

# Einführung in Unix

Prof. Dr. Peter Gerwinski

11. April 2016

# Angewandte Informatik: wichtiges Werkzeug

## Grundlagen Rechnertechnik: Beispiel für Skriptsprache

### **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, BSD-basiert)
- 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 0kt  6 13:30 .
drwxr-xr-x 172 peter peter 20480 0kt  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 abrufen: `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: `F00=bar`
- Variable abrufen: `echo $F00`

```
cassini/home/peter/bo> F00=ls
cassini/home/peter/bo> echo $F00
ls
cassini/home/peter/bo> $F00
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 orbit-x1.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 orbit-x1.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 orbit-x1.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 orbit-x1.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 orbit-x1.c
```

- Zugriffsrechte ändern:

```
chmod o-r orbit-1x.c – Lesezugriff entziehen
chmod g+w orbit-1x.c – Schreibzugriff gewähren
chmod 640 orbit-1x.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 orbit-x1.c
```

- Zugriffsrechte ändern:

```
chmod o-r orbit-1x.c – Lesezugriff entziehen
chmod g+w orbit-1x.c – Schreibzugriff gewähren
chmod 640 orbit-1x.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 0kt 6 16:45 test
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> ./test
-rw-r--r-- 1 peter peter 4120 0kt 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 0kt 6 16:45 test
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> ./test
-rw-r--r-- 1 peter peter 4120 0kt 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 0kt 6 16:45 test
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> ./test
-rw-r--r-- 1 peter peter 4120 0kt 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 0kt 6 16:45 test
cassini/home/peter/bo/2013ws/systech/20131008.0> ./test
-rw-r--r-- 1 peter peter 4120 0kt 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.

(aus Anwendersicht eher selten, daher hier nicht ausführlich)

## 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 0kt 31 13:19 ./20131031.0/orbit-x
-rwxr-xr-x 1 peter peter 15831 0kt 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
```