

## Welches Wetter herrscht in Lillehammer?

Die Lufttemperatur schwankt täglich und hängt von zahlreichen Einflüssen ab. Untersucht man jedoch den Verlauf der langjährigen Monatsmittelwerte, so lassen sich eine Fülle von Gesetzmäßigkeiten erkennen. Einerseits können geographisch-klimatische Kennwerte verknüpft werden. Andererseits ist die bei Verbindung der Messwerte entstehende Funktion durch ihre Periodizität ein typischer Vertreter eines bestimmten Funktionstypus.

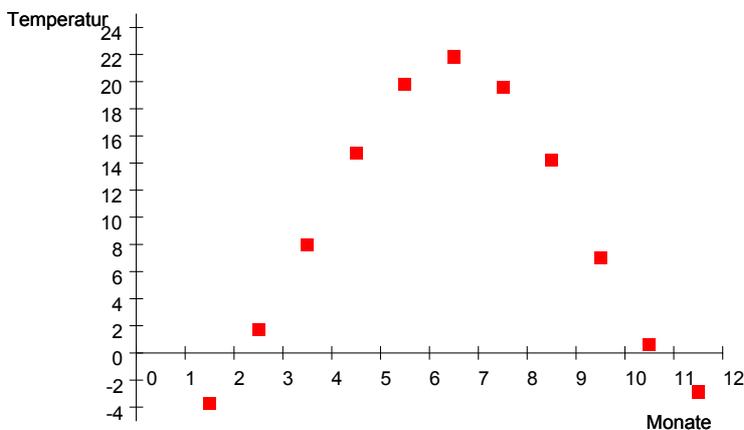
Messwerte am Beispiel der norwegischen Stadt **Lillehammer** (Austragungsort der olympischen Winterspiele 1994):

### Tagestemperaturen in °C

- `Werte := [-5.7, -3.7, 1.7, 8.0, 14.7, 19.8, 21.8, 19.6, 14.2, 7.0, 0.6, -2.9]:`
- `Werte_liste := [i-0.5, Werte[i]] $ i = 1..12:`
- `p1 := plot::Pointlist(Werte_liste, Color = RGB::Red, PointStyle = FilledSquares, PointWidth = 50):`

Stelle die aus der Tabelle übernommenen Werte in einem CAS als Plot dar! Welcher typische Verlauf lässt sich ablesen? – versuche, einen funktionalen Zusammenhang zwischen der Jahreszeit und Temperatur zu finden. Interpretiere den dabei entstehenden Funktionsterm.

- `plot(p1, AxesOrigin = [0,0], ViewingBox = [0..12, -5..25], Ticks = [12,15], Labels = ["Monate", "Temperatur"])`



Beim Plot fällt dem Betrachter die typische Form einer Sinus-Kurve auf - wir versuchen, die entsprechenden Koeffizienten der Funktion:  $a * \sin(b * (x + c)) + d$  zu finden.

Zur Erinnerung:

a ... Amplitude, b ... Frequenz, c ... Phasenverschiebung in x-Richtung, d ... Verschiebung in y-Richtung.

Wir wandeln unsere Werteliste in eine für die Regression handhabbare Form um und führen die Regression durch.

- `t:=stats::sample([Werte_liste]):`
- `stats::reg(t, a*sin(b*(x+c))+d, [x], [a,b,c,d])`  
`[[ -2.408145504, -2.375138264, 14.49448133, 8.13994501], 1053.043539]`

Da die gefundene Funktion nicht gut zu unserem Plot passt - dies indiziert auch die hohe Standardabweichung von 1053 - geben wir zusätzliche Startwerte ein.

- `lilleh:=stats::reg(t, a*sin(b*(x+c))+d, [x], [a,b,c,d], StartingValues=[10, 1, -5, 10])`  
`[[13.35308269, 0.5317678061, -3.495497841, 8.12658745], 1.721659728]`

Die niedrige Standardabweichung (von 1.73) signalisiert die Güte der gefundenen Funktion. Wir überprüfen die gefundene Funktion im Plot.

- `f1(x) := subs(a*sin(b*(x+c))+d, a=lilleh[1][1], b=lilleh[1][2], c=lilleh[1][3], d=lilleh[1][4])`

$$13.35308269 \cdot \sin(0.5317678061 \cdot x - 1.858793218) + 8.12658745$$

- `p2 := plot::Function2d(f1(x), x = 0..12, Color=RGB::Blue)`

`plot::Function2d(13.35308269 * sin(0.5317678061 * x - 1.858793218) + 8.12658745, x = 0 ..12)`

- `plot(p1, p2, AxesOrigin = [0,0], ViewingBox = [0..12, -5..25], Ticks = [12,15], Labels = ["Monate", "Temperatur"])`

