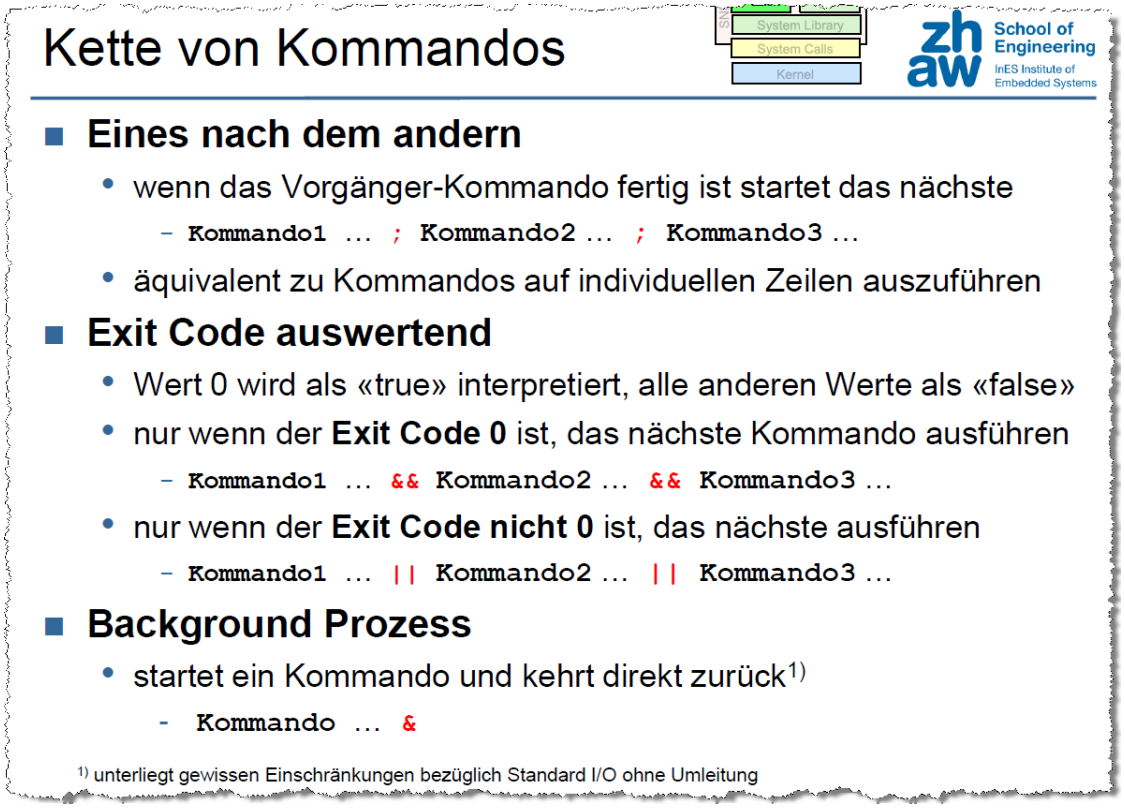
Aufgabe	Kriterium	Punkte
1	Sie können die Fragen beantworten und erklären.	2
2	Sie können die verschiedenen Pipe Anwendungen demonstrieren und erklären.	1
3	Das Script funktioniert und erfüllt die Vorgaben.	1

8 Anhang

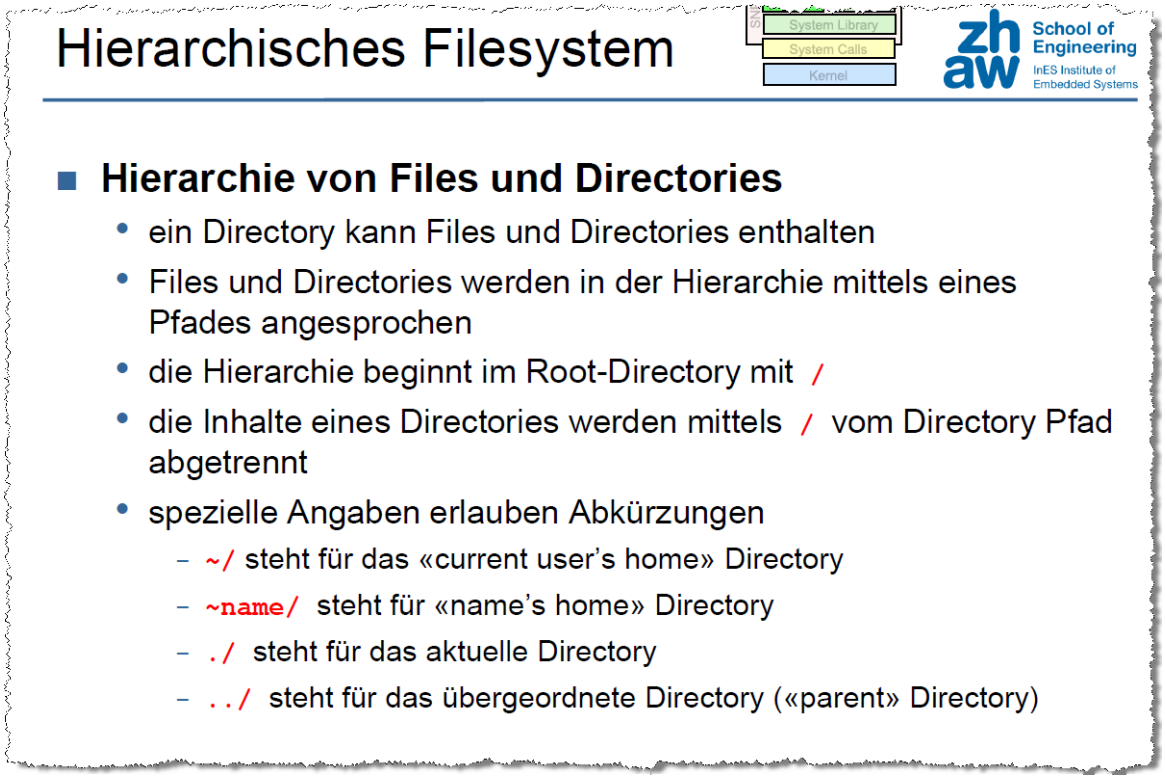
8.1 Aus der Vorlesung: I/O Umleitung



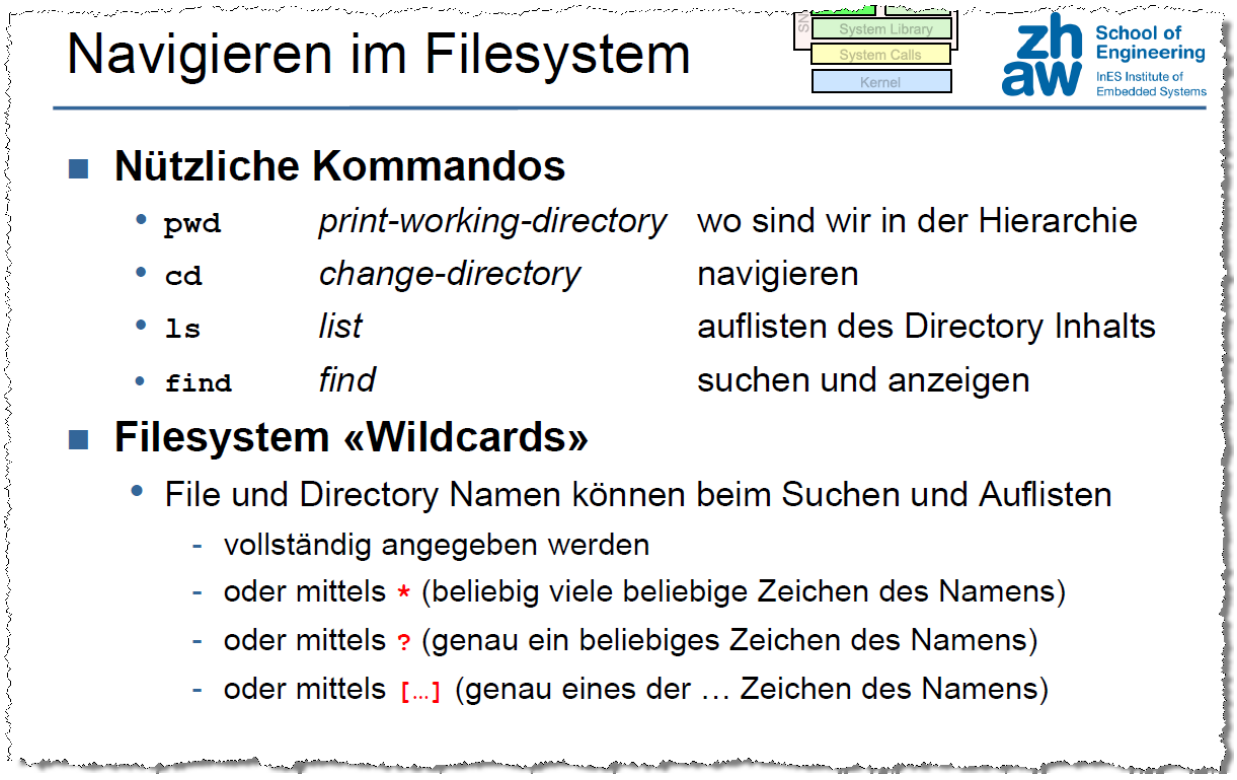
8.2 Aus der Vorlesung: Kette von Kommandos



8.3 Aus der Vorlesung: Hierarchisches Filesystem



8.4 Aus der Vorlesung: Navigieren im Filesystem



8.5 Aus der Installationsanleitung: Liste von nützlichen Kommandos

Kommando	Beschreibung	Beispiel

`man`	Hilfe anfordern. Die man-pages sind in Sektionen aufgeteilt. Die Wichtigsten sind 1 (Executable programs and shell commands) und 3 (Library calls).	`man man`
		`man 1 ls`
		`man 3 printf`

`ls`	Listet Directory Inhalte.	`ls -l` `ls -lta`

`ls ~`
`ls ..`
`ls .`
	`~` Ist das Home Directory des Users.
	`..` Ist das übergeordnete Directory.
	`.` Ist das aktuelle Directory.
		`ls ~`
		`cd ..`
		`ls .`

`cd`	Ist ein in Bash eingebautes Kommando um im Directory Baum zu navigieren. **Tipp:** `man cd` ist erfolglos. Mit `man bash` kommen Sie weiter, müssen aber in der riesigen man-page weit hinunter scrollen.	`cd lab01-hello-world` `cd ..`
`mkdir`	Kreiert ein Directory.	`mkdir ~/scribbles`
`rm` `rm -r`	Löschen von Files. Löschen von ganzen Directory Trees. **ACHTUNG**: Dieses Kommando ist mit äusserster Vorsicht zu verwenden, denn es gibt keine Trash Bin oder Ähnliches der diese Files nach dem Löschen enthalten würde. **Mittels rm gelöschte Daten sind unwiederbringlich verloren.**	`rm main.o`
`tar`	Archivierungsprogramm analog zu ZIP oder ähnlichen Programmen auf MS Windows Umgebung.	`tar tzvf data.tgz`
`gedit`	Einfacher Text Editor mit sprach-sensitivem Highlighting.	`gedit main.c`
`less` `more`	`man less`: *"[…] the opposite of more […] but has many more features […]"* Seitenweise durch Text Files navigieren.	`less main.c` `more tests.c`
`cat`	Darstellen des (Text-) File Inhalts auf Standard Out. Im Gegensatz zu `more`/`less` wird nicht nach jeder Seite ein User Input erwartet.	`cat */*.c`
`sudo`	Führt ein Kommando als anderen User aus. Typischerweise verwendet um Kommandos als Administrator auszuführen (das ist der Default User).	`sudo gedit /etc/hosts`
`apt`	Der Package Manager. Damit werden in erster Linie Kommandos installiert.	`sudo apt install doxygen`

Kommando	Beschreibung	Beispiel
gcc	Der Gnu C Compiler. Das im Beispiel erstellte Programm kann dann z.B. folgendermassen ausgeführt werden: **./myprogram**.	**gcc –o myprogram main.c**
make	Build Utility um inkrementell Programme zu erstellen. Es bestimmt die Teile welche neu gebildet werden müssen. Ein entsprechendes **Makefile** definiert die Projekt Struktur und die Abhängigkeiten unter den Files. Der Compiler wird dann durch das **make** Utility bei Bedarf mit den erforderlichen Argumenten angestossen.	**make clean** **make default** **make test** **make install** **make doc** **make –n | more** **make –np | more**
find	Sucht in einem Directory Baum nach Files. Die einfachste Anwendung ist, alle Files einfach aufzulisten (**find** Aufruf ohne Argumente). Eine andere ist, nach gewissen Files zu suchen, siehe Beispiel nebenan.	**find** **find lab01 –name '*.c'**
grep	Durchsucht den Inhalt von (Text-) Files und listet die Zeilen auf welche zum Suchmuster passen.	**grep –Hni assert tests/*.c**