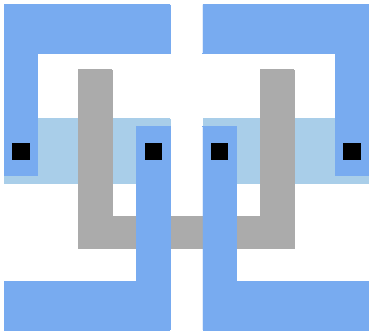
UNIVERSITÄT
HEIDELBERG

Vorlesung „Tools“
gnuplot



Michael Ritzert

michael.ritzert@ziti.uni-heidelberg.de

Vorlesung „Tools“

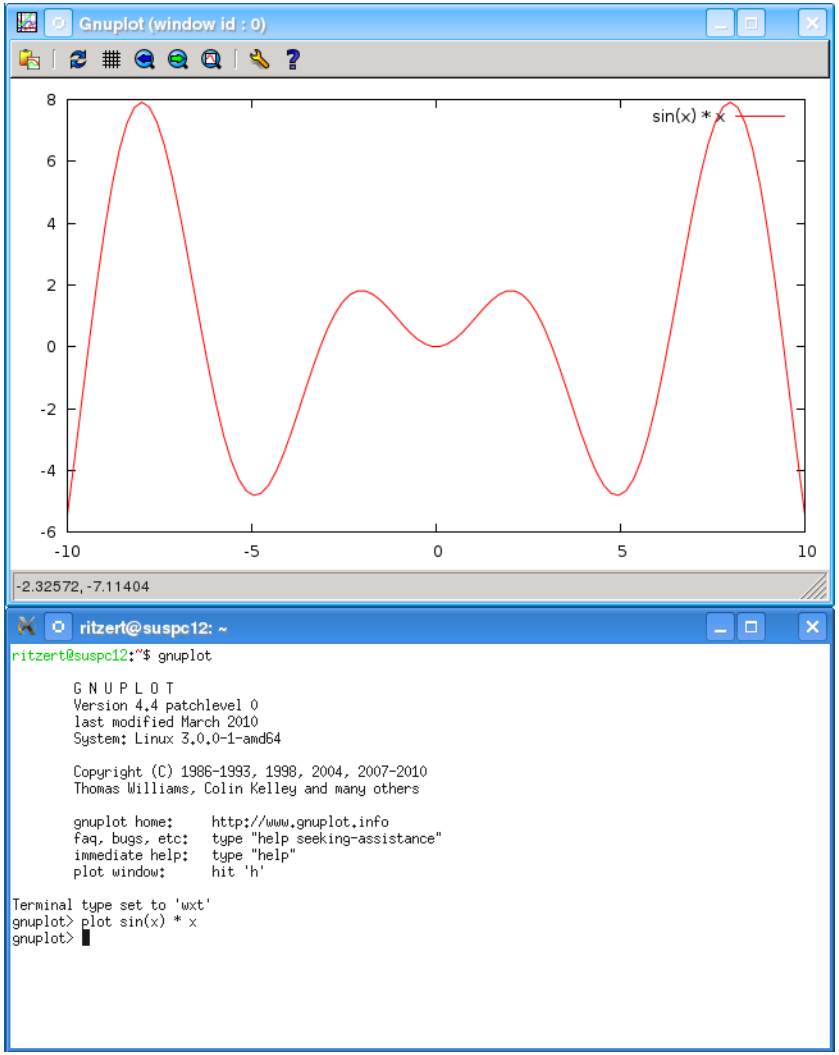
18.12.2020

gnuplot

- Tool zum 2- und 3-dimensionalen Plotten von Daten: Funktionen und Datenfiles.
- Einfache Fits von Funktionen
- Viele Ausgabeformate:
  - Auf Bildschirm,
  - Postscript,
  - Bitmap (JPEG, PNG, GIF, ...),
  - EPS + LaTeX (sehr nützlich für Papers, etc.),
  - EMF (für Powerpoint-Präsentationen)
  - Noch VIEL mehr...
- Hauptsächlich Steuerung über Kommandozeile.
  Details zu Befehlen immer mit `help` *`Befehl`*.
  Fast alle Befehle können viel mehr als hier gezeigt...
- http://www.gnuplot.info
  Galerie: http://gnuplot.sourceforge.net/demo/

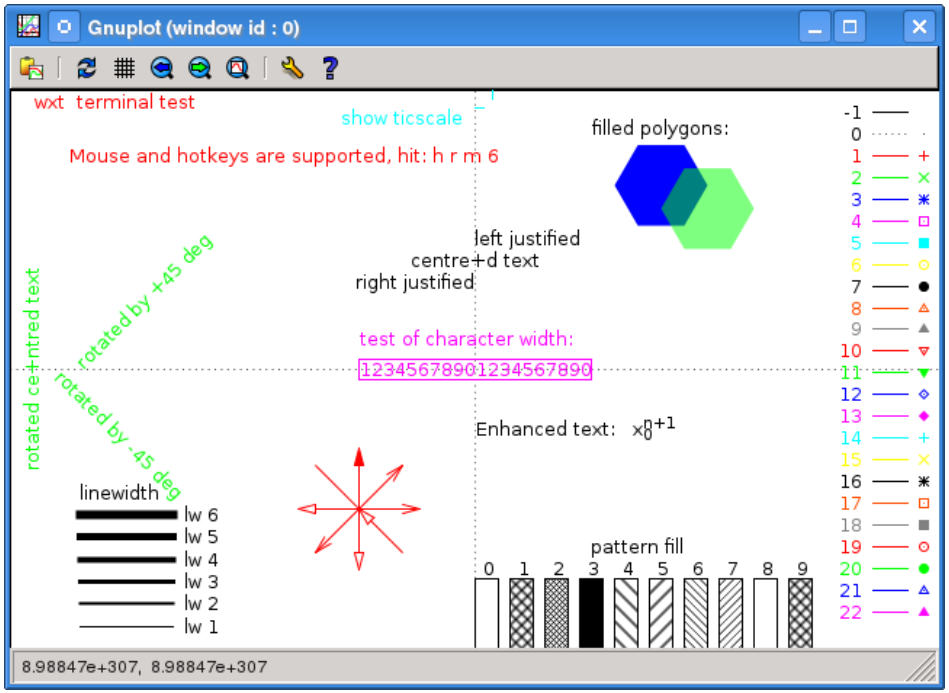
gnuplot : erste Plots

- gnuplot starten mit
  `> gnuplot`
- beenden mit
  `> exit`
- Einfache 2D-Plots:
  `> plot` *`Funktion`*
- „Übliche“ Funktionen sofort verfügbar. Potenz x^y mit `x**y`.
- Y-Achse skaliert per default automatisch, x-Achse nur bei Plots aus Daten-Files.
- Achsen skalieren:
  `> set xrange [-20:20]`
  ebenso yrange, zrange, cbrange
- log. Achse: `set logscale y`
- Mehrere Plots:
  ein plot-Befehl, Funktionen mit Komma getrennt.
- Kurzformen fast aller Befehle.



gnuplot : Plotstile

- Angabe mit „`with`“ nach der zu plottenden Funktion.
- Linien, Punkte, Flächen.
  `lines`, `points`, `linespoints`, `filledcurve`
- Treppen, Histogramme, Fehlerbalken.
  `steps`, `boxes`, `histogram`, `errorbars`
- Farben
  `linecolor rgb '`*name*`'`
  (ohne `with`)
- Eigene Stile (Kombinationen von Eigenschaften) definieren mit `set style`.



gnuplot : Datenfiles plotten

- Üblich: Text-File als Input (binary möglich)
- Beliebige Anzahl Spalten, mit Leerzeichen getrennt
  Adressierung über `using`.
- Kürzeste Form:
  `plot '`*`Datei`*`' (with lines title "`*`Titel`*`")`
- Mehrere Datensätze pro Datei mit zwei Leerzeilen getrennt.
  Addressierung über `index`.
- Kommentare mit # am Zeilenanfang.
- DEMO
  - Datenfile plotten, verschiedene Spalten und Blöcke
  - Plot-Stile
  - 2. y-Achse
- Besondere Dateinamen:
  - `''`: gleiche Datei wie zuvor
  - `'-'`: lies von Kommandozeile. Ende mit e.

```
1   1   1
2   4   8
3   9  27
4  16  64
```

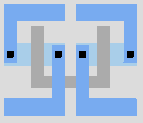
```
1 1
2 1.41
3 1.73
4 2
```

gnuplot : Rechnen mit Werten aus Spalten

- gnuplot kann nach Belieben mit Werten rechnen, auch aus mehreren Spalten.
- Die Syntax ist `using` mit `()` um das Argument, das berechnet werden soll. Die Spalten werden mit `$1`, `$2`, ... angesprochen.
- `$0` ist ein Sonderfall: Nummer des aktuelles Punkts (ab 0).
- `plot '`*`Datei`*`' using 3:($1+sqrt($2)) with lines`
- Funktionen können auch vorher definiert werden:
  `squaredSum(a,b)=sqrt(a**2+b**2)`
- Ternärer Operator: `?:`
  `a ? b : c` ⇒ b, falls die Bedingung a wahr ist, `c` sonst.
  Häufig verwendet mit `NaN` („not a number“ ⇒ ignorieren):
  `plot '…' using 1:($2>7 ? $3 : NaN)`
  ⇒ wie `plot '…' using 1:3`, überspringt aber Zeilen mit `$2<=7`.

gnuplot : Beschriftungen, Dekorationen

- Überschrift über dem Plot:
  `set title "`*`Text`*`"`
- Legende:
  `set key on/off` zum ein-/ausschalten
  `set key `*`bottom left`* oder `set key at `*`x,y`*
- Legendeneintrag für einen Plot:
  `plot … title "`*`Text`*`"`
- Plot in Legende nicht auflisten:
  `plot … notitle`
- Achsenbeschriftung:
  `set xlabel "`*`Text`*`"`. Ebenso für `y`, `cb`, etc.
- Striche an Achsen:
  `(un)set xtics`, etc. zum ein-/ausschalten
  `set xtics rotate `*`winkel`* zum Drehen der Beschriftung
- Gitter im Plot:
  `set grid [x|y]`



gnuplot : Beschriftungen, Dekorationen II

- Textlabels im Plot:
  `set label "Text" at x,y`
- Pfeile im Plot:
  `set arrow from x1,y1 to x2,y2`
- Linie = Pfeil ohne Kopf: `set arrow ... nohead`
  Pfeile in beide Richtungen: `heads`
- Beschriftung der x-Achse aus Datenfile:
  `plot ... using x:y:xtic(spalte)`
- y-Achse bei x=0:
  `set yzeroaxis`

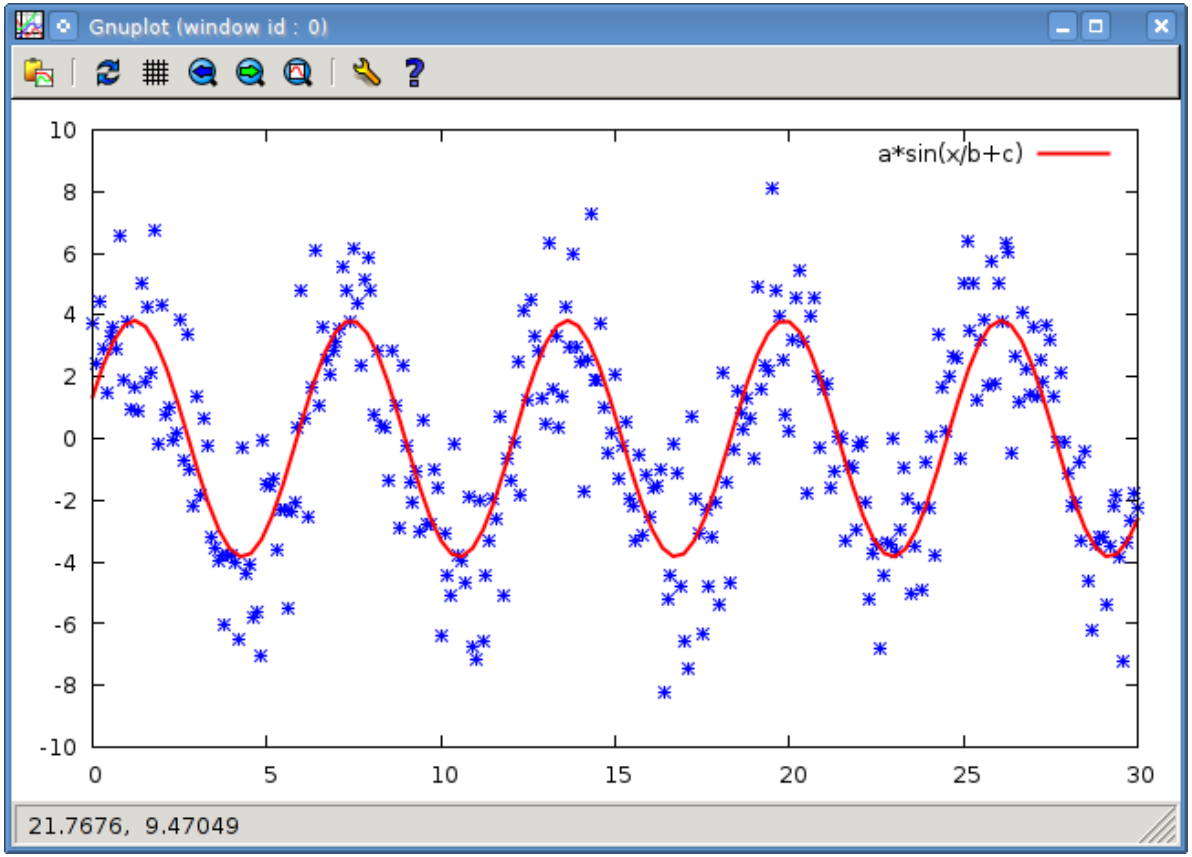
- Änderungen übernehmen (letzten `plot`-Befehl mit neuen Einstellungen ausführen):
  `replot`

gnuplot : Beschriftungen, Dekorationen III

- String für Labels, etc. dynamisch erzeugen:
  `sprintf` und `gprintf`.
- Eingabe: String mit Formatanweisungen und einzufügende Werte.
- `sprintf`: „normale“ C-Formatanweisungen.
- `gprintf`: gnuplot-spezifische Formatanweisungen,
  aber nur 1 Argument!
  s. `help format specifiers`
- ```
  gnuplot> a=3.7
  gnuplot> s=sprintf( "%.1f**2 = %.3f", a, a**2 )
  gnuplot> print s
  3.7**2 = 13.690
  ```
- Format der Achsenbeschriftung ändern:
  `set format x "%.3f"` (gnuplot-Anweisungen)
  z.B. `"%.1s %c"` für Zahlen mit 1 Nachkommastelle und SI-Präfix.
  ```

„Fits“

- Gegeben: Messpunktreihe und Modellfunktion mit freien Parametern
- Gesucht: Belegung der Parameter, so dass die Funktion bestmöglich zu den Messpunkten passt.
  - „bestmöglich“ => Maß nötig. Üblich: Summe der quadratischen Abweichungen zwischen Funktion und Datenpunkten („least squares“).

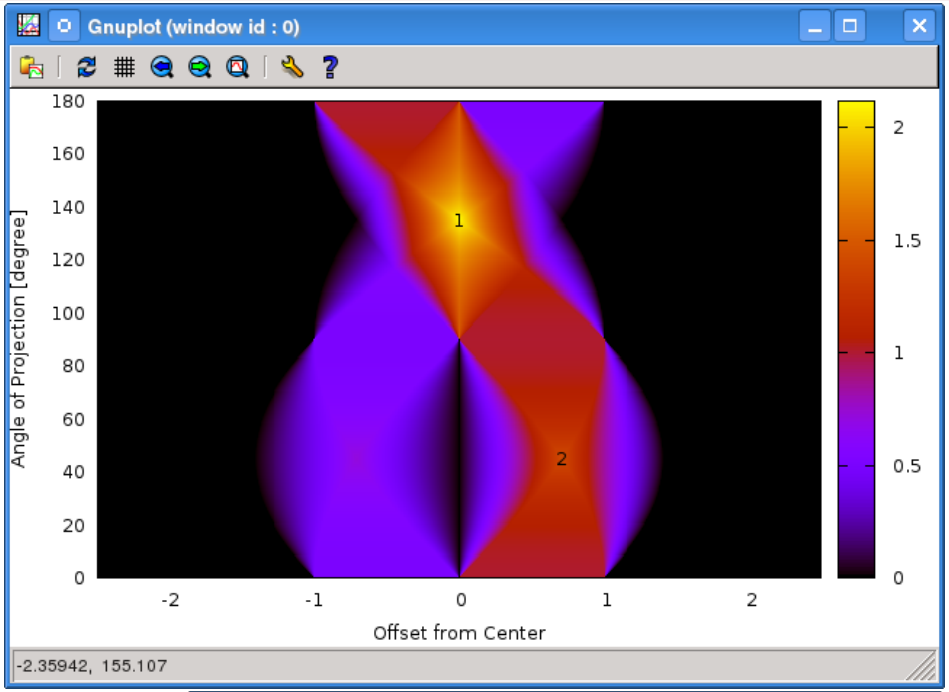


gnuplot : Fits

- `fit` *`Funktion`* `'`*`Datensatz`*`'` `via` *`var1`*`, `*`var2`*`, ...`
- Anfangswerte für Variablen: einfach vorher zuweisen
  `var1=42`
- Nach dem Fit: Variablen entsprechen dem Fit-Ergebnis.
  ⇒ können im Title, Labels, etc. eingebaut werden
- Zu fittenden Bereich einschränken:
  `fit [`*`von`*`:`*`bis`*`] …`
- (Erlaubte Werte für Variablen können nicht einfach eingeschränkt werden.)
- Gewichte können aus einer 3. Spalte gelesen werden.
  einfach `using` um 1 Spalte erweitern.
- Probleme bei sehr großen oder kleinen Zahlen!
  (groß/klein: $>\sim 10^{10}$, $<\sim 10^{-10}$)
  ⇒ auf ~1 normieren, wenn der Fit nicht passt

gnuplot : Einfache 3D-Plots

- einfachster 3D-Plot:
  `plot ... with image`
- x-y-Matrix in 2D, z-Werte farbcodiert.
- Farbbalken als Legende für z-Werte. Angesprochen als `colorbox (cb)`.
- In Datenfiles:
  3 Spalten für x, y, z.
  Matrix muss vollständig und sortiert sein!
- oder `matrix`
  `plot 'file' matrix ...`

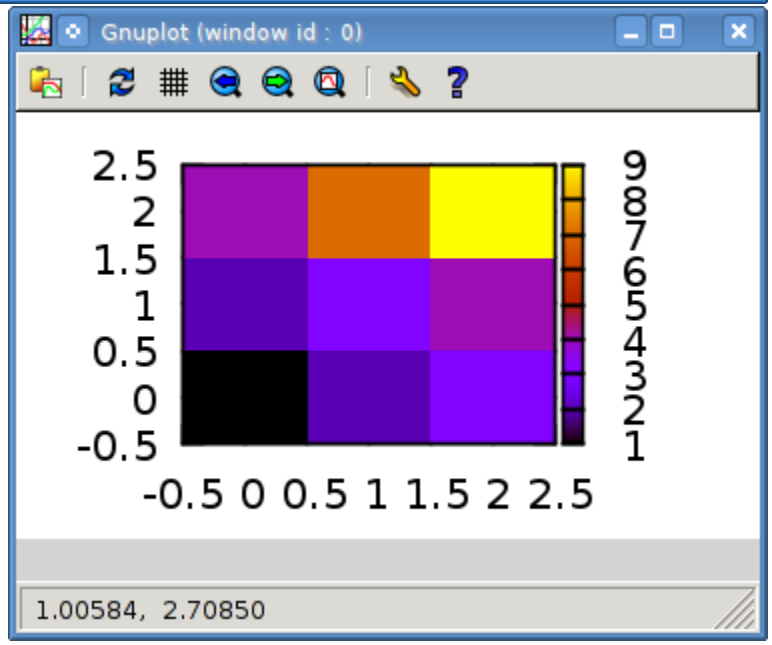



```
# x y z
1 1 1
2 1 2
3 1 3

1 2 2
2 2 3
3 2 4

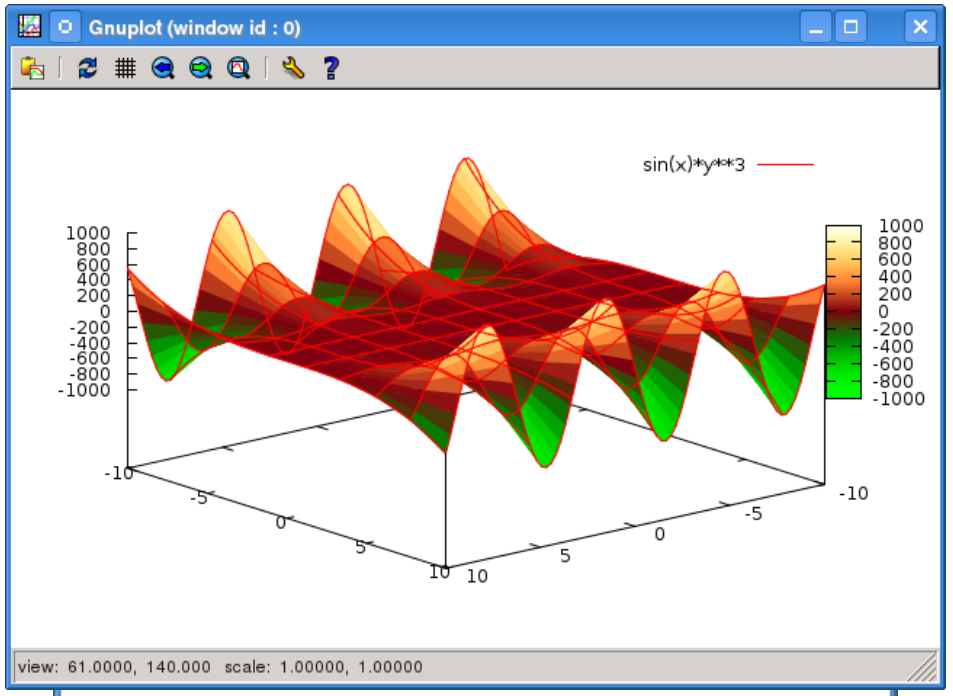
1 3 4
2 3 7
3 3 9
```

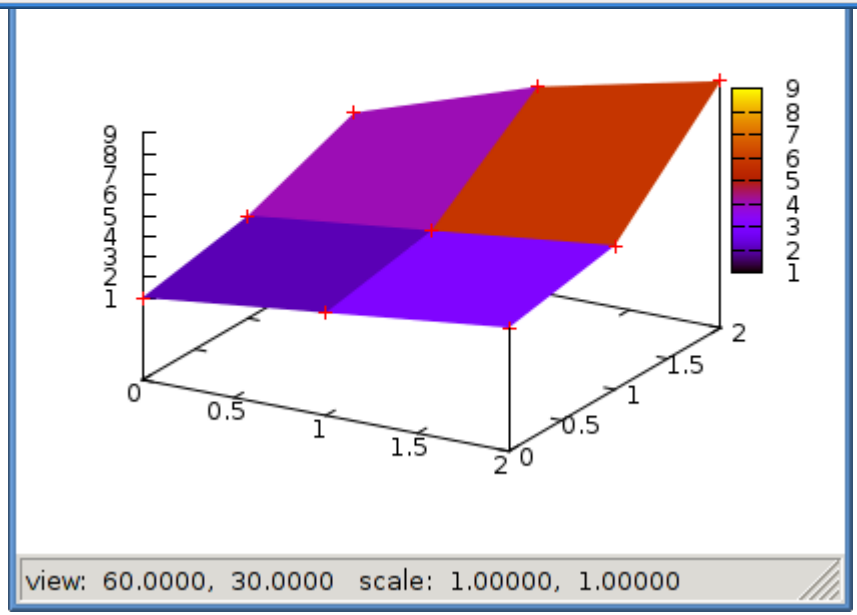
```
1 2 3
2 3 4
4 7 9
```



gnuplot : echte 3D-Plots

- eigener Befehl für 3D-Plots:
  `splot`
- für „bunte“ Plots:
  `set pm3d`
- unabhängige Variablen:
  x und y
- In Datenfiles:
  3 Spalten,
  x-Blöcke mit Leerzeilen getrennt
- oder
  `matrix`





gnuplot : parametrische Plots

- parametrischer Plot: Keine Funktion von x, sondern x und y abhängig von einem weiteren Parameter.
- In parametrischen Modus:

  ```
  set parametric
  ```

  ⇒ t ist jetzt die unabhängige Variable.
- plot-Befehl nimmt zwei Funktionen für x(t) und y(t), mit Komma getrennt:

  ```
  plot [0:2*pi] sin(t),cos(t)
  ```

gnuplot : weitere Tricks

- Kurve sieht eckig aus? Anzahl Punkte erhöhen:
  `set samples #`
- Kein Taschenrechner zur Hand? gnuplot hilft:
```
gnuplot> print sqrt(24792) + 725 ** 0.274
163.532362408873
```
- Andere Spaltentrenner im Datenfile (z.B. CSV):
  `set datafile separator ","`
- Skript-Ausführung anhalten: `pause` *seconds*
  seconds = -1: auf Benutzer (Enter) warten
  `pause mouse`: Auf Mausklick warten (nicht linke Taste?)
- Alle gnuplot-Einstellungen für einen Plot anschauen, auch die ganzen Default-Einstellungen: Plot darstellen,
  `save 'plot.gnuplot'` und plot.gnuplot im Texteditor öffnen.

gnuplot : Ausgabe in Datei

- Zuerst Ausgabeformat („Terminal“) festlegen. Hier: Postscript
  `set term postscript enhanced color solid`
  Jedes Terminal hat *viele* Optionen ⇒ `help`
- Dann Ausgabedatei öffnen:
  `set out "Datei.ps"`
- Plot ausgeben
  `replot`
- Datei schließen(!)
  `set out`
  Ist die Ausgabedatei nicht lesbar, fehlt meistens „set out“.

gnuplot : Zusammenspiel mit LaTeX

- epslatex Terminal: 2 Ausgabedateien:
  - Grafische Elemente als EPS,
  - Text als TeX.
- In TeX wird die .tex-Datei eingebunden, die .eps-Datei wird dann automatisch geladen.
- Für pdflatex: .eps mit epstopdf nach .pdf wandeln.
- (Zur Zeit noch? [1]) Probleme mit der Breite von LaTeX-Text ⇒ viel Handarbeit nötig: Breite der Legende, Position der Achsenbeschriftungen, etc.

[1] http://sourceforge.net/tracker/index.php?func=detail&aid=3434978&group_id=2055&atid=352055

gnuplot : Batch

- Üblicherweise werden gnuplot-Befehle aus Skript-Dateien ausgeführt.
  - Analysen müssen oft wiederholt mit verschiedenen Daten durchgeführt werden. Die benötigten Einstellungen und Funktionen werden dann nur 1x geschrieben und wiederverwendet.
- Dazu werden einfach die Befehle untereinander in eine Textdatei geschrieben.
- Lange Zeilen könnnen mit \
  an jeder Stelle umgebrochen werden.
- Zum Ausführen:
  - gnuplot auf der Kommandozeile den Namen der Datei übergeben. Springt sofort zurück auf die Kommandozeile nach Beendigung des Skripts, außer gnuplot wird mit -persist aufgerufen.
  - gnuplot starten und `load "Datei.gnuplot"` eingeben.
    Liest die Datei in der aktuellen Sitzung ein.

Thank you!

Histogramm aus Datenfile erstellen (einfacher Fall)

- Gegeben: Datei mit ganzzahligen Messwerten, 1 Messung pro Zeile.
- Gesucht: Verteilung der Messwerte als Histogramm.
- ```
  sort -n datei.dat | uniq -c > out.dat
  plot 'out.dat' u 2:1 w boxes
  ```
  (Hat im Detail ein paar Probleme...)

```
532
514
529
519
530
519
508
519
520
514
```

- Für kompliziertere Fälle: awk kann rechnen...
- Oder matlab/octave
```