



## Übungen zur Computerphysik I Sommersemester 2021

### Übungsblatt 2

Ausgabe 16.4., Übungen KW 17-19, Abgabe bis 16.5.

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  $\gamma$  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>

- Mit Hilfe eines 3-D Plots lässt sich die Resonanzkurve in Abhängigkeit der Dämpfungskonstante  $\gamma$  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.