
Einführung in die Programmierung für Physiker

Organisatorisches, Einführung, Linux-Grundlagen

Marc Wagner

Institut für theoretische Physik
Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

WS 2017/18

Organisatorisches

Wann, wo, was?

- **Vorlesung:**

- Donnerstag 14:15 - 15:45, _0.111.

- **Übungen:**

- Betreutes Programmieren, d.h. der Tutor gibt individuelle Tipps, hilft bei Problemen, gibt bei Ratlosigkeit die nächsten Schritte vor, etc.
- Kaum Frontalunterricht.
- Wöchentliche Ausgabe von freiwilligen Übungsaufgaben (Bearbeitung ist stark zu empfehlen; das Erlernen einer Programmiersprache erfordert regelmäßige Übung und Fleiß; die abschließende Klausur wird sich an diesen Übungsaufgaben orientieren).
- In der Regel keine (bestenfalls knappe) kollektive Besprechung der Übungsaufgaben (bei Schwierigkeiten hilft der Tutor jeder Zeit und beliebig oft ... bzw. löst die Aufgabe gemeinsam mit Euch).
- Dienstag 10:15 - 11:45, 01.120.
- Dienstag 14:15 - 15:45, 01.120.
- Mittwoch 09:15 - 10:45, 01.120.
- Mittwoch 14:15 - 15:45, 01.120.
- Donnerstag 10:15 - 11:45, 01.120.
- Freitag 09:15 - 10:45, 01.120.

Vergabe der CP bei Erbringen von Studienleistungen

- Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum, nachzuweisen durch:
Erfolgreiche Bearbeitung einer "großen Programmieraufgabe" (in Zweiergruppen) in der zweiten Semesterhälfte; das resultierende Programm ist dem jeweiligen Tutor in einem etwa 15-minütigen Gespräch zu demonstrieren und der entsprechende Programmcode abzugeben und zu erläutern; beide Gruppenmitglieder müssen dazu in der Lage sein.
- **Bestehen einer 90-minütigen Klausur.**

Literatur

- **Programmieren in C**, 2. Auflage (B. W. Kernighan, D. M. Ritchie, Hanser).
- Weitere Empfehlungen im Lauf des Semesters auf <http://th.physik.uni-frankfurt.de/~mwagner/mcwagner.html#progb>.

Inhalt dieser Vorlesung

Im Wesentlichen ...

- Programmiersprache **C**.
"Wie schreibt man ein korrektes, d.h. ausführbares Programm?"
- Algorithmik, Numerik.
"Wie bringt man dem Computer bei, eine anspruchsvolle wissenschaftliche Aufgabe effizient zu lösen?"
- Beispiele und Hausaufgaben orientiert an typischen in der Physik auftretenden Problemen (numerische Integration, numerische Lösung der Newtonschen BGLs, ...).

Außerdem ...

- **Linux** Grundlagen.
- Einbinden wissenschaftlicher Programmbibliotheken (**GSL**, ...).
- Ausblick auf andere Programmiersprachen (**Fortran**, **C++**, **Maple**, **Mathematica**, ...).

Linux - Warum?

Empfohlenes Betriebssystem ist Linux, weil ...

- kostenlos verfügbar(Download aus dem www),
- zahlreiche kostenlose Programme, Bibliotheken, etc. für praktisch jede wissenschaftliche (und nicht-wissenschaftliche) Anwendung existieren ("Office", Editoren, Compiler, Plotprogramme, numerische Bibliotheken, ...),
- weit verbreitet in der mathematischen, physikalischen und technischen Forschung (an Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen findet man nur selten **Windows**-Rechner).

Linux - Installation

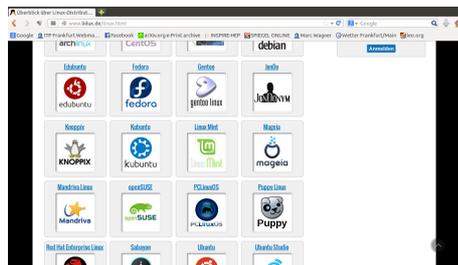
- Verschiedene **Distributionen** (für den Nicht-Experten im Wesentlichen identisch).
- **Ubuntu** (am ITP und damit auch im Übungsraum verwendet, auf meinem gegenwärtigen Laptop installiert).



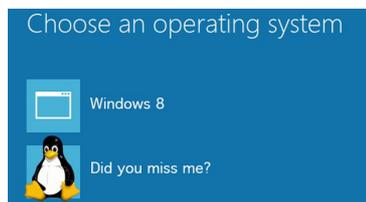
- **SUSE** (auf meinen früheren Computern installiert).



- Viele weitere ...



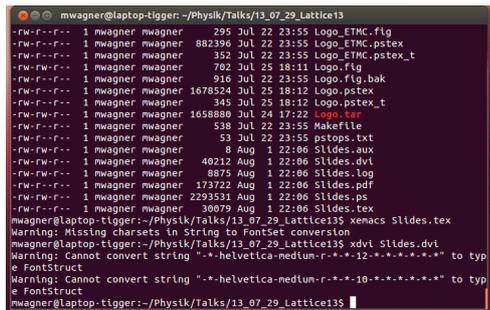
- Installation in der Regel einfach ...
 1. Herunterladen der Installationsdateien aus dem www, Abspeichern auf einem USB-Stick oder Brennen auf eine DVD (z.B. von einem **Windows**-Computer aus).
 2. Einstecken des USB-Sticks/Einlegen der DVD in den zukünftigen **Linux**-Computer, dann Neustart dieses Computers.
 3. Die **Linux**-Installation startet ...
- Falls doch Probleme auftreten ...
 - **Google**,
 - Kollegen fragen.
- Kann parallel zu **Windows** installiert werden (→ **Bootmanager**).



- **Hausaufgabe:** Installiere Linux auf Deinem Laptop/Desktop-Computer.

Linux - Terminal

- Icons anklicken, Dateien mit der Maus hin- und herziehen, etc. (wie zum Beispiel in **Windows** üblich) auch in **Linux** möglich ... **aber langsam und unpraktisch!**
- Schneller und effizienter arbeitet man meistens mit einem **Terminal** (auch als **Shell**, **Kommandozeile** oder [fälschlicher Weise] **Konsole** bezeichnet).



```
mwagner@laptop-tigger: ~/Physik/Talks/13_07_29_Lattice13
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner  225 Jul 22 23:55 Logo_ETMC.fig
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner 882396 Jul 22 23:55 Logo_ETMC.pstex
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner   352 Jul 22 23:55 Logo_ETMC.pstex_t
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner   702 Jul 25 18:11 Logo.fig
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner   916 Jul 22 23:55 Logo.fig.bak
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner 1678524 Jul 25 18:12 Logo.pstex
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner   345 Jul 25 18:12 Logo.pstex_t
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner 1658880 Jul 24 17:22 Logo.tar
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner   588 Jul 22 23:55 Makefile
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner    53 Jul 22 23:55 pstops.txt
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner    8 Aug 1 22:06 Slides.aux
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner  40212 Aug 1 22:06 Slides.dvi
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner   8875 Aug 1 22:06 Slides.log
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner 173722 Aug 1 22:06 Slides.pdf
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner 2293531 Aug 1 22:06 Slides.ps
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner   30079 Aug 1 22:06 Slides.tex
mwagner@laptop-tigger:~/Physik/Talks/13_07_29_Lattice13$ xdvipdfmx Slides.tex
Warning: Missing charsets in String to FontSet conversion
mwagner@laptop-tigger:~/Physik/Talks/13_07_29_Lattice13$
Warning: Cannot convert string "--helvetica-medun-r--*--12-*--*--*--*--*" to typ
e FontStruct
Warning: Cannot convert string "--helvetica-medun-r--*--10-*--*--*--*--*" to typ
e FontStruct
mwagner@laptop-tigger:~/Physik/Talks/13_07_29_Lattice13$
```

- Textbasierte Ein- und Ausgabe-Schnittstelle, z.B. um
 - Programme zu starten,
 - Dateien anzulegen, zu verschieben, zu kopieren, zu löschen.

Linux-Befehle - man

man: Befehlsbeschreibung anzeigen (manual)

- **man** *command*: Befehlsbeschreibung des Befehls *command* anzeigen.

```
mwagner@laptop-tigger:~$ man man
```

```
MAN(1)                Dienstprogramme für Handbuchseiten                MAN(1)
BEZEICHNUNG
  man - eine Oberfläche für die OnLine-Referenzhandbücher
ÜBERSICHT
  man [-C Datei] [-d] [-D] [--warnings[=Warnmeldungen]] [-R Kodierung]
  [-L Locale] [-m System[,...]] [-M Pfad] [-S Liste] [-e Erweiterung]
  [-i|-I] [--regex|--wildcard] [--names-only] [-a] [-u] [--no-subpages]
  [-P Anzeigeprogramm] [-r Prompt] [-7] [-E Kodierung] [--no-hyphenation]
  [--no-justification] [-p Zeichenkette] [-t] [-T[Gerät]] [-H[Browser]]
  [-X[dpi]] [-Z] [[Abschnitt] Seite ...] ...
  man -k [apropos Optionen] regulärer_Ausdruck ...
  man -K [-w|-W] [-S Liste] [-i|-I] [--regex] [Abschnitt] Ausdruck ...
  man -f [whatis Optionen] Seite ...
  man -l [-C Datei] [-d] [-D] [--warnings[=Warnmeldungen]] [-R Kodierung]
  [-L Locale] [-P Anzeigeprogramm] [-r Prompt] [-7] [-E Kodierung] [-p
  Zeichenkette] [-t] [-T[Gerät]] [-H[Browser]] [-X[dpi]] [-Z] Datei ...
  man -w|-W [-C Datei] [-d] [-D] Seite ...
  man -c [-C Datei] [-d] [-D] Seite ...
  man [-hV]
BESCHREIBUNG
  man ist das System-Anzeigeprogramm für die Handbuchseiten. Jedes Argu-
  ment Seite ist normalerweise der Name eines Programms oder einer Funk-
  tion. Gefunden und angezeigt wird die Handbuchseite, die auf jedes der
  Argumente passt. Wenn ein Abschnitt angegeben wird, sucht man nur in
  diesem Abschnitt der Handbuchseiten. Ohne eine explizite Angabe werden
  alle verfügbaren Abschnitte in einer festgelegten Reihenfolge durch-
  sucht. Wenn die Seite in mehreren Abschnitten vorkommt, wird nur die
  jeweils zuerst gefundene Seite angezeigt.
```

Linux-Befehle - ls, Wildcards

ls: Verzeichnis anzeigen (list directory)

- **ls**, **ls .**: Aktuelles Verzeichnis anzeigen ("." bezeichnet das aktuelle Verzeichnis).
- **ls directory**: Verzeichnis *directory* anzeigen.
- **ls -l**: Aktuelles Verzeichnis ausführlich anzeigen (Typ, Zugriffsrechte, Größe, Zeitpunkt der letzten Veränderung).
- **ls -a**: Aktuelles Verzeichnis vollständig anzeigen (auch versteckte Dateien; diese beginnen mit ".").
- **ls file**: Verzeichniseintrag der Datei *file* anzeigen.

```
mwagner@laptop-tigger:~/Physik/Teaching/11WS_Numerik/C_Basics$ ls
backup      C_Basics.dvi  C_Basics.ps  Makefile     Programmname.C
C_Basics.aux C_Basics.log  C_Basics.tex Programmname
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Physik/Teaching/11WS_Numerik/C_Basics$ ls backup/
C_Basics.aux C_Basics.dvi C_Basics.log C_Basics.ps C_Basics.tex
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Physik/Teaching/11WS_Numerik/C_Basics$ ls -l
insgesamt 108
drwx----- 2 mwagner mwagner 4096 Okt  7 19:07 backup
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner   8 Okt  9 21:43 C_Basics.aux
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 1556 Okt  9 21:43 C_Basics.dvi
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 6352 Okt  9 21:43 C_Basics.log
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 65272 Okt  9 21:43 C_Basics.ps
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner 2133 Okt  9 21:43 C_Basics.tex
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner 147 Mai  7 18:23 Makefile
-rwxrwxr-x 1 mwagner mwagner 8715 Okt  9 21:44 Programmname
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner 176 Mai  7 18:23 Programmname.C
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Physik/Teaching/11WS_Numerik/C_Basics$ ls -l C_Basics.dvi
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 1556 Okt  9 21:43 C_Basics.dvi
```

Wildcards

- Häufig ist es hilfreich nur einen Teil eines Datei- oder Verzeichnisnamens eindeutig anzugeben und den Rest durch **Wildcards** flexibel zu halten.
- *****: Bezeichnet eine beliebige Zeichenfolge.
- **?**: Bezeichnet ein beliebiges Zeichen.

```
mwagner@laptop-tigger:~/Physik/Teaching/11WS_Numerik/C_Basics$ ls -l
insgesamt 108
drwx----- 2 mwagner mwagner 4096 Okt  7 19:07 backup
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner   8 Okt  9 21:43 C_Basics.aux
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 1556 Okt  9 21:43 C_Basics.dvi
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 6352 Okt  9 21:43 C_Basics.log
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 65272 Okt  9 21:43 C_Basics.ps
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner 2133 Okt  9 21:43 C_Basics.tex
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner 147 Mai  7 18:23 Makefile
-rwxrwxr-x 1 mwagner mwagner 8715 Okt  9 21:44 Programmname
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner 176 Mai  7 18:23 Programmname.C
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Physik/Teaching/11WS_Numerik/C_Basics$ ls -l C*
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner   8 Okt  9 21:43 C_Basics.aux
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 1556 Okt  9 21:43 C_Basics.dvi
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 6352 Okt  9 21:43 C_Basics.log
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 65272 Okt  9 21:43 C_Basics.ps
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner 2133 Okt  9 21:43 C_Basics.tex
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Physik/Teaching/11WS_Numerik/C_Basics$ ls -l C*.*
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 65272 Okt  9 21:43 C_Basics.ps
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Physik/Teaching/11WS_Numerik/C_Basics$ ls -l C*.*.*
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner   8 Okt  9 21:43 C_Basics.aux
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 1556 Okt  9 21:43 C_Basics.dvi
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 6352 Okt  9 21:43 C_Basics.log
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner 2133 Okt  9 21:43 C_Basics.tex
```

Linux-Befehle - cd, mkdir, rmdir

cd: Verzeichnis wechseln (change directory)

- `cd directory`: In Verzeichnis `directory` wechseln.
- `cd, cd ~`: Ins **Home-Verzeichnis** wechseln ("`~`" bezeichnet das Home-Verzeichnis, meist `/home/<Benutzer>`).
- `cd ..`: Ins übergeordnete Verzeichnis wechseln ("`..`" bezeichnet das übergeordnete Verzeichnis).

mkdir: Verzeichnis anlegen (make directory)

- `mkdir directory`: Verzeichnis `directory` anlegen.

rmdir: Leeres Verzeichnis löschen (remove directory)

- `rmdir directory`: Leeres Verzeichnis `directory` löschen.

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys$ ls -l
insgesamt 8
drwxrwxr-x 5 mwagner mwagner 4096 Okt  9 17:57 slides
drwxrwxr-x 4 mwagner mwagner 4096 Sep 27 16:34 slides_Claudius
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys$ cd slides
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ ls -l
insgesamt 32
drwxrwxr-x 3 mwagner mwagner  4096 Okt  7 18:40 backup
drwxrwxr-x 2 mwagner mwagner  4096 Okt  7 18:23 images
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 11937 Okt  9 17:48 linux_basics.html
drwxrwxr-x 3 mwagner mwagner  4096 Okt  7 19:10 offline
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner  7485 Okt  6 19:36 test.html
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ mkdir abc
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ ls -l
insgesamt 36
drwxrwxr-x 2 mwagner mwagner  4096 Okt  9 18:01 abc
drwxrwxr-x 3 mwagner mwagner  4096 Okt  7 18:40 backup
drwxrwxr-x 2 mwagner mwagner  4096 Okt  7 18:23 images
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 11937 Okt  9 17:48 linux_basics.html
drwxrwxr-x 3 mwagner mwagner  4096 Okt  7 19:10 offline
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner  7485 Okt  6 19:36 test.html
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ cd abc
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/abc$ ls -l
insgesamt 0
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/abc$ cd ..
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ rmdir abc
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ ls -l
insgesamt 32
drwxrwxr-x 3 mwagner mwagner  4096 Okt  7 18:40 backup
drwxrwxr-x 2 mwagner mwagner  4096 Okt  7 18:23 images
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 11937 Okt  9 17:48 linux_basics.html
drwxrwxr-x 3 mwagner mwagner  4096 Okt  7 19:10 offline
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner  7485 Okt  6 19:36 test.html
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ rmdir images
rmdir: konnte "images" nicht entfernen: Das Verzeichnis ist nicht leer
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ ls -l images
insgesamt 1704
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 971112 Okt  4 22:58 1985.png
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 26343 Okt  6 22:53 bootmanager.jpg
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 223523 Okt  7 17:38 linux_distributions.png
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 141097 Okt  6 22:07 suse.png
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 129517 Okt  7 18:23 terminal.png
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 239030 Okt  6 22:03 ubuntu.png
```

Linux-Befehle - echo, >, >>, less

echo: Textzeile anzeigen

- **echo** *text*: Textzeile *text* anzeigen.

>, >>: Umleiten der Bildschirmausgabe in eine Textdatei

- **command** > *file*: Bildschirmausgabe des Befehls/Programms *command* in die Textdatei *file* umleiten; existiert die Datei *file* bereits, wird sie überschrieben.
- **command** >> *file*: Bildschirmausgabe des Befehls/Programms *command* in die Textdatei *file* umleiten; existiert die Datei *file* bereits, wird die Bildschirmausgabe am Ende der Datei angehängt.

less: Textdatei anzeigen

- **less** *file*: Textdatei *file* anzeigen.

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ echo abc def
abc def
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l
insgesamt 0
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ echo abc def > textdatei1.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l
insgesamt 4
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 8 Okt  9 21:02 textdatei1.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ less textdatei1.txt
```

```
abc def
textdatei1.txt (END)
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ echo 123 456 789 > textdatei1.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ less textdatei1.txt
```

```
123 456 789
textdatei1.txt (END)
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ echo abc def > textdatei1.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ echo 123 456 789 >> textdatei1.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ less textdatei1.txt
```

```
abc def
123 456 789
textdatei1.txt (END)
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l > textdatei2.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l
insgesamt 8
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 20 Okt  9 21:05 textdatei1.txt
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 132 Okt  9 21:06 textdatei2.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ less textdatei2.txt
```

```
insgesamt 4
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 20 Okt  9 21:05 textdatei1.txt
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner  0 Okt  9 21:06 textdatei2.txt
textdatei2.txt (END)
```

Linux-Befehle - cp, mv

cp: Datei/Verzeichnis kopieren (copy file/directory)

- **cp** *file_src file_dst*: Datei *file_src* kopieren; *file_dst* ist der Pfad und Dateiname der Kopie.
- **cp** *file_src directory_dst*: Datei *file_src* ins Verzeichnis *directory_dst* kopieren; der Dateiname der Kopie ist identisch zum Original, d.h. *file_src*.
- **cp -r** *directory_src directory_dst*: Verzeichnis *directory_src* und dessen Inhalt (auch Unterverzeichnisse) ins Verzeichnis *directory_dst* kopieren.

mv: Datei/Verzeichnis verschieben (move file/directory)

- **mv** *file_src file_dst*: Datei *file_src* verschieben; *file_dst* ist der Pfad und Dateiname der verschobenen Datei.
- **mv** *file_src directory_dst*: Datei *file_src* ins Verzeichnis *directory_dst* verschieben; der Dateiname der Kopie wird beibehalten.
- **mv** *directory_src directory_dst*: Verzeichnis *file_src* und dessen Inhalt (auch Unterverzeichnisse) ins Verzeichnis *directory_dst* verschieben.

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l
insgesamt 8
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 20 Okt 11 09:28 textdatei1.txt
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 132 Okt 11 09:28 textdatei2.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ cp textdatei1.txt kopie.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l
insgesamt 12
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 20 Okt 11 09:29 kopie.txt
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 20 Okt 11 09:28 textdatei1.txt
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 132 Okt 11 09:28 textdatei2.txt
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ mkdir kopien
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ mv kopie.txt kopien
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l
insgesamt 12
drwxrwxr-x 2 mwagner mwagner 4096 Okt 11 09:31 kopien
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 20 Okt 11 09:28 textdatei1.txt
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 132 Okt 11 09:28 textdatei2.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l kopien
insgesamt 4
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 20 Okt 11 09:29 kopie.txt
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ cp kopien kopien_backup
cp: Verzeichnis "kopien" ausgelassen
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ cp -r kopien kopien_backup
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l
insgesamt 16
drwxrwxr-x 2 mwagner mwagner 4096 Okt 11 09:31 kopien
drwxrwxr-x 2 mwagner mwagner 4096 Okt 11 09:32 kopien_backup
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 20 Okt 11 09:28 textdatei1.txt
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 132 Okt 11 09:28 textdatei2.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l kopien_backup
insgesamt 4
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 20 Okt 11 09:32 kopie.txt
```

Linux-Befehle - rm

rm: Datei/Verzeichnis löschen (remove file/directory)

- **rm** *file*: Datei *file* löschen.
- **rm -r** *directory*: Verzeichnis *directory* und dessen Inhalt (auch Unterverzeichnisse) löschen.
- **rm -r ***: Den gesamten Inhalt des aktuellen Verzeichnisses (auch Unterverzeichnisse) löschen.

Vorsicht! Bei leichtsinniger Verwendung (z.B. im Home-Verzeichnis) drohen verheerende Auswirkungen!

```
mwagner@laptop-tigger:~/lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l
insgesamt 8
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 20 Okt  9 21:05 textdatei1.txt
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 132 Okt  9 21:06 textdatei2.txt
mwagner@laptop-tigger:~/lecture_ProgPhys/slides/tmp$ rm textdatei1.txt
mwagner@laptop-tigger:~/lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l
insgesamt 4
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 132 Okt  9 21:06 textdatei2.txt
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/lecture_ProgPhys/slides/tmp$ cd ..
mwagner@laptop-tigger:~/lecture_ProgPhys/slides$ ls -l
insgesamt 48
drwxrwxr-x 3 mwagner mwagner 4096 Okt  7 18:40 backup
drwxrwxr-x 2 mwagner mwagner 4096 Okt  7 18:23 images
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 21234 Okt  9 22:05 linux_basics.html
drwxrwxr-x 3 mwagner mwagner 4096 Okt  7 19:10 offline
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 7485 Okt  6 19:36 test.html
drwxrwxr-x 2 mwagner mwagner 4096 Okt  9 22:06 tmp
mwagner@laptop-tigger:~/lecture_ProgPhys/slides$ rmdir tmp
rmdir: konnte "tmp" nicht entfernen: Das Verzeichnis ist nicht Leer
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/lecture_ProgPhys/slides$ rm -r tmp/
mwagner@laptop-tigger:~/lecture_ProgPhys/slides$ ls -l
insgesamt 44
drwxrwxr-x 3 mwagner mwagner 4096 Okt  7 18:40 backup
drwxrwxr-x 2 mwagner mwagner 4096 Okt  7 18:23 images
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 22441 Okt  9 22:09 linux_basics.html
drwxrwxr-x 3 mwagner mwagner 4096 Okt  7 19:10 offline
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 7485 Okt  6 19:36 test.html
```

Zugriffsrechte, Linux-Befehle - chmod

Zugriffsrechte von Dateien und Verzeichnissen

- Die ersten zehn Zeichen der Ausgabe von `ls -l` zeigen den Dateityp und die Zugriffsrechte an.

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l
insgesamt 8
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 20 Okt 9 21:05 textdatei1.txt
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 132 Okt 9 21:06 textdatei2.txt
```

- Zeichen 1: "-" → reguläre Datei, "d" → Verzeichnis, "l" → **Link**.
- Zeichen 2 bis 4: Die eigenen Zugriffsrechte (**user**); maximale Zugriffsrechte sind "rwx", d.h. lesbar (**read**), überschreibbar (**write**), ausführbar (**execute**); minimale Zugriffsrechte sind "---".
- Zeichen 5 bis 7: Die Zugriffsrechte der Mitglieder der eigenen Gruppe (**group**).
- Zeichen 8 bis 10: Die Zugriffsrechte aller anderen, die Zugang zum Dateisystem haben (**others**).

chmod: Zugriffsrechte einer Datei/eines Verzeichnisses ändern (change file mode bits)

- `chmod u+r file`, `chmod u+w file`, `chmod u+x file`: Für Datei `file` **read**, **write**, **execute** für **user** erlauben.
- `chmod u-r file`, ...: Für Datei `file` **read**, ... für **user** verbieten.
- `chmod u+r file`, `chmod g+r file`, `chmod o+r file`: Für Datei `file` **read** für **user**, **group**, **others** erlauben.
- `chmod -R u+r directory`, ...: Für Verzeichnis `directory` und alle Unterverzeichnisse, ... und alle darin enthaltenen Dateien **read**, ... für **user** erlauben.

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l
insgesamt 8
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 20 Okt 10 10:35 textdatei1.txt
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 132 Okt 10 10:35 textdatei2.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ chmod o-r textdatei1.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l
insgesamt 8
-rw-rw---- 1 mwagner mwagner 20 Okt 10 10:35 textdatei1.txt
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 132 Okt 10 10:35 textdatei2.txt
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ./textdatei1.txt
bash: ./textdatei1.txt: Keine Berechtigung
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ chmod u+x textdatei1.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l
insgesamt 8
-rwxrwx---- 1 mwagner mwagner 20 Okt 10 10:35 textdatei1.txt
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 132 Okt 10 10:35 textdatei2.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ./textdatei1.txt
./textdatei1.txt: Zeile 1: abc: Kommando nicht gefunden.
./textdatei1.txt: Zeile 2: 123: Kommando nicht gefunden.
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ less textdatei1.txt
```

```
abc def
123 456 789
textdatei1.txt (END)
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ cd ..
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ ls -l
insgesamt 52
drwxrwxr-x 3 mwagner mwagner 4096 Okt 7 18:40 backup
drwxrwxr-x 2 mwagner mwagner 4096 Okt 7 18:23 images
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 25166 Okt 10 10:40 linux_basics.html
drwxrwxr-x 3 mwagner mwagner 4096 Okt 7 19:10 offline
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 7485 Okt 6 19:36 test.html
drwxrwxr-x 2 mwagner mwagner 4096 Okt 10 10:35 tmp
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ chmod -R u+rwx tmp
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ chmod -R go-rwx tmp
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ ls -l
insgesamt 52
drwxrwxr-x 3 mwagner mwagner 4096 Okt 7 18:40 backup
drwxrwxr-x 2 mwagner mwagner 4096 Okt 7 18:23 images
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 25166 Okt 10 10:40 linux_basics.html
drwxrwxr-x 3 mwagner mwagner 4096 Okt 7 19:10 offline
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 7485 Okt 6 19:36 test.html
drwx----- 2 mwagner mwagner 4096 Okt 10 10:35 tmp
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ ls -l tmp
insgesamt 8
-rwx----- 1 mwagner mwagner 20 Okt 10 10:35 textdatei1.txt
-rwx----- 1 mwagner mwagner 132 Okt 10 10:35 textdatei2.txt
```

Linux-Befehle - ps, kill

ps: Laufende Prozesse anzeigen

- **ps** *-u* *loginname*: Alle laufenden Prozesse des Benutzers *loginname* anzeigen.

kill: Laufenden Prozess beenden

- **kill** *pid*: Prozess mit Prozess-ID *pid* beenden (hilfreich z.B., wenn ein Programm "abstürzt" und das zugeordnete Fenster nicht mehr reagiert).

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ ps -u mwagner
PID TTY          TIME CMD
1655 ?             00:00:00 gnome-keyring-d
1666 ?             00:00:00 gnome-session
1702 ?             00:00:00 ssh-agent
...
2265 pts/1      00:00:05 xemacs
2276 ?           00:00:05 firefox
2291 ?           00:00:00 unity-webapps-s
2370 ?           00:00:00 deja-dup-monito
2761 pts/2      00:00:00 bash
2856 pts/1      00:00:00 ps
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ kill 2276
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ ps -u mwagner
PID TTY          TIME CMD
1655 ?             00:00:00 gnome-keyring-d
1666 ?             00:00:00 gnome-session
1702 ?             00:00:00 ssh-agent
...
2265 pts/1      00:00:05 xemacs
2291 ?           00:00:00 unity-webapps-s
2370 ?           00:00:00 deja-dup-monito
2761 pts/2      00:00:00 bash
2861 pts/1      00:00:00 ps
```

Linux-Befehle - ssh, scp

ssh: Via www auf anderem Computer einloggen (z.B. von zu Hause aus auf einem Uni-Computer)

- **ssh -l** *loginname hostname*: Einloggen auf dem Computer *hostname* als Benutzer *loginname*.
- **exit**: Ausloggen.

scp: Via www Datei/Verzeichnis von anderem/auf anderen Computer kopieren

- **scp** *loginname@hostname:file .*: Datei *file* von dem Computer *hostname* als Benutzer *loginname* ins aktuelle Verzeichnis kopieren.
- **scp -r** *directory loginname@hostname:~/*: Verzeichnis *directory* und dessen Inhalt auf den Computer *hostname* ins Home-Verzeichnis des Benutzers *loginname* kopieren.

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ssh -l mwagner itp.uni-frankfurt.de
mwagner@itp.uni-frankfurt.de's password: *****
mwagner@kampala:~$ ls topology
backup          FIG002.fig      topology_1     topology_6     topology.tex
FIG001.fig      FIG002.pstex   topology_2     topology.aux
FIG001.pstex    FIG002.pstex_t topology_3     topology.dvi
FIG001.pstex_t literature      topology_4     topology.log
FIG002         Makefile       topology_5     topology.ps
mwagner@kampala:~$ exit
logout
Connection to itp.uni-frankfurt.de closed.
```

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l
insgesamt 8
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 20 Okt 11 09:28 textdatei1.txt
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 132 Okt 11 09:28 textdatei2.txt
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ scp mwagner@th.physik.uni-frankfurt.de:~/topology/topology.ps .
mwagner@th.physik.uni-frankfurt.de's password: *****
topology.ps
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides/tmp$ ls -l
insgesamt 696
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 20 Okt 11 09:28 textdatei1.txt
-rw-rw-r-- 1 mwagner mwagner 132 Okt 11 09:28 textdatei2.txt
-rw-r--r-- 1 mwagner mwagner 703044 Okt 11 14:14 topology.ps
```

Linux-Befehle - Zusammenfassung und weitere Befehle

Befehlsbeschreibungen

Befehl	Kurzbeschreibung
apropos	In Befehlsbeschreibungen und deren Kurzbeschreibungen suchen
man	Befehlsbeschreibung anzeigen

Dateien und Verzeichnisse

Befehl	Kurzbeschreibung
cd	Verzeichnis wechseln
chmod	Zugriffsrechte einer Datei/eines Verzeichnisses ändern
cp	Datei/Verzeichnis kopieren
file	Typ einer Datei anzeigen
ls	Verzeichnis anzeigen
mkdir	Verzeichnis anlegen
mv	Datei/Verzeichnis verschieben
pwd	Aktuelles Verzeichnis anzeigen
rm	Datei/Verzeichnis löschen
rmdir	Leeres Verzeichnis löschen

Datenkompression

Befehl	Kurzbeschreibung
gzip	Datei komprimieren/dekomprimieren (*.gz)
tar	Verzeichnis in einer tar-Datei zusammenfassen
unzip	Datei dekomprimieren (*.zip)
zip	Datei komprimieren (*.zip)

Festplattenspeicher

Befehl	Kurzbeschreibung
df	Benutzer Festplattenspeicher (gesamtes Dateisystem)
du	Benutzer Festplattenspeicher (aktuelles Verzeichnis und dessen Inhalt)

Hilfreiche Tasten bei Arbeit mit einem Terminal

Befehl	Kurzbeschreibung
↑, ↓	Vorausgegangener Befehle anzeigen/wiederholen
STRG + C	Den im Terminal gestarteten Prozess beenden
TAB	Datei-/Verzeichnisnamen automatisch vervollständigen

Prozessmanagement

Befehl	Kurzbeschreibung
--------	------------------

kill	Laufenden Prozess beenden
nice	Laufendem Prozess eine andere Priorität zuweisen
nohup	Prozess starten, der beim Ausloggen nicht automatisch beendet wird
ps	Laufende Prozesse anzeigen
time	Programm ausführen, dessen Laufzeit anzeigen
top	Laufende Prozesse überwachen

Textdateien

Befehl	Kurzbeschreibung
cat	Textdateien zusammenführen
grep	Text in Textdatei suchen
less	Textdatei anzeigen
sort	Zeilen einer Textdatei sortieren
wc	Zeilen, Wörter und Zeichen einer Textdatei anzeigen

Verschiedenes

Befehl	Kurzbeschreibung
echo	Textzeile anzeigen
env	Umgebungsvariablen anzeigen
find	Datei/Verzeichnis suchen
hostname	Computernamen anzeigen
passwd	Passwort ändern

Zugriff auf andere Computer via www

Befehl	Kurzbeschreibung
scp	Via www Datei/Verzeichnis von anderem/auf anderen Computer kopieren
ssh	Via www auf anderem Computer einloggen

- **Hausaufgabe:** Studiere die Befehlsbeschreibungen der aufgelisteten Befehle; experimentiere mit diesen Befehlen auf Deinem Linux-Computer.
- **Es existieren viele weitere hilfreiche Befehle!**

Hilfreiche Tools - acroread, evince

acroread, evince

- Viewer für pdf-Dateien.

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ acroread
```

lecture_notes.pdf - Adobe Reader
File Edit View Document Tools Window Help
lecture_notes.pdf x

8 / 26 81.79% Find

2.4 Lattice QCD (numerical evaluation of QCD path integrals)

- Basic principle of lattice computations in quantum mechanics:
 - Discretize time: $t \in \mathbb{R} \rightarrow t \in a \times \mathbb{Z}$ (a is the lattice spacing); cf. Figure 1, left.

Figure 1: Lattice discretization of a path integral.

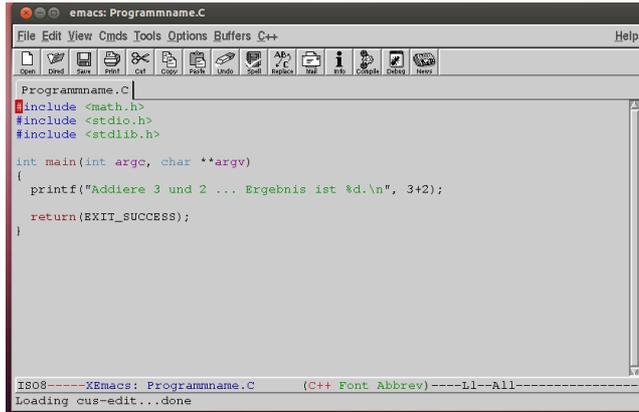
- Consider a periodic time of extension $T = aN_T$: $t \equiv t + T$ (N_T is the number of lattice sites); cf. Figure 1, left.
- The infinite-dimensional path integral has been reduced to an ordinary multi-dimensional integral, which can in principle be solved numerically:
$$\int Dx \rightarrow \prod_{n=0}^{N_T-1} \int dx(an); \quad (16)$$
- cf. Figure 1, right.
- The oscillating weight $e^{iS[x]}$ causes numerical problems; therefore, one typically considers so-called Euclidean path integrals:

Hilfreiche Tools - gedit, xemacs

gedit, xemacs

- Vielseitiger Editor, z.B. zum Schreiben von C-Programmcode.

```
mwagner@laptop-tigger:~$ xemacs
```



The screenshot shows the XEmacs editor window titled "emacs: Programmname.C". The menu bar includes "File", "Edit", "View", "Cmds", "Tools", "Options", "Buffers", and "C++". The toolbar contains icons for Open, Save, Print, Cut, Copy, Paste, Undo, Redo, Find, and Help. The main text area contains the following C code:

```
Programmname.C
#include <math.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main(int argc, char **argv)
{
    printf("Addiere 3 und 2 ... Ergebnis ist %d.\n", 3+2);
    return(EXIT_SUCCESS);
}
```

The status bar at the bottom displays "ISO8-----XEmacs: Programmname.C (C++ Font Abbrev)-----L1--All" and "Loading cus-edit...done".

Hilfreiche Tools - gnuplot, gv

gnuplot

- Plotprogramm für Funktionen und Daten in 2 und 3 Dimensionen.

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ gnuplot

G N U P L O T
Version 4.6 patchlevel 0   last modified 2012-03-04
Build System: Linux x86_64

Copyright (C) 1986-1993, 1998, 2004, 2007-2012
Thomas Williams, Colin Kelley and many others

gnuplot home:      http://www.gnuplot.info
faq, bugs, etc:   type "help FAQ"
immediate help:   type "help" (plot window: hit 'h')

Terminal type set to 'unknown'
gnuplot> set terminal postscript
Terminal type set to 'postscript'
Options are 'landscape noenhanced defaultplex \
  leveldefault monochrome colortext \
  dashed dashlength 1.0 linewidth 1.0 butt noclip \
  nobackground \
  palfuncparam 2000,0.003 \
  "Helvetica" 14 fontscale 1.0 '
gnuplot> set output "sin.ps"
gnuplot> plot [0.0:6.28][:-1.3:+1.3] sin(x)
gnuplot> exit
```

gv

- Viewer für ps-Dateien.

```
mwagner@laptop-tigger:~/Lecture_ProgPhys/slides$ gv sin.ps
```

