

## Praktikum zur Vorlesung Modellierung und Simulation im WS 2018-2019

---

### Praktikum 4: Differenzenformeln

Verwenden Sie das beigefügte Template `differenzenformeln.c`.

#### Aufgabenbeschreibung:

Gegeben sei die Funktion

$$f(x) = \cos(x). \quad (1)$$

Aus der Vorlesung kennen Sie bereits drei Arten von Differenzformeln. Die rechtsseitige

$$D^+ f(x_0) = \frac{f(x_0 + h) - f(x_0)}{h}, \quad (2)$$

die linksseitige

$$D^- f(x_0) = \frac{f(x_0) - f(x_0 - h)}{h}, \quad (3)$$

sowie die zentrale

$$Df(x_0) = \frac{1}{2} \frac{f(x_0 + h) - f(x_0 - h)}{h} \quad (4)$$

Differenzformel. Bearbeiten Sie folgende Schritte:

1. Implementieren Sie die Funktion  $f(x)$  sowie die analytische Ableitung  $f'(x)$  aus Gleichung (1).
2. Implementieren Sie die links (2), rechts (3) und die zentral (4) Differentialformel.
3.  $x_0$  sei 1. Vergleichen Sie den Gesamtfehler aller drei Differenzformel für  $h$  zwischen  $10^{-1}$  und  $10^{-10}$  jeweils in  $10^{-1}$  Schritten. Geben Sie diese auf der Kommandozeile aus.
4. Welches  $h$  ist optimal für  $D^+, D^-$  und  $D$ ?
5. Ändern Sie das Makro `ZAHLENTYP` Ihrer Berechnung von `float` auf `double`. Was passiert mit dem Gesamtfehler und dem optimalen  $h$ ?

Zusatz: Welche Ordnung hat der Fehler für die verschiedenen Differentialformeln?  
Warum steigt der Gesamtfehler mit abnehmenden  $h$ ?