

Linux-Kurzskriptum

Edgar Neukirchner

2024.09.30 Bulme Graz

Inhaltsverzeichnis

1	Einstieg	4
1.1	Was ist ein Betriebssystem?	4
1.2	Was ist Linux?	4
1.3	Charakteristika von Unix/Linux	4
1.4	Linux-Installationsvarianten	5
2	Die Shell	5
2.1	Merkmale der Shell	5
2.2	Kontrollsequenzen und Wildcards der bash	6
3	Unix-Kommandos	6
3.1	Aufbau eines Unix-Kommandos	6
3.2	Die wichtigsten Unix-Kommandos in Kurzfassung	7
3.3	Umleitung	7
3.3.1	Standardeingabe und -ausgabe	7
3.3.2	Standardfehlerausgabe	8
3.3.3	Pipe	8
3.3.4	HERE-Dokumente	8
4	Wo finde ich Hilfe?	8
4.1	”Eingebaute” Hilfe	8
4.2	Manual Pages	9
4.3	Weitere Hilfe	9
4.4	Online-Quellen	9
5	Dateien und Verzeichnisse	10
5.1	Der Verzeichnisbaum eines Linux-Systems	10
5.2	Navigieren im Dateisystem	11
5.3	Dateitypen	11
5.4	Zugriffsrechte	12
6	Suchen, finden und ersetzen	13
6.1	Suchen von Dateien und Verzeichnissen im Dateisystem	13
6.2	Suchen/Ersetzen von Text innerhalb von Dateien	14
6.2.1	Reguläre Ausdrücke (regular expressions)	14
6.2.2	Suchen mit ”grep”	14
6.2.3	Suchen und ersetzen mit dem Stream-Editor ”sed”	15

7	Prozesse	16
7.1	Welcher Prozesse laufen?	16
7.2	Hintergrund-Prozesse	16
7.3	Prozesse beenden	16
8	Tools	17
8.1	Editoren	17
8.2	Compiler	17
8.3	Archivierung mit tar ("tape archiver")	18
9	Shellskripts	18
9.1	Begriffsdefinition und Einsatzgebiete	18
9.2	Systemumgebung	18
9.3	Shellvariablen	19
9.3.1	Definition, Ausgabe, Löschen	19
9.3.2	Einige reservierte Shellvariablen	20
9.3.3	Einlesen von Kommandozeilenparametern aus der Konsole	20
9.3.4	Einlesen mit read	20
9.3.5	Parametersubstitution mit Beispielen	21
9.4	Kontrollstrukturen/Verzweigungen	21
9.4.1	if	21
9.4.2	case	22
9.4.3	Schleifen: while, until, for	22
9.5	Rückgabewerte	23
9.6	Verkettung von Kommandos	23
9.7	Rechnen mit der Shell	23
9.8	Geordneter Rückzug mit "trap"	24
10	Systemadministration	24
10.1	Root - Zugang	24
10.2	Installation von Programmen	25
10.3	Hintergrund-Dienste starten	25

1 Einstieg

1.1 Was ist ein Betriebssystem?

Ein Computersystem lässt sich schematisch in einer Art Schalenstruktur darstellen: Die Rechnerhardware findet sich im Zentrum, umgeben vom Kernel mit seinen Modulen. Darauf folgen Standardbibliotheken und schließlich Anwenderprogramme.

1.2 Was ist Linux?

Linux ist ein freies Unix-ähnliches Betriebssystem. Das “eigentliche” Linux ist nur der Betriebssystemkernel (entwickelt von Linus Torvalds). Um mit dem System tatsächlich arbeiten zu können, sind eine große Anzahl von System- und Hilfsprogrammen notwendig; die meisten von ihnen sind freie Software (GPL).

Die Zusammenstellung Kernel plus Software heißt Linux-Distribution. Distributionen unterscheiden sich im Wesentlichen durch das Veröffentlichungs-Modell (Release model fixed oder rolling) und durch das zur Verwaltung der Software verwendete Programm. Debian, Ubuntu und Mint verwenden den Debian Package Manager, Redhat, Fedora, Suse und Almalinux den von Redhat. Rolling releases wie Arch oder Manjaro sind eher für Entwickler gedacht, die stets brandaktuelle Software benötigen. Hinter vielen Distributionen stehen Firmen (Redhat, Suse), die wahlweise freie oder kostenpflichtige Versionen (mit Support und Zertifizierung) anbieten. Reine Community-Distributionen sind beispielsweise Debian Arch Linux.

Linux ist nicht das einzige freie Betriebssystem: FreeBSD, OpenBSD und NetBSD sind ebenfalls freie Unix-Derivate, wobei die Entwicklung in straffer geführten Projektteams stattfindet. Mac OS X ist zumindest teilweise ebenfalls BSD-basiert (Darwin).

1.3 Charakteristika von Unix/Linux

- hierarchisches Dateisystem
- multitaskingfähig (mehrere Aufgaben gleichzeitig)
- multiuserfähig (mehrere Benutzer gleichzeitig)
- netzwerkfähig
- modular aufgebaut: Benutzer bzw. Administrator können die Komponenten frei kombinieren. Graphische Oberfläche (Windowmanager mit Desktopumgebung) und Betriebssystem sind völlig voneinander getrennt - ein Programm kann so auf einem Rechner gestartet und auf einem anderen angezeigt werden.
- offen (Quellcode im Internet verfügbar)

Für den Anwender unmittelbar wichtige Unterschiede zu Windows/DOS:

- login mit Passworteingabe erforderlich
- bestimmte Dateien und Verzeichnisse sind nicht für alle Benutzer les- und schreibbar.

- Groß- und Kleinschreibung wichtig: `Meinfile` und `meinfile` sind unterschiedliche Dateien!
- Pfad-Trenner ist bei DOS der Rückwärts-Schrägstrich `\`, bei Unix der Vorwärts-Schrägstrich `/`. Unter Unix werden mit `\` lange Befehlszeilen in der nächsten Zeile fortgesetzt.
- Es gibt keine Laufwerksbuchstaben.

1.4 Linux-Installationsvarianten

Die “klassische” Installation einer Linux-Distribution ist üblicherweise mit einer Neupartitionierung der Festplatte verbunden. Damit verbunden ist das Risiko des versehentlichen Löschens vorhandener Daten - daher Backup nicht vergessen! Eine Installation als virtualisierter Gast eines vorhandenen Systems vermeidet diese Risiken, allerdings um den Preis von Performance-Verlusten.

Beispiele für Virtualisierungs-Programme:

- virtualbox (Gratisversion erhältlich),
- KVM (nur für Linux-Wirtssysteme)
- Windows Subsystem for Linux (Windows 11 unterstützt bereits die Grafikausgabe von Linux-Gästen).

2 Die Shell

2.1 Merkmale der Shell

- Hauptaufgabe: Weiterleitung der eingegebenen Kommandozeile ans Betriebssystem (Kommandozeileninterpreter, vergleiche `cmd` oder `powershell` unter Windows)
- Kombination von Kommandos, z.B. mit `if`- oder `while`-Bedingungen. Auf diese Weise können Kommandoeingaben in Form von Shellscripts automatisiert werden.
- Konfigurierbarkeit, daher Möglichkeit der Erstellung einer persönlichen Arbeitsumgebung
- Unix ermöglicht dem Benutzer die Auswahl seiner gewünschten Shell, die gängigsten sind `bash` (Standard-Shell unter Linux) und `zsh`. Um herauszufinden, welche Shell gerade verwendet wird, tippt man in der Konsole `echo $SHELL` ein.

2.2 Kontrollsequenzen und Wildcards der bash

Automatische Kommando-/Dateinamenergänzung:	<code>(TAB)</code>
In der Kommando-History blättern:	<code>(↑↓)</code>
Inkrementelle Suche in der History:	<code>(Strg)+(R)</code>
Programmabbruch:	<code>(Strg)+(C)</code>
Programm anhalten (suspend):	<code>(Strg)+(Z)</code>
angehaltenes Programm im Hintergrund laufen lassen:	<code>bg</code>
angehaltenes Programm im Vordergrund laufen lassen:	<code>fg</code>
<code>kommando</code> als Hintergrundprozess starten:	<code>kommando &</code>
Wildcards:	
ein oder mehrere beliebige Zeichen (auch Leerzeichen):	<code>*</code>
genau ein beliebiges Zeichen:	<code>?</code>
alle Buchstaben von a-c:	<code>[a-c]</code>
alle Files mit Endung doc oder cpp	<code>*.{doc,cpp}</code>
Quotes (verhindern Interpretation als Sonderzeichen):	
nur nachfolgendes Zeichen:	<code>\</code>
String mit Leer-/Sonderzeichen außer Shellvariablen (z.B: \$x):	<code>" "</code>
alle Sonderzeichen:	<code>' '</code>

3 Unix-Kommandos

3.1 Aufbau eines Unix-Kommandos

Unix-Kommandos lauten oft wie die Abkürzung der englischen Bezeichnung ihrer Funktion. Lange Linux-Kommandozeilen wirken oft kryptisch; bei genauerer Betrachtung zeigt sich aber, dass sie immer nach folgendem Prinzip aufgebaut sind:

```
befehl [-o] argument
```

oder:

```
befehl [--option-lang] argument
```

In eckigen Klammern stehene Optionen oder Argumente können, aber müssen nicht verwendet werden. Ob dem Befehl ein Argument folgt oder nicht, hängt vom Einsatzzweck und vom Kommando ab.

3.2 Die wichtigsten Unix-Kommandos in Kurzfassung

Dateien anzeigen (list): mit ausführlichen Informationen: auch versteckte Dateien (beispielsweise .bashrc)	ls [DATEI] ls -l ls -a
aktuelles Arbeitsverzeichnis ausgeben(print working directory):	pwd
Verzeichnis wechseln (change directory) ins eigene Heimverzeichnis	cd VERZEICHNIS cd
Verzeichnis anlegen (make directory)	mkdir VERZEICHNIS
Datei kopieren (copy) Datei(en) in Zielverzeichnis kopieren	cp QUELLE ZIEL cp QUELLE... Ziel
Dateien umbenennen (move) Datei(en) in Zielverzeichnis verschieben	mv QUELLE ZIEL mv QUELLE... ZIEL
Dateien löschen (remove) Verzeichnis samt Inhalt löschen (Vorsicht!)	rm DATEI rm -r DATEI
Leeres Verzeichnis löschen	rmdir VERZEICHNIS
Datei auf einmal ausgeben Datei betrachten (beenden mit q)	cat DATEI less DATEI

3.3 Umleitung

Wenn von der Benutzerin nicht anders angegeben, gehen die von einem Programm verarbeiteten Daten folgende Wege:

- Benutzer → Programm: Standardeingabe (stdin), d.h. Lesen von der Konsole
- Programm → Benutzer: Standardausgabe (stdout), d.h. Schreiben auf die Konsole
- Fehlerausgabe: Standardfehlerausgabe (stderr)

Durch Anfügen von Umleitungszeichen an das eigentliche Kommando können Lese- und Schreiboperationen auch über Dateien laufen.

3.3.1 Standardeingabe und -ausgabe

```
sort < adressbuch
```

Die Einträge der Datei `adressbuch` werden dem Programm `sort` zum alphabetischen Sortieren übergeben. Das Resultat erscheint am Bildschirm.

```
date > erstellungsdatum
```

Die Ausgabe des Programmes `date` wird anstatt auf den Bildschirm in die Datei `erstellungsdatum` geschrieben. Falls die Datei schon vorher existiert hat, wird sie überschrieben. Soll die Ausgabe an eine Datei angehängt werden, sieht die Zeile so aus:

```
date >> erstellungsdatum
```

```
sort < adressbuch > sortiert
```

Kombination von Eingabe- und Ausgabeumleitung, Lesen aus `adressbuch`, Schreiben in `sortiert`

3.3.2 Standardfehlerausgabe

```
cat /etc/shadow 2> fehlerfile
```

Die Fehlerausgabe des Programmes `cat` wird in eine Datei namens `fehlerfile` umgeleitet.

```
find / -name adressbuch > gefunden 2> fehlerfile
```

Die Ausgabe des Programmes `find` wird in eine Datei namens `gefunden` umgeleitet, die Fehlermeldungen (z.B. Zugriff nicht erlaubt) landen in einem `fehlerfile`.

```
find / -name adressbuch &> resultat
```

Alles, was `find` ausgibt, wird in eine Datei namens `resultat` umgeleitet - auch die Fehlermeldungen.

3.3.3 Pipe

Alle bisher angeführten Umleitungszeichen stellen immer die Verbindung eines Programmes mit einer Datei her. Um die Ausgabe eines Programmes der Eingabe eines anderen Programmes zuzuführen, verwenden wir die Pipe:

```
cat adressbuch | grep BULME
```

Die Datei `adressbuch` wird mittels des Programmes `cat` ausgegeben; die Ausgabe wird dem Programm `grep` übergeben, das Zeilen ausgibt, die die Zeichenkette `BULME` enthalten.

```
date | tee erstellungsdatum
```

Die Ausgabe des Programmes `date` wird an ein "T-Stück" weitergeleitet, das die Daten gleichzeitig an der Standardausgabe anzeigt und in die Datei `"erstellungsdatum"` schreibt.

3.3.4 HERE-Dokumente

Bei diesem Sonderfall der Eingabeumleitung kommen die Eingaben direkt aus dem Shellskript. Der Text wird dabei von einer beliebig wählbaren Zeichenfolge umgeben:

```
#!/bin/bash
tr [A-Z] [a-z] << TEXT
null
eins zwei drei
vier
TEXT
```

4 Wo finde ich Hilfe?

4.1 "Eingebaute" Hilfe

Manche Programme haben eine eigene Option `--help` zur Ausgabe einer Kurzhilfe; darüberhinaus wird gelegentlich auch bei falschen/fehlenden Argumenten oder Optionen eine Kurzanleitung angezeigt.

4.2 Manual Pages

Das wichtigste Hilfesystem unter Unix, Aufruf mit:
`man [ABSCHNITT] [OPTIONEN] SUCHWORT`.

SUCHWORT muss auf jeden Fall angegeben werden, bei fehlender ABSCHNITT wird jene mit der niedrigsten Nummer angezeigt. Manual-Pages haben eine einheitliche Syntax, Details unter `man man`. Kommandos, Argumente und Optionen werden folgendermaßen gekennzeichnet:

text	text wörtlich wie in der Anzeige
<i>text</i>	text ersetzen durch ein passendes Argument
[-a]	a ist ein optionales Argument
[-a b]	es kann nur entweder Argument a oder Argument b benutzt werden
<i>text...</i>	mehrere Optionen oder Argumente möglich

Weiters liefert `whatis SUCHWORT` eine einzeilige Kurzbeschreibung eines Befehls. Mit `apropos SUCHWORT` werden die Kurzbeschreibungen aller Manual-Pages nach SUCHWORT durchforstet.

4.3 Weitere Hilfe

Unter Linux sind in der Verzeichnishierarchie unter `/usr/share/doc` teilweise recht ausführliche Hilfedateien vorhanden.

4.4 Online-Quellen

- Linux Documentation Project <http://tldp.org/> mit HOWTOs, FAQs und kompletten Büchern
- <https://tldr.inbrowser.app/>
- <https://cheat.sh> (Kommando mit / anhängen, geht auch im Kommandofenster beispielsweise `curl cheat.sh/ls`)
- <https://overthewire.org/wargames/> (Lernen der shell kann auch Spaß bereiten)

5 Dateien und Verzeichnisse

5.1 Der Verzeichnisbaum eines Linux-Systems

```
/
|-- bin
|-- boot
|-- cdrom
|-- data
|-- dev
|-- etc
|-- floppy
|-- home
|-- initrd
|-- lib
|-- lost+found
|-- mnt
|-- opt
|-- proc
|-- root
|-- sbin
|-- sys
|-- tmp
|-- usr
|-- var
```

Einige spezielle Verzeichnisse:

- **bin** binaries (ausführbare Programme)
- **dev** devices (Gerätedateien, z.B. Festplatten, Schnittstellen)
- **etc** systemweite Konfigurationsdateien
- **home** User-Heimverzeichnisses
- **lib** libraries (Bibliotheken, Module)
- **proc** processes (Während des Betriebes dynamisch erzeugte Statusdateien)
- **root** Heimverzeichnis des Superusers
- **sbin** system binaries
- **tmp** Verzeichnis für temporäre Dateien
- **usr** enthält wiederum **bin** usw.
- **var** variable (Inhalte, die von Serverdiensten ausgeliefert werden, logfiles)

5.2 Navigieren im Dateisystem

Abkürzungen für bestimmte Verzeichnisse:

```
.      das aktuelle Verzeichnis
..     das dem aktuellen Verzeichnis übergeordnete Verzeichnis
~      das eigene home-Verzeichnis
~fred  Kurzschreibweise für /home/fred
```

`cd` (ohne Argumente) wechselt immer ins home-Verzeichnis des Benutzers, unter dem man gerade eingeloggt ist.

Pfadangaben können auf zwei Arten erfolgen:

- absolut (ausgehend vom Wurzelverzeichnis /), z.B:
/home/fred/bilder/ferien04/vienna.jpg
- relativ (vom aktuellen Verzeichnis aus):
bilder/ferien04/vienna.jpg
oder zur Verdeutlichung:
./bilder/ferien04/vienna.jpg

5.3 Dateitypen

Unter Unix ist beinahe alles eine Datei, auch Systemressourcen wie Speichermedien, Netzwerklaufwerke, Ethernet-Adapter und Mäuse. Der Dateityp wird durch bestimmte Flags, aber nicht wie unter Windows durch die Erweiterung bestimmt, d.h. ein ausführbares Programm hat nicht notwendigerweise die Form **programm.exe**. Wenn eine Datei eine bestimmte Erweiterung hat, so wird diese vom Anwendungsprogramm (z.B. OpenOffice) verlangt und nicht vom Betriebssystem. Herausfinden lässt sich der Dateityp durch Eingabe des Befehls:

```
ls -l DATEI
```

(Dateityp steht im ersten Feld der Ausgabezeile) oder durch
`file DATEI`.

Die wichtigsten Dateitypen sind (Bsp. jeweils mit der Ausgabe von `ls -ld`):

- Gewöhnliche Dateien (Texte, Daten, Konfigurationsdateien):
-rw-r--r-- 1 root root 905 2004-07-07 14:05 /etc/passwd
- ausführbare Dateien (Programme):
-rwxr-xr-x 1 root root 142896 2003-09-23 19:33 /bin/tar
- Verzeichnisse (Directories):
drwxr-xr-x 55 root root 5728 2004-10-04 14:20 /etc
- Verweise (Hard-, Softlinks):
lrwxrwxrwx 1 root root 10 2004-07-07 13:40 mail -> spool/mail
- Gerätedateien (Block-, Character-Devices):
brw-rw---- 1 root disk 3, 0 2003-09-23 19:59 /dev/hda
crw-rw---- 1 root uucp 5, 64 2003-09-23 19:59 /dev/cua0

- Fifo (named pipe):
prw-r--r-- 1 edgar users 0 2004-10-04 18:06 xx
- Socket (Netzwerk-Endpunkt):
srw-rw-rw- 1 root root 0 Sep 24 07:40 /run/cups/cups.sock

5.4 Zugriffsrechte

Unter Unix gibt es die Möglichkeit, Lese-, Schreib- und Ausführungsrechte an den Eigentümer, die Gruppe zu der er gehört und für alle anderen Benutzer zu vergeben. Diese Rechte lassen sich mit wiederum mit `ls -l` anzeigen, mit der Ausgabe:

```
-rwxr-xr-x 1 kurs users 8 2004-10-06 15:50 testfile
```

Nach dem ersten Ausgabefeld (-) kommen drei Dreiergruppen von Zeichen nach dem Schema:

Rechte für:	(u)ser	(g)roup	(o)ther
mit Buchstaben:	rwx	r-x	r-x
binär:	111	101	101
oktal:	7	5	5

Eigentümer der Datei ist `kurs`, die Gruppe mit Zugriffsrechten heißt in diesem Beispiel `users`.

Gesetzt werden die Dateirechte mit: `chmod [OPTION]... MODUS[,MODUS]... DATEI...`
oder `chmod [OPTION]... OKTAL-MODUS DATEI...`

MODUS besteht aus 3 Teilen:

- Wer: u (user, Eigentümer), g (group), o (alle anderen), a (alle, d.h. Eigentümer, Gruppe und alle anderen)
- Operator: + (Rechte geben), - (Rechte wegnehmen), = (Rechte setzen)
- Rechte: r (read, lesen), w (write, schreiben), x (execute, ausführen, bei Verzeichnissen durchsuchen). Spezialflags s (setuid oder setgid), t (sticky) siehe Erklärung weiter unten.

In der zweiten Form wird der OKTAL-MODUS wie in der Tabelle angedeutet durch drei Oktalziffern gesetzt.

Die Zuordnung von Dateien zu einem Eigentümer erfolgt durch:
`chown EIGENTÜMER DATEI...`

Zuordnung zu einer Gruppe mit:
`chgrp GRUPPE DATEI...`

Eine ganze Verzeichnishierarchie wird mit der Option `-R` (rekursiv) bearbeitet.

Zusätzlich gibt es noch 3 Spezialbits, die optional der Dreiergruppe vorangestellt werden können, in Oktalzahlen ausgedrückt bedeuten sie:

4000 → setuid: Datei wird mit den Rechten des Besitzers ausgeführt

Beispiel: `-rwsr-xr-x 1 root root 59976 Feb 6 2024 /bin/passwd`

Achtung: wenn der Besitzer `root` heißt, kann bei falscher Anwendung oder Programmierfehlern eine gefährliche Sicherheitslücke entstehen!

2000 → setgid: Datei erhält die Rechte der Gruppe

1000 → sticky: nur Eigentümer darf Datei löschen

Beispiel: `drwxrwxrwt 33 root root 20480 Sep 24 14:59 /tmp`

Welche Rechte eine Datei standardmäßig hat, lässt sich in der Benutzerkonfiguration einstellen durch: `umask MODE`

6 Suchen, finden und ersetzen

6.1 Suchen von Dateien und Verzeichnissen im Dateisystem

`find [Pfad...] [Suchkriterium]`

Die wichtigsten Spezialfälle (Details siehe Manual Page) anhand von Beispielen:

`find / -name fred`

Vom Wurzelverzeichnis beginnend alle Dateien und Verzeichnisse anzeigen, die `fred` heißen. Hinweis: Bei Wildcards (`*`, `?`, `[]`) im Namen müssen Quotes `" "` verwendet werden.

`find / -user kurs`

Vom Wurzelverzeichnis beginnend alle Dateien und Verzeichnisse anzeigen, die dem Benutzer `kurs` gehören.

`find /tmp -mtime +3 -print -exec rm {} \;`

Alle Dateien und Verzeichnisse unter dem Verzeichnis `/tmp` ausgeben, falls sie länger als 3 Tage nicht modifiziert wurden. Alles was nach `-exec` steht, ist der Aufruf eines weiteren Programmes (hier `rm`, löschen). Mit `{}` werden dem Programm die von `find` ausgegebenen Zeilen als Argumente übergeben. Die Kommandozeile von `rm` wird mit `;` abgeschlossen, wobei der Backslash verhindert, dass die Shell den Strichpunkt schon vorher interpretiert (Quoting).

`find ~karl -type d -exec chmod 775 {} \;`

Alle Verzeichnisse unterhalb des Heimverzeichnisses vom Benutzer `karl` werden auf `rw-rw-r-x` gesetzt.

`find . -mtime -4 -a -mtime +1`

Finde alle Dateien, die vor weniger als 4 Tagen und vor mehr als 1 Tag geändert wurden. Die Option `-a` repräsentiert ein logisches AND, fehlt sie, wird automatisch diese Verknüpfung angenommen.

6.2 Suchen/Ersetzen von Text innerhalb von Dateien

6.2.1 Reguläre Ausdrücke (regular expressions)

regulärer Ausdruck:	Bedeutung:
a+	a kommt ≥ 1 mal vor
a*	a kommt ≥ 0 mal vor
a?	a kommt ≤ 1 mal vor
a{,n}	a kommt maximal n-mal vor
a{n,}	a kommt mindestens n-mal vor
^a	a am Zeilenanfang
a\$	a am Zeilenende
\<	Beginn einer Wortgrenze
\>	Ende einer Wortgrenze
.	ein beliebiges Zeichen
[a-z]	eines der Zeichen von a bis z
[xyz]	eines der Zeichen x,y,z
[^xyz]	keines der Zeichen x,y,z (Negation)

Die Wildcards der shell und reguläre Ausdrücke sehen ähnlich aus, sind aber zwei unterschiedliche Dinge! Während Wildcards von der shell zu Dateinamen erweitert werden, finden reguläre Ausdrücke als Argumente zum Suchen und Ersetzen von Zeichenketten in Programmen wie `grep`, `vi`, `sed`, `awk` Verwendung.

Beispiele:

Muster	Passt auf:
Code	Die Zeichenkette Code
^Code	Die Zeichenkette Code am Zeilenanfang
Code\$	Die Zeichenkette Code am Zeilenende
^Code\$	Die Zeichenkette Code steht allein in der Zeile
[CK]ode	Code oder Kode
Co.e	Der dritte Buchstabe ist ein beliebiges Zeichen
^....\$	Jede Zeile mit genau 4 Zeichen
^\.	Jede Zeile die mit einem Punkt beginnt (Metazeichen gequotet)
^[^.]	Jede Zeile die nicht mit einem Punkt beginnt
Code*	Code Codewort Codeknacker Codeschloss usw.
[0-9]*	Null oder mehrere Ziffern
[0-9]+	Eine oder mehrere Ziffern
[0-9].*	Eine Ziffer, gefolgt von null oder mehr Zeichen
80[456]?86*	8086 80486 80586 80686
Hand(y ie)s	Handys Handies

6.2.2 Suchen mit "grep"

`grep [OPTION]... MUSTER [DATEI] ...`

Als **MUSTER** dienen sogenannte "reguläre Ausdrücke" Falls im **MUSTER** Sonderzeichen bzw. Wildcards vorkommen, müssen sie unter Hochkommata gestellt werden (quoting, z.B: `'Hand(y|ie)s'`), da sie ansonsten bereits von der shell und nicht erst von `grep` ausgewertet werden.

*Hinweis: einige Ausdrücke (oben beispielsweise die letzten 5 Muster) funktionieren nur in der erweiterten Version **grep -E***

Beispiel:

In einem Verzeichnis befinden sich die Dateien

`array.c band.c kap1 kap2`

Zur Suche nach einem Muster aus beliebigen Kleinbuchstaben in den Dateien `kap1 kap2` wird folgende Zeile eingegeben:

`grep [a-z]* kap[12]`

Das wird aber von der shell interpretiert als

`grep array.c band.c kap1 kap2`

während `[a-z]*` eigentlich nur das an `grep` übergebene Suchmuster sein sollte. Um die Interpretation der Metazeichen im Suchmuster durch `grep` zu erzwingen, muss daher

`grep '[a-z]*' kap[12]`

eingegeben werden.

6.2.3 Suchen und ersetzen mit dem Stream-Editor “sed”

`sed [-e 'Befehle'] [DATEI]`

Wird keine Datei angegeben, liest sed aus der Standardeingabe.

Beispiel: Jedes Mal, wenn im File “hallo.txt” das Wort “Windows” vorkommt, soll dieses durch “Linux” ersetzt werden. (Der Schalter “g” für “global” bewirkt, dass das Wort auch ersetzt wird, wenn es in einer Zeile mehrmals vorkommt).

`sed -e 's/Windows/Linux/' hallo.txt`

Beispiel: Leerzeilen aus einer Datei löschen (d = “delete”):

`sed -e '/^$/d' hallo.txt`

Beispiel: Leer- und Kommentarzeilen aus einer Datei löschen, das Zeichen | bedeutet ODER-Verknüpfung. Da es nicht Bestandteil des Suchmusters ist, muss ein Backslash vorangestellt werden:

`sed -e '/^$\\|#/d'`

Backups anlegen:

```
#!/bin/sh
EXTENSION="txt"
for name in *.$EXTENSION ; do
    backup=$(echo $name | sed -e "s/\\.$EXTENSION/\\.bak/")
    echo "$name -> $backup"
    cp $name $backup
done
```

In der Option nach dem `sed` - Kommando müssen doppelte Anführungszeichen gesetzt werden, damit der Inhalt der Variablen `EXTENSION` ausgegeben wird.

Der Ausdruck `backup=$(.....)` weist der Variable `backup` den Inhalt der Ausgabe des Kommandos innerhalb der Klammern zu.

7 Prozesse

7.1 Welcher Prozesse laufen?

Beim Start eines Programmes wird aus einem existierenden Prozess ein neuer erzeugt (fork). Der "Vaterprozess", der beim Hochfahren gestartet wird, heißt `init`. Mit `ps tree` lässt sich diese Hierarchie visualisieren, wie der folgenden Ausschnitt zeigt:

```
init--acpid
    |-bdflush
    |-cron
    |-cupsd
    |-fetchmail
    |-kalarmd
    |-kamix
    |-kdeinit--artsd
    |           |-3*[kdeinit]
    |           |-kdeinit---bash--xdvi.bin
    |           |           |-xemacs
    |           |-kdeinit---bash---ssh
    |           |-kdeinit---bash---pstree
```

Laufende Prozesse werden angezeigt mit: `ps`
(Ausgabeformat: PID...Prozessnummer, CMD...Programmname)

Prozesse, die nicht aus einem Terminalfenster heraus gestartet werden (sondern z.B. aus dem KDE-Startmenü), erscheinen erst bei Eingabe von: `ps x`
(Hinweis: die Optionen werden hier ohne führendes - angegeben, da `ps` die BSD-Syntax verwendet).

Eine tabellarische Darstellung, die auch Interaktionen des Benutzers ermöglicht, liefern `top` bzw. `htop` mit ASCII-Grafik (Hilfe mit `h`, beenden mit `q`).

7.2 Hintergrund-Prozesse

Wird ein Prozess im Hintergrund gestartet, z.B. mit: `xeyes &`
so erscheint in der folgenden Zeile z.B.: `[2] 2201` (Format: [JOBNUMMER] PID)

Der Prozess wird in den Vordergrund geholt mit: `fg %JOBNUMMER`

zurück in den Hintergrund geht es mit: `(CTRL)+(Z) bg`

Die Jobnummern der laufenden Hintergrundprozesse liefert: `jobs`

7.3 Prozesse beenden

Beenden eines nicht reagierenden Programmes: `kill PROZESSNUMMER`
Bei Hintergrundprozessen alternativ auch: `kill %JOBNUMMER`

Beenden aller Programme mit Namen PROGRAMMNAME: `killall PROGRAMMNAME`.

Mit `kill` können als Optionen auch Signale mitgesendet werden. Gewaltsames Beenden eines nicht mehr reagierenden Programmes (SIGKILL): `kill -9 PROZESSNUMMER`

Beenden eines Programmes mit anschließendem Neustart (z.B. zum Einlesen neuer Konfigurationsdaten): `kill -HUP PROGRAMMNAME`

8 Tools

8.1 Editoren

`vi` oder die verbesserte Version `vim` ist der auf jedem Unix-System vorhandene Standard-Editor. Er ist schnell, klein und benutzerfreundlich auf eine besondere Art - er kennt zwei Betriebsarten, den Kommandomodus (Zustand nach dem Start, Befehlseingabe) und den Eingabemodus (insert mode, Texteingabe).

<code>i</code>	Wechsel Kommandomodus → Eingabemodus mit <code>i</code>
<code>(ESC)</code>	Wechsel Eingabemodus → Kommandomodus
<code>o</code>	neue Zeile anfügen
<code>dd</code>	aktuelle Zeile löschen (delete)
<code>yy</code>	aktuelle Zeile kopieren (yank)
<code>p</code>	gelöschte oder kopierte Zeile einfügen (put)
<code>x</code>	ein Zeichen löschen
<code>u</code>	Änderungen rückgängig machen (undo)
<code>:w</code>	speichern (write)
<code>:wq</code>	speichern und beenden (quit)
<code>ZZ</code>	
<code>:q!</code>	beenden, ohne Änderungen zu speichern
<code>:%s/alt/neu/g</code>	überall <code>alt</code> durch <code>neu</code> ersetzen
<code>help</code>	Onlinehilfe

Ein weiterer, in LISP frei programmierbarer Editor ist `emacs`. Er arbeitet mit vielen gängigen Unix-Werkzeugen wie z.B. `grep`, `gcc`, `make` zusammen. Neuere Entwicklungen in Richtung integrierte Designumgebung (IDE) sind `visual studio code`, `kdevelop` (Bestandteil der Desktop-Umgebung KDE) und `eclipse` (Java-basiert, mit plugins erweiterbar).

8.2 Compiler

Der `gcc` (GNU compiler collection) zum Kompilieren von C-Programmen wird so verwendet: `gcc hello.c`

Das resultierende ausführbare Programm heißt traditionsgemäß `a.out`.

`gcc hello.c -o hello` liefert ein Programm namens `hello`

(Hinweis: Der Compiler setzt die Rechte der erzeugten Programme automatisch auf `e(x)ecutable`. Dennoch liefert die Eingabe von `hello` auf den meisten Systemen ein "command not found": Der Suchpfad `$PATH` zum Programm ist aus Sicherheitsgründen nicht auf das aktuelle Verzeichnis gesetzt, daher ist eine Eingabe der Form `./hello` notwendig)

Nur kompilieren ohne zu linken: `gcc -c hello.c`

Das entstehende Object File `hello.o` wird gelinkt mit: `gcc -c hello.o`

8.3 Archivierung mit tar ("tape archiver")

`tar [OPTION]... [Datei]...`

OPTION ist in der Unix- und in der BSD-Form (ohne -) möglich. Bei der BSD-Form ist die Reihenfolge der Optionen egal!

Erzeugen eines komprimierten Archivs (auch mit winzip extrahierbar!):

```
tar zcvf fred's-backup.tgz /home/fred
```

Auslesen des Inhalts dieses Archivs:

```
tar zvft fred's-backup.tgz
```

Entpacken:

```
tar zvfx fred's-backup.tgz
```

Bedeutung der Optionen:

v	ausführliches Listing (verbose)
z	(de)komprimieren mit gz (mit j anstelle von z: bzip2)
c	Archiv erzeugen (create)
v	ausführliches Listing (verbose)
f	Archiv ist ein (f)ile, ohne die Option Schreiben auf ein tape
t	Inhalt auflisten ohne zu entpacken
x	e(x)trahieren

9 Shellskripts

9.1 Begriffsdefinition und Einsatzgebiete

Zur automatischen Abarbeitung längerer oder komplexer Befehlsfolgen bietet sich die Verwendung von Skripts an. Routinemäßige Administrationsaufgaben können so vereinfacht werden oder überhaupt als cron-job periodisch gestartet werden. Auch das Hochfahren des gesamten Linux-Systems wird durch Shellskripts gesteuert.

Im Gegensatz zu kompilierten Programmen werden Skripts interpretiert, die Ausführung ist daher etwas langsamer; andererseits ist die Erzeugung von Scripts unkomplizierter (Compileraufruf entfällt). Oft sind Skripts auch leichter auf andere Plattformen (z.B. Windows, MacOS) portierbar. Als Interpreter dient im einfachsten Fall die Shell selbst (bash, sh, csh usw.) - das Pendant dazu aus der DOS-Welt heißt Batchfile. Für spezielle Anforderungen oder größere Projekte stehen Skriptsprachen wie perl, python, tcl etc. zur Verfügung.

9.2 Systemumgebung

Grundvoraussetzungen zum Ausführen eines Shellskripts:

- Der entsprechende Interpreter muss auf dem System installiert sein.
- Ganz am Beginn des Skripts sollte der Interpreter des Skriptes angeführt werden. Falls ein Benutzer z.B. seine Arbeitsumgebung so konfiguriert hat, dass standardmäßig die csh läuft, wird auf diese Weise die Verwendung der bash sichergestellt:

```
#!/bin/bash
```

Das gleiche für Python:

```
#!/usr/bin/python
```

oder etwas etwas systemunabhängiger geschrieben, wobei berücksichtigt wird, dass der Pfad zum Interpreter von System zu System variieren kann:

```
#!/usr/bin/env python
```

- Der Benutzer muss das Skript ausführen können. Unter Unix geschieht das nicht durch Erkennen einer Dateinamen-Erweiterung wie `.bat` oder `.exe` unter DOS (d.h. die Namenswahl ist weitgehend frei) sondern durch Setzen der Rechte, z.B. mit:
`chmod u+xmeinskript`
- Das Verzeichnis, in dem das Skript zu finden ist, muss im Suchpfad eingetragen sein - siehe: `echo $PATH`
Ist das nicht der Fall, so ist die Angabe des absoluten oder relativen Pfades zur Ausführung nötig: `/home/fred/meinskript` oder: `./meinskript`

Achtung: Shellskripts sind kritisch bezüglich der Formatierung (Leerzeichen, Zeilenumbruch)!

9.3 Shellvariablen

Kennzeichen von interpretierten Sprachen ist u.a. die Speicherung von Variablen in Form von Zeichenketten.

9.3.1 Definition, Ausgabe, Löschen

- Lokale Variablen werden so definiert:
`x=100`
`mytext="Wien ist anders"` (Quoting wegen Leerzeichen!)
`pi=3.14`
- Globale Variablen (Umgebungsvariablen, environment variables) werden an Kindprozesse weitergegeben. Lokale werden zu globalen Variablen mit: `export x` oder gleich bei der Definition mit `export x=100`
- Anzeigen des Wertes einer Variablen mit: `echo $x`
Die ausführlichere (und sichere) Schreibweise dafür ist: `echo ${x}`

Beispiel:

```
gruss="hallo "
```

```
echo $grussleute ...ist leer, weil andere Variable
```

```
echo ${gruss}leute ... ergibt "hallo leute"
```

- Anzeigen aller globalen Variablen: `printenv`
- Anzeigen aller (globalen und lokalen) Variablen: `set`
- Löschen einer Variable `x`: `unset x`

9.3.2 Einige reservierte Shellvariablen

\$?	Rückgabewert (return) des letzten Kommandos
#!	PID des letzten Hintergrundkommandos
\$\$	PID der aktuellen Shell
\$0	Name des gerade ausgeführten Shell-Programmes
\$#	Anzahl der übergebenen Parameter (in C: argc)
\$1...\$9	Werte der übergebenen Parameter (in C: argv)
\$?	Rückgabewert (return) des letzten Kommandos
\$*	Übergebene Parameter als ein String
@	Übergebene Parameter als ein Array

Vom System in der Konfiguration gesetzte Variablen sind z.B. \$PATH, \$UID, \$PS1, \$PWD, \$IFS.

9.3.3 Einlesen von Kommandozeilenparametern aus der Konsole

Die beim Aufruf eines Skripts angegebenen Optionen werden der Reihe nach den Variablen \$1, \$2 usw. zugeordnet. Alternativ dazu kann mit "shift" die Parameterliste verschoben werden, sodass die jeweils nächste Option immer in \$1 steht:

```
#!/bin/sh
echo "Alle Parameter:"
count=1
while [ $# -gt 0 ] ; do
    echo "${count}. Parameter = $1"
    shift
    count=$((count+1))
done
```

9.3.4 Einlesen mit read

- Einlesen mehrerer Variablen von der Konsole: `read vorname familienname`
...und die dazugehörige Ausgabe mit: `echo $vorname $familienname`
- Das gleiche unter Verwendung eines Arrays: `read -a namen`
...und die Ausgabe: `echo ${namen[0]} ${namen[1]}`
- Einlesen aus einer Datei, in der die Felder durch ":" getrennt sind unter Verwendung des IFS (internal field separator):

```
#!/bin/sh
IFS=":"
while read -a fields
do
    echo ${fields[@]}
done < /etc/passwd
```

Wenn read mit einer Pipe verwendet wird, öffnet es eine eigene Subshell. Daher muss auch der Ausgabebefehl durch Klammerung in die Subshell miteinbezogen werden - andernfalls wären die Variablen leer:

```
#!/bin/sh
ADDR=$(/sbin/ifconfig | grep eth -n1 | grep inet | cut -d: -f2 | \
    cut -d" " -f1)
echo $ADDR | (IFS="."; read -a felder; echo ${felder[@]})
```

9.3.5 Parametersubstitution mit Beispielen

```
pfad=/home/fred/datei.txt.gz" ...Variable pfad wird gesetzt
echo ${pfad#*/}
liefert home/fred/datei.txt.gz (Führender Schrägstrich entfernt)
echo ${pfad##*/}
liefert datei.txt.gz - gleiche Funktionalität wie basename $pfad
echo ${pfad%/*}
liefert /home/fred
echo ${pfad%%/*}
eliminiert die größtmögliche Zeichenkette vom Ende weg, also alles
echo ${pfad:-nix}
liefert /home/fred/datei.txt.gz
unset pfad ...Variable ist jetzt leer
echo ${pfad:-nix}
liefert "nix"
```

9.4 Kontrollstrukturen/Verzweigungen

9.4.1 if

```
if [ $x -ne 3 ] ; then
    echo "falscher Wert"
    exit 1
fi
```

Der Strichpunkt kann wegfallen, wenn **then** in der nächsten Zeile steht:

```
if [ $x -ne 3 ]
then
    echo "falscher Wert"
    exit 1
fi
```

Die eckigen Klammern sind eine abgekürzte Schreibweise für:

```
if test $x -ne 3 ; then
    echo "falscher Wert"
    exit 1
fi
```

Hinweis: Vergleichsoperatoren siehe "man test"

9.4.2 case

```
case $eingabe in
    s)
        echo Start
        ;;
    [eqEQ])
        echo Ende
        exit 0
        ;;
    *)
        echo "falsche Eingabe!"
        ;;
esac
```

Sobald eine Alternative zutrifft, wird die case-Struktur verlassen (im Gegensatz zur Programmiersprache "C", wo dieses Verhalten durch ein explizites "break" erzwungen werden muss).

9.4.3 Schleifen: while, until, for

```
counter=0
while [ $counter -lt 3 ] ; do
    echo $counter
    counter=$((counter+1))
done
```

Negative Formulierung mit until:

```
counter=0
until [ $counter -gt 3 ] ; do
    echo $counter
    counter=$((counter+1))
done
```

Iteration über Werte aus einer Liste:

```
for opsys in Windows Linux MacOS; do
    echo $opsys
done
```

Dateien umbenennen (Einzeiler):

```
for $filename in *.doc; do mv $filename ${filename%.*}.bak; done
```

*Auf diese Weise kann ein Skript mit der selben Funktion wie der DOS-Befehl move *.doc *.bak realisiert werden. (mv *.doc *.bak funktioniert unter Unix nicht, weil die Shell und nicht das Programm mv die Wildcards erweitert. Mit unkritischen Dateien ausprobieren!)*

Ohne in liest for die Argumente der Eingabezeile. Mit **break** wird aus der Schleife ausgetreten, mit **continue** geht es direkt weiter zur nächsten Iteration.

9.5 Rückgabewerte

Ordentliche Unix-Programme geben bei erfolgreicher Beendigung 0 (Null), bei einem Fehler einen von 0 verschiedenen Wert (Fehlercode) zurück. Aufrufende Programme können diesen Rückgabewert auswerten und darauf reagieren. Beim Shellskript erzeugt man diese Werte mit:

```
exit 0 bzw. exit 1
```

9.6 Verkettung von Kommandos

- Hintereinanderausführen

Durch Strichpunkte ";" getrennte Befehle werden nacheinander ausgeführt:

```
date; who
```

Um die Ausgabe beider Befehle in eine Datei umzuleiten, wird durch Klammern die Ausführung in einer Subshell erzwungen:

```
(date; who) > heute_da
```

- UND-Verknüpfung

Das nächste Kommando wird nur ausgeführt, wenn das vorherige erfolgreich war.

Beispiel: Konfiguration, Kompilieren und Installation eines im Quellcode vorliegenden Programmes.

```
./configure && make && make install
```

- EXOR-Verknüpfung

Das nächste Kommando wird nur ausgeführt, wenn das vorherige erfolglos war.

```
grep Franz namensliste || echo 'Franz nicht vorhanden'
```

9.7 Rechnen mit der Shell

Die Bash erlaubt das Rechnen mit allen Grundrechenarten (+, -, *, /) einschließlich des Modulo-Operators (%) sowie mit Inkrement und Dekrement (++ , -). Ebenfalls erlaubt sind Vergleichsoperatoren wie in C. Zur Auswertung eines arithmetischen Ausdrucks existieren mehrere Syntaxvarianten, am einfachsten und sichersten in Bezug auf die Behandlung von Sonderzeichen ist die doppelte Klammerung:

```
#!/bin/sh
echo "Alle Parameter:"
count=1
while [ $# -gt 0 ] ; do
echo "${count}. Parameter = $1"
shift
count=$((count+1))
done
```

9.8 Geordneter Rückzug mit "trap"

Beim gewaltsamen Beenden von Skripts, z.B. mit "kill" oder `(Ctrl)-C` können eventuell notwendige Aufräumarbeiten am Ende des Skripts nicht mehr stattfinden, sodass temporäre Files etc. übrigbleiben. Mit "trap" lassen sich Aktionen definieren, die beim Abbruch ausgeführt werden. `trap -l` zeigt alle Signale und deren Nummern an.

```
#!/bin/sh

# Funktionsdefinition:
ende()
{
    echo "Programm beendet"
    exit 0
}

# Funktion ende wird bei CTRL-C aufgerufen
trap 'ende' SIGINT

while true ; do
    echo "warte..."
    sleep 10
done
```

10 Systemadministration

10.1 Root - Zugang

Die meisten Administrationstätigkeiten auf globaler Ebene sind nur mittels privilegiertem Account ("Superuser") erlaubt. Dabei gibt es zwei unterschiedliche Ansätze zum Login:

- Traditionellerweise existiert ein Account **root**, mit dem zumindest auf der Textkonsole ein Login am Rechner möglich ist (manche grafischen Desktops blockieren standardmäßig ein root - Login). Bei dieser Konfiguration kann auch von einem gewöhnlichen, nicht privilegierten Account im Terminal auf den User root gewechselt werden - natürlich nur, wenn das Rootpasswort bekannt ist: `su -`
Der Bindestrich am Ende bewirkt, dass auch die Umgebungsvariablen (Pfade, Spracheinstellungen...) des Root-Users übernommen werden.

Der Nachteil dabei: Jeder privilegierte User hat das gleiche Rootpasswort, daher lässt sich aus dem Log nur schwer im Nachhinein feststellen, wer sich als root angemeldet hat. Außerdem blockieren Dienste zur Fernwartung wie die Secure Shell meistens aus Sicherheitsgründen das direkte Login als root.

- Auf neueren Systemen erfolgt der root-Zugang meistens über den sudo-Mechanismus ("do as a superuser"). Ein nicht privilegierter User kann durch Voranstellen von **sudo** Kommandos ausführen, die root-Rechte erfordern. Superuser-Rechte für mehrere Befehle können ebenfalls erlangt werden: `sudo su -`

Bei der Aufforderung zur Passworteingabe ist dabei das eigene Login-Passwort einzugeben!

Ein User - beispielsweise `fred` - kann bei dieser Vorgangsweise nur Superuser werden, wenn er in der Gruppe `sudo` Mitglied ist. Sollte das nicht der Fall sein, kann ein anderer privilegierter User diesen mittels `usermod -a -G sudo fred` zur Gruppe hinzufügen. Danach muss sich der User aus- und wieder einloggen, um die Änderung wirksam werden zu lassen.

Arbeiten unter `root` sind grundsätzlich heikel, weil mit einer einzigen falschen Befehlszeile das gesamte System zerstört werden kann. Sobald die Administrationstätigkeit abgeschlossen ist, sollte die Root-Shell wieder verlassen werden, mit `exit` oder `(CTRL) + D`

10.2 Installation von Programmen

Auf globaler Ebene sollen Programme grundsätzlich soweit wie möglich aus den Repositories der verwendeten Distribution mittels Paketmanager installiert werden, um Inkompatibilitäten und Schwierigkeiten beim Update zu vermeiden.

Für Debian-basierte Distributionen heißt der Paketmanager `apt`, für Redhat-Abkömmlinge `yum` oder bei neueren `dnf`.

Die wichtigsten `apt`:

- Liste der installierbaren Pakete aktualisieren: `apt update`
- alle installierten Pakete aktualisieren: `apt upgrade`
- Programmpaket (Beispiel `firefox`) suchen: `apt search firefox`
Die resultierende Ausgabe ist meistens sehr lang. Daher besser
`apt install firefox | less`
eingeben, um eine durchsuchbare und scrollfähige Liste zu erhalten. Option: Nur nach Paketen suchen, wo der Suchbegriff im Namen und nicht in der Beschreibung vorkommt: `apt search firefox --names-only`
- Paket installieren: `apt install firefox`
- Paket deinstallieren: `apt remove firefox`
- Paket deinstallieren inkl. Konfigurationsdateien: `apt purge firefox`
- Auf dem System bereits installierte Pakete (hier `firefox`) suchen:
`apt list --installed | grep firefox`

10.3 Hintergrund-Dienste starten

Programme, die beim Booten des Rechners ständig im Hintergrund laufen sollen, beispielsweise Serverdienste, werden mittels `systemd` gesteuert.

Beispiel mit dem Webserver Apache:

- Starten: `systemctl start apache2`
- Status anzeigen - wichtig, um Konfigurationsfehler anzuzeigen:
`systemctl status apache2`

- Neustarten, bei Änderung der Konfiguration erforderlich:
`systemctl restart apache2`
- Beenden: `systemctl stop apache2`
- Dienst automatisch bei jedem Reboot starten: `systemctl enable apache2`
- Dienst nicht automatisch bei jedem Reboot starten: `systemctl disable apache2`

Eng mit dem `systemd` verbunden ist das Programm zur Anzeige der Logs allgemein oder nur für einen bestimmten Dienst:

`journalctl` bzw. `journalctl -u apache2`