



Graphen auf dem TI-*n*spire:

- **HOME**, **B** (Graph-Modus)
- Überprüfen Sie, dass der Rechner auf Grad (GRAD oder engl. DEG) eingestellt ist. Wenn nicht: **Menu**, **8** und Grafik-Winkel auf Grad (degrees) festlegen und als Standard speichern.
- Funktionen eingeben: **Menu**, **3**, **1** (dann eventuell mit Pfeiltasten Funktion auswählen), Funktion mit x als Variable eingeben.
- Eventuell den Zoom anpassen mit **Menu**, **4**, **A** (oder manuell).

Graphen auf dem TI-92 Plus:

- In den « $y = \text{Editor}$ » wechseln: **APPS**, **2** oder **◇**+**W**.
- Funktion eingeben: Funktionsterm mit x bei $y1$ eingeben.
- In der «Graph»-Modus wechseln: **APPS**, **4** oder **◇**+**R**.
- Zoom anpassen mit **F2** (und z.B. **7**, oder **A**).

✳ Aufgabe 13.17

- In der Schweiz und Italien wird der Kammerton (a^1 , eingestrichenes A) normalerweise auf 442 Hz gestimmt (442 Schwingungen pro Sekunde; Hz ist das Einheitenzeichen für *Hertz*, die Einheit der Frequenz, die als «1 durch Sekunde» definiert ist: $\text{Hz} = \frac{1}{\text{s}}$). Um mit dem Computer einen Ton dieser Frequenz als harmonische Schwingung zu erzeugen, wird die Auslenkung eines Lautsprechers durch Werte (Sampling-Werte oder Abtast-Werte) zwischen $-30'000$ und $30'000$ gesteuert. Diese Werte werden 44100 mal pro Sekunde erzeugt (CD-Sampling Rate). Bestimmen Sie erstens die Funktionsgleichung, um aus der Zeit in Sekunden den Abtastwert zu ermitteln. Bestimmen Sie zweitens die Funktionsgleichung, die aus der Nummer des Abtastwerts den Abtastwert berechnet (Abtastwert 0 entspricht Zeit 0 s, Abtastwert 44100 entspricht 1 s, etc.).
- Eine Puppe wird an einer Stahlfeder aufgehängt und in Schwingung versetzt, indem sie nach unten gezogen und zum Zeitpunkt $t = 0$ losgelassen wird. Die Puppe pendelt in 2 s auf einer Höhe von insgesamt 20 cm auf und ab. Bestimmen Sie die Funktionsgleichung, die die Position (Höhe) der Puppe beschreibt. Finden Sie zusätzlich heraus, wie schnell sich die Puppe im obersten und untersten Punkt und im Mittelpunkt dazwischen bewegt (in m/s).
- St. Gallen befindet sich auf 47.42° nördlicher Breite. Die Erdachse ist um 23.44° gegenüber der Ekliptik (Umlaufebene der Erde um die Sonne) geneigt. Berechnen Sie den höchsten und tiefsten Sonnenstand, wenn die Sonne im Zenit steht (höchste Position am Tag). In guter Näherung kann angenommen werden, dass der Sonnenhöchststandswinkel über das Jahr durch eine harmonische Schwingung beschrieben werden kann. Bestimmen Sie die Funktionsgleichung und ermitteln Sie, zu welchen Daten die Sonne einen Höchststand von 60° hat.
- In guter Näherung kann angenommen werden, dass die Tageslänge (bzw. deren Abweichung vom Mittelwert) über das Jahr mit einer harmonischen Schwingung beschrieben werden kann. Die Tageslänge variiert in St. Gallen zwischen ca. 08 h 25 min am 21. Dezember und 15 h 55 min am 21. Juni. Bestimmen Sie die Funktionsgleichung, die aus der Nummer des Tages (1. Januar = Tag 1) die Tageslänge berechnet. Berechnen Sie dann damit die Tageslänge an ihrem Geburtstag und vergleichen Sie Ihr Resultat mit anderen Quellen.

13.5 Überlagerung zweier Schwingungen

Bei vielen Phänomenen, die mit harmonischen Schwingungen beschrieben (bzw. angenähert) werden, können diese Schwingungen auch in Überlagerung vorkommen (z.B. zwei Töne gleichzeitig, Wasserwellen, die sich überlagern). Den Spezialfall zweier Schwingungen mit gleicher Frequenz möchten wir hier untersuchen.

✳ **Aufgabe 13.18** Arbeiten Sie in 2er- oder 3er-Gruppen zusammen!

- Untersuchen Sie die Summe $h(x) = f(x) + g(x)$ mit $f(x) = \sin(x)$ und $g(x) = \sin(\varphi + x)$, wobei φ je nach Gruppe ein anderes Vielfaches von 45° sein soll.
- Fassen Sie die beiden Schwingungen als y -Koordinaten von Punkten P_f und P_g auf, die sich auf einem Kreis bewegen. Wie hängen die beiden Kreisbewegungen zusammen?