



**Übungen zur Computerphysik I
Sommersemester 2023**

Übungsblatt 3

Ausgabe 24.4., Übungen KW 18-20, Abgabe bis 22.5.

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 (siehe Vorlesung) und damit das typische Verhalten von Oszillatoren für verschiedene Parameter untersuchen.

Bitte alle Antworten/Rechnungen/Plots in ein Protokoll zusammenfassen, um die Ergebnisse zu dokumentieren. Gruppenarbeit in Zweier-Gruppen ist erwünscht.

- 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.
- 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 plote typische Kurven für $x(t)$ und $v(x)$ (Phasendiagramm).

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

- Für eine periodische treibende Kraft $F(t) = \sin(\omega_t t)$ soll die sogenannte Resonanzkurve des Systems bestimmt werden, indem man für eine feste Dämpfung γ die Amplitude x_{\max} nach dem Einschwingvorgang in Abhängigkeit der Frequenz ω_t berechnet und darstellt.

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

- Mit Hilfe eines 3-D Plots lässt sich die Resonanzkurve in Abhängigkeit der Dämpfungskonstante γ darstellen:

```
gnuplot> set hidden3d
```

```
gnuplot> plot "t-gamma-A.dat" with lines
```

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

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