### UNIVERSITÄT KONSTANZ

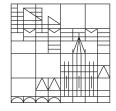
Fachbereich Physik (Theoretische Physik)

AOR Dr. Stefan Gerlach

Raum P 817, Tel. (07531)88-3825

E-mail: stefan.gerlach@uni-konstanz.de

# Universität Konstanz



## Übungen zur Computerphysik I Sommersemester 2012

#### Übungsblatt 3

Ausgabe 04.05.2011, Übungen 7.5./14.5./21.5.2012, Abgabe bis 24.05.2011

Projekt I: Der Oszillator

#### 3. Aufgabe: Schwingungsgleichung

Wir wollen die allgemeine Schwingungsgleichung

$$m\ddot{x}(t) + \gamma \dot{x}(t) + kx(t) = F(t)$$

numerisch lösen und damit das typische Verhalten für verschiedene Parameter untersuchen. Bitte alle Antworten/Rechnungen/Plots in ein Protokoll packen um die Ergebnisse zu dokumentieren. Gruppenarbeit in Zweier-Gruppen ist erwünscht.

- (a) Löse die Schwingungsgleichung für  $\gamma = F(t) = 0$  mit Hilfe des expliziten Euler-Verfahrens, des Runge-Kutta-Verfahrens 2. Ordnung und des leap-frog Verfahrens und vergleiche deren Fehler in x(t) und in der Gesamtenergie für verschiedene Schrittweiten.
- (b) Benutze das Mehrschrittverfahren (siehe Vorlesung) um die Schwingungsgleichung jetzt mit  $\gamma > 0$  numerisch zu lösen. Versuche den Schwingfall, den Kriechfall und den aperiodischen Grenzfall analytisch und numerisch zu finden und Plotte typische Kurven für x(t) und v(x) (Phasendiagramm).

Hinweis: Siehe http://de.wikipedia.org/wiki/Schwingung

(c) Für eine periodische treibende Kraft  $F(t) = sin(\omega_t t)$  lässt sich die sogenannte Resonanzkurve des Systems bestimmen, indem man für eine feste Dämpfung  $\gamma$  die Amplitude  $x_{\max}$  nach dem Einschwingvorgang in Abhängigkeit der Frequenz  $\omega_t$  berechnet und darstellt.

Hinweis: Vergleiche dein Ergebnis mit http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/43/Resonanzueberhoehung.png

(d) Mit Hilfe eines 3-D Plots lässt sich die Resonanzkurve in Abhängigkeit der Dämpfungskonstante  $\gamma$  darstellen:

gnuplot> set hidden3d

gnuplot> splot "t-gamma-A.dat" with lines

Achtung: gnuplot erwartet beim 3D Plot eine Leerzeile nach einer Spalte (d.h. nach jeder Resonanzkurve)!

(e) Wie könnte man die Phasenverschiebung zwischen F(t) und x(t) bestimmen? Versuche deine Idee(n) auch in einem Programm umzusetzen.