

# Einführung in Unix

Prof. Dr. rer. nat. Peter Gerwinski

27. März 2024

# U Einführung in Unix

U.1 Grundkonzepte

U.2 Die Kommandozeile: Grundlagen

U.3 Dateisysteme

U.4 Ein- und Ausgabeströme

U.5 Pipes

U.6 Verzweigungen und Schleifen

# U Einführung in Unix

## U.1 Grundkonzepte

- 1965** Vorgänger: Multics (Multiplexed Information and Computing Service)  
„überladen“
- 1970** Unix: Einfachheit als Grundkonzept
- 1972** Umstellung auf neu entwickelte Programmiersprache C
- 1975** AT&T: Unix inkl. Quelltext für Universitäten
- 1977** Berkeley Software Distribution (BSD)
- 1983** GNU-Projekt
- 1987** Minix
- 1991** Linux
- 1993** FreeBSD, NetBSD
- 1994** OpenBSD
- 2000** Darwin (Mac OS X, Mach-Kernel, BSD-User-Space)
- 2008** Android (Linux-basiert)

# U Einführung in Unix

## U.1 Grundkonzepte

Unix und C: Einfachheit als Grundkonzept

- Vermeiden von Ausnahmen
- Baukastensystem

C: Hauptprogramm  
= „normale“ Funktion

```
int main (int argc, char **argv)
{
    printf ("Hello, _world!\n");
    return 0;
}
```

Unix: übergeordnetes Verzeichnis = „normales“ Verzeichnis

```
cassini/home/peter/foo> ls -la
insgesamt 24
drwxr-xr-x  2 peter peter  4096 Okt  6 13:30 .
drwxr-xr-x 172 peter peter 20480 Okt  6 13:30 ..
cassini/home/peter/foo> cd ..
cassini/home/peter>
```

# U Einführung in Unix

## U.1 Grundkonzepte

Unix und C: Einfachheit als Grundkonzept

- Vermeiden von Ausnahmen
- Baukastensystem

C: Bibliotheken

- Grundfunktionen: `libc`
- 3d-Grafik – Kernfunktion: `libGL`
- 3d-Grafik – Utilities: `libGLU`
- 3d-Grafik – Utility Toolkit: `libglut`
- ...

Unix: Programme arbeiten zusammen

```
cassini/home/peter/bo> find . -name "*klausur*.tex" \  
    | grep -v "fig" | less  
./2013ss/net/script/slides/net-probeklausur-20120712.tex  
./2013ss/net/20130924.0/net-klausur-20130924.tex  
./2011ws/rarch/20120322.0/rarch-klausur-20120322.tex  
...  
./2012ss/hs/20130318.0/hs-klausur-20130318.tex  
./2012ss/hs/20120715.0/hs-probeklausur-20120715.tex  
./2012ss/hs/20120720.0/hs-klausur-20120720.tex
```

## U.2 Die Kommandozeile: Grundlagen

- Programm aufrufen: Namen eingeben, z. B.: `ls`
- Optionen: `ls -l`
- Lange Optionen (GNU-Konvention): `ls --help`
- Text schreiben: `echo "Hello, world!"`
- (String-)Variable setzen: `FOO=bar`
- Variable einlesen: `read FOO`
- Variable abrufen: `echo $FOO`
- Aus Sicherheitsgründen: `echo "$FOO"`

## U.2 Die Kommandozeile: Grundlagen

- Programm aufrufen: Namen eingeben, z. B.: `ls`
- Optionen: `ls -l`
- Lange Optionen (GNU-Konvention): `ls --help`
- Text schreiben: `echo "Hello, world!"`
- (String-)Variable setzen: `FOO=bar`
- Variable einlesen: `read FOO`
- Variable abrufen: `echo $FOO`
- Aus Sicherheitsgründen: `echo "$FOO"`

```
cassini/home/peter/bo> FOO=ls
```

```
cassini/home/peter/bo> echo "$FOO"
```

```
ls
```

```
cassini/home/peter/bo> $FOO
```

```
2011ws  2012ws  2013ws  doc          misc  projekte
```

```
2012ss  2013ss  briefe  material    orga
```

```
cassini/home/peter/bo>
```

## U.2 Die Kommandozeile: Grundlagen

- Befehl zurückholen: Pfeiltasten  $\uparrow$ ,  $\downarrow$
- Befehl bearbeiten: Pfeiltasten  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  usw.
- Befehl vervollständigen: TAB
- Befehl rückwärts suchen: Ctrl+R
- Bildschirm löschen: Ctrl+L
- Befehl abbrechen: Ctrl+C

## U.2 Die Kommandozeile: Grundlagen

- Befehl zurückholen: Pfeiltasten  $\uparrow$ ,  $\downarrow$
- Befehl bearbeiten: Pfeiltasten  $\leftarrow$ ,  $\rightarrow$  usw.
- Befehl vervollständigen: TAB
- Befehl rückwärts suchen: Ctrl+R
- Bildschirm löschen: Ctrl+L
- Befehl abbrechen: Ctrl+C
  
- Hilfe-Option: `ls --help`
- Unix-Handbuch – *manual*: `man ls`  
(Beenden mit `q`)

## U.2 Die Kommandozeile: Grundlagen

- Verzeichnisse für Programme: `echo $PATH`
- Programm in explizitem Verzeichnis aufrufen: `/bin/ls -l`
- Programm im aktuellen Verzeichnis aufrufen: `./hello`

**MS-DOS:** Ausführbare Programme werden gefunden,  
wenn sie im `PATH` stehen  
*oder* sich im aktuellen Verzeichnis befinden.

**Unix:** Ausführbare Programme werden gefunden,  
wenn sie im `PATH` stehen.  
—→ Vermeiden von Ausnahmen

## U.2 Die Kommandozeile: Grundlagen

- Verzeichnisse für Programme: `echo $PATH`
- Programm in explizitem Verzeichnis aufrufen: `/bin/ls -l`
- Programm im aktuellen Verzeichnis aufrufen: `./hello`

**MS-DOS:** Ausführbare Programme werden gefunden,  
wenn sie im `PATH` stehen  
oder sich im aktuellen Verzeichnis befinden.

**Unix:** Ausführbare Programme werden gefunden,  
wenn sie im `PATH` stehen.

—> Vermeiden von Ausnahmen

Das aktuelle Verzeichnis ( `.` ) *kann* im `PATH` stehen,  
muß dies aber nicht –  
und sollte es aus Sicherheitsgründen auch nicht.

## U.3 Dateisysteme

- Dateien listen: `ls`  
langes Listenformat: `ls -l`  
rückwärts nach Zeit sortiert: `ls -lrt`
- Datei ausgeben: `cat hello.c`
- Datei anzeigen: `less hello.c`

## U.3 Dateisysteme

- Arbeitsverzeichnis anzeigen: `pwd`
- Arbeitsverzeichnis wechseln: `cd script`  
(*kein* Programm, sondern Shell-Befehl)
- übergeordnetes Verzeichnis: `cd ..`
- eigenes *Home*-Verzeichnis: `cd`
- Wurzelverzeichnis: `cd /`
- wieder zurück: `cd -`

## U.3 Dateisysteme

- Arbeitsverzeichnis anzeigen: `pwd`
- Arbeitsverzeichnis wechseln: `cd script`  
(*kein* Programm, sondern Shell-Befehl)
- übergeordnetes Verzeichnis: `cd ..`
- eigenes *Home*-Verzeichnis: `cd`
- Wurzelverzeichnis: `cd /`
- wieder zurück: `cd -`

```
cassini/home/peter/bo/2013ss/net/script> cd /usr/bin
cassini/usr/bin> cd ../lib
cassini/usr/lib> cd
cassini/home/peter>
```

## U.3 Dateisysteme

- Dateien kopieren (*copy*): `cp`
- Dateien verschieben/umbenennen (*move*): `mv`
- Dateien löschen (*remove*): `rm`

```
cassini/home/peter> cp -p foo/test.txt
cp: missing destination file operand after 'foo/test.txt'
Try 'cp --help' for more information.
cassini/home/peter> cp -p foo/test.txt .
cassini/home/peter> mv test.txt bla.txt
cassini/home/peter> cat bla.txt
Dies ist ein Test.
cassini/home/peter> rm bla.txt
cassini/home/peter>
```

Aktuelles Verzeichnis: `.`

## U.3 Dateisysteme

- `grep`: Dateien durchsuchen

```
cassini/.../ainf/20131031.0> grep printf *.c  
philosophy.c:  printf ("The answer is %d.\n", answer ());
```

## U.3 Dateisysteme

- Datenträger in Verzeichnis *einhängen*: `mount`

```
cassini/home/peter> ls /media/sd-card/  
cassini/home/peter> mount /media/sd-card  
cassini/home/peter> ls /media/sd-card/  
DCIM  NIKON001.DSC  
cassini/home/peter> umount /media/sd-card  
cassini/home/peter> ls /media/sd-card/  
cassini/home/peter>
```

## U.3 Dateisysteme

- *Zugriffsrechte*

```
phoenix/home/peter/bo/2013ws/ainf/20131031.0> ls -l
```

```
...
```

```
-rw-r--r-- 1 peter peter      1539 Nov 29  2012 pruzzel-1.c
```

## U.3 Dateisysteme

- *Zugriffsrechte*

```
phoenix/home/peter/bo/2013ws/ainf/20131031.0> ls -l
```

```
...
```

```
-rw-r--r-- 1 peter peter      1539 Nov 29  2012 pruzzel-1.c
```



Benutzer (u – *user*) darf lesen und schreiben


## U.3 Dateisysteme

- *Zugriffsrechte*

```
phoenix/home/peter/bo/2013ws/ainf/20131031.0> ls -l
```

```
...
```

```
-rw-r--r-- 1 peter peter      1539 Nov 29  2012 pruzzel-1.c
```



Gruppe (g – *group*) darf lesen

## U.3 Dateisysteme

- *Zugriffsrechte*

```
phoenix/home/peter/bo/2013ws/ainf/20131031.0> ls -l
```

```
...
```

```
-rw-r--r-- 1 peter peter      1539 Nov 29  2012 pruzzel-1.c
```



alle anderen (o – *other*) dürfen lesen

## U.3 Dateisysteme

- *Zugriffsrechte*

```
phoenix/home/peter/bo/2013ws/ainf/20131031.0> ls -l
```

```
...
```

```
-rw-r--r-- 1 peter peter      1539 Nov 29  2012 pruzzel-1.c
```

- Zugriffsrechte ändern:

`chmod o-r pruzzel-1.c` – Lesezugriff entziehen

`chmod g+w pruzzel-1.c` – Schreibzugriff gewähren

`chmod 640 pruzzel-1.c` – auf `-rw-r-----` setzen

## U.3 Dateisysteme

- *Zugriffsrechte*

```
phoenix/home/peter/bo/2013ws/ainf/20131031.0> ls -l
```

```
...
```

```
-rw-r--r-- 1 peter peter      1539 Nov 29  2012 pruzzel-1.c
```

- Zugriffsrechte ändern:

`chmod o-r pruzzel-1.c` – Lesezugriff entziehen

`chmod g+w pruzzel-1.c` – Schreibzugriff gewähren

`chmod 640 pruzzel-1.c` – auf `-rw-r-----` setzen

6      4      0

## U.3 Dateisysteme

- *ausführbare* Dateien

```
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> cat test
ls -l systech-20131008.*
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> chmod +x test
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> ls -l test
-rwxr-xr-x 1 peter peter  25 Okt 6 16:45 test
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> ./test
-rw-r--r-- 1 peter peter 4120 Okt 6 16:44 systech-20131008.aux
...
```

## U.3 Dateisysteme

- *ausführbare* Dateien

```
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> cat test
ls -l systech-20131008.*
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> chmod +x test
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> ls -l test
-rwxr-xr-x 1 peter peter 25 Okt 6 16:45 test
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> ./test
-rw-r--r-- 1 peter peter 4120 Okt 6 16:44 systech-20131008.aux
...
```

- ausführbare Textdateien: *Skripte*

## U.3 Dateisysteme

- *ausführbare* Dateien

```
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> cat test
ls -l systech-20131008.*
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> chmod +x test
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> ls -l test
-rwxr-xr-x 1 peter peter 25 Okt 6 16:45 test
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> ./test
-rw-r--r-- 1 peter peter 4120 Okt 6 16:44 systech-20131008.aux
...
```

- ausführbare Textdateien: *Skripte*

hier: ausführbare Textdatei mit Shell-Befehlen  
(ohne spezielle Kennung): Shell-Skript

## U.3 Dateisysteme

- *ausführbare* Dateien

```
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> cat test
ls -l systech-20131008.*
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> chmod +x test
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> ls -l test
-rwxr-xr-x 1 peter peter 25 Okt 6 16:45 test
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> ./test
-rw-r--r-- 1 peter peter 4120 Okt 6 16:44 systech-20131008.aux
...
```

- ausführbare Textdateien: *Skripte*

hier: ausführbare Textdatei mit Shell-Befehlen  
(ohne spezielle Kennung): Shell-Skript

Kennung: 1. Zeile enthält `#!` und den Interpreter,  
z. B. `#!/bin/bash`

## U.3 Dateisysteme

- *Symbolische Verknüpfungen – symbolic links*

Verweis auf die eigentliche Datei

→ Wenn man die Datei löscht, zeigt der Link ins Leere.

Verknüpfung anlegen: `ln -s datei link`

(Richtung: wie bei `cp`)

Beispiel: `ln -s opengel-magic-double.c opengl-magic.c`

- *Harte Verknüpfungen – hard links*

Dieselben Daten auf dem Datenträger  
sind unter mehreren Namen verfügbar.

→ Wenn man einen löscht, sind die Daten noch da.

Anwendungsbeispiel: Snapshot-Backup

Bei Verzeichnissen: *hard links* halten die Verzeichnisstruktur zusammen

- eigentlicher Name
- `.` von sich selbst aus
- `..` von Unterverzeichnissen aus

## U.3 Dateisysteme

- **find**: Dateien anhand ihrer Eigenschaften suchen

```
$ find . -name "*orbit-x*"
./20131031.0/orbit-x.c
./20131031.0/orbit-x1.c
./20131031.0/orbit-x
./20131107.0/orbit-x.c
./20131107.0/orbit-x1.c
./20131107.0/orbit-x
$ find . -name "*orbit-x*" -perm /u+x
./20131031.0/orbit-x
./20131107.0/orbit-x
$ find . -name "*orbit-x*" -perm /u+x -exec ls -l {} \;
-rwxr-xr-x 1 peter peter 15831 Okt 31 13:19 ./20131031.0/orbit-x
-rwxr-xr-x 1 peter peter 15831 Okt 31 13:19 ./20131107.0/orbit-x
```

## U.4 Ein- und Ausgabeströme

- Standard-Ausgabe in Datei umleiten

```
$ echo "Dies ist ein Test." > test.txt
```

```
$ cat test.txt
```

```
Dies ist ein Test.
```

## U.4 Ein- und Ausgabeströme

- Standard-Ausgabe in Datei umleiten

```
$ echo "Dies ist ein Test." > test.txt
```

```
$ cat test.txt
```

```
Dies ist ein Test.
```

- Standard-Ausgabe an Datei anhängen

```
$ echo "Dies ist noch ein Test." >> test.txt
```

```
$ cat test.txt
```

```
Dies ist ein Test.
```

```
Dies ist noch ein Test.
```

## U.4 Ein- und Ausgabeströme

- Fehler-Ausgabe in Datei umleiten

```
$ cat gibtsnicht.txt > fehler.txt
cat: gibtsnicht.txt: No such file or directory
$ cat fehler.txt
$ cat gibtsnicht.txt 2> fehler.txt
$ cat fehler.txt
cat: gibtsnicht.txt: No such file or directory
```

## U.4 Ein- und Ausgabeströme

- Standard-Eingabe aus Datei lesen

```
$ bc
bc 1.06.95
Copyright [...] 2006 Free Software Foundation, Inc.
This is free software with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
For details type `warranty'.
2 + 2
4
$ echo "2 + 2" > test.bc
$ bc < test.bc
4
```

## U.5 Pipes

Standard-Ausgabe von Programm A  
wird zu Standard-Eingabe von Programm B

```
$ echo "2 + 2" | bc
```

```
4
```

→ sehr mächtiger „Baukasten“

## U.5 Pipes

- `sed`: *stream editor*

Suchen und Ersetzen (und noch viel mehr)

```
$ echo "Schlimmer geht nimmer." | sed -e 's/nim/im/g'  
Schlimmer geht immer.
```

## U.5 Pipes

- **grep**: Standard-Eingabe durchsuchen

```
$ ls | grep slides
```

```
pgslides.sty
```

```
$ ls *.pdf | grep -v fig
```

```
logo-hochschule-bochum-cvh-text.pdf
```

```
logo-hochschule-bochum.pdf
```

```
NPN_transistor_basic_operation.pdf
```

```
rtech-20131002.pdf
```

```
$ ls -l $(ls *.pdf | grep -v fig)
```

```
-rw-r--r-- 1 peter peter 14488 Sep  2 21:02 logo-hochschule-bochum-cvh-text.pdf
```

```
-rw-r--r-- 1 peter peter 31581 Dez 26 2011 logo-hochschule-bochum.pdf
```

```
-rw-r--r-- 1 peter peter 8538 Okt  2 2012 NPN_transistor_basic_operation.pdf
```

```
-rw-r--r-- 1 peter peter 6753149 Okt  1 22:59 rtech-20131002.pdf
```

## U.6 Verzweigungen und Schleifen

```
$ if grep Pipes test.txt; then echo "gefunden"; \  
  else echo "nicht gefunden"; fi  
nicht gefunden  
$ for x in foo bar baz; do echo $x; done  
foo  
bar  
baz
```