

**Abbildung 2.7:** 2D-Temperaturverteilung aus der FDM mit  $\Delta x = 0.2 \text{ cm}$ ,  $\Delta y = 0.4 \text{ cm}$ ,  $\Delta t = 5 \text{ s}$ .

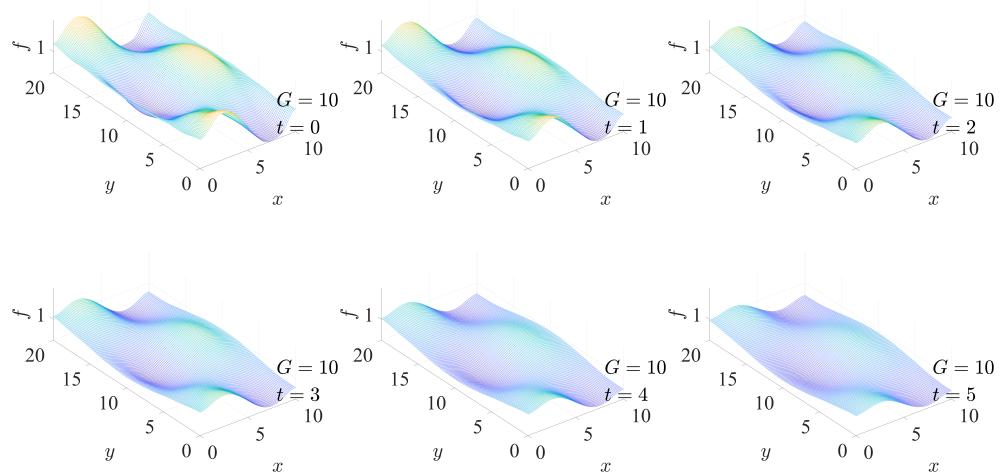
Für den inhomogenen Fall werden auch zwei Fälle simuliert, jeweils mit Wärmeabstrahlung

$$u_{\text{WA}}(x, y, t) = -a \cdot f(x, y, t) ,$$

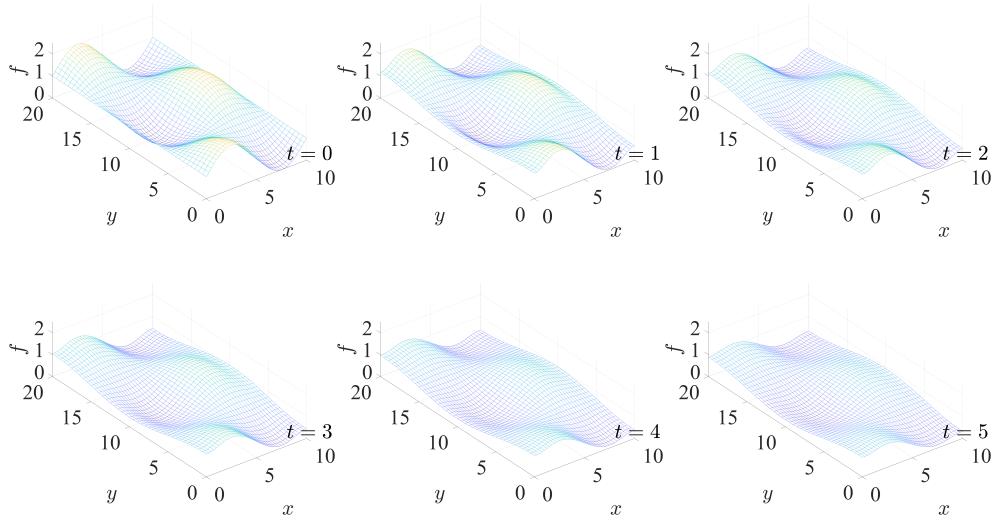
und punktförmiger Anregung

$$u_{\text{PA}}(x, y, t) = \sum_i u_{i,j}(t) \cdot \delta(x - x_i) \cdot \delta(y - y_j) .$$

Die Ergebnisse aus der Modalanalyse und der FDM mit  $a = 0.1$  werden in den folgenden Abbildungen gezeigt.



**Abbildung 2.8:** 2D-Temperaturverteilung aus der MA mit  $\Delta x = 0.1 \text{ cm}$ ,  $\Delta y = 0.2 \text{ cm}$ ,  $\Delta t = 0.1 \text{ s}$ .

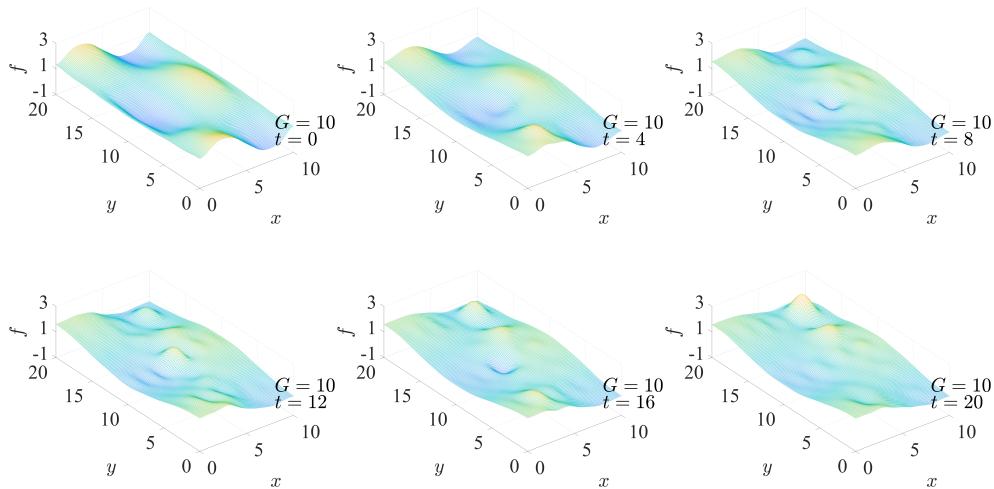


**Abbildung 2.9:** 2D-Temperaturverteilung aus der FDM mit  $\Delta x = 0.25$  cm,  $\Delta y = 0.5$  cm,  $\Delta t = 0.1$  s.

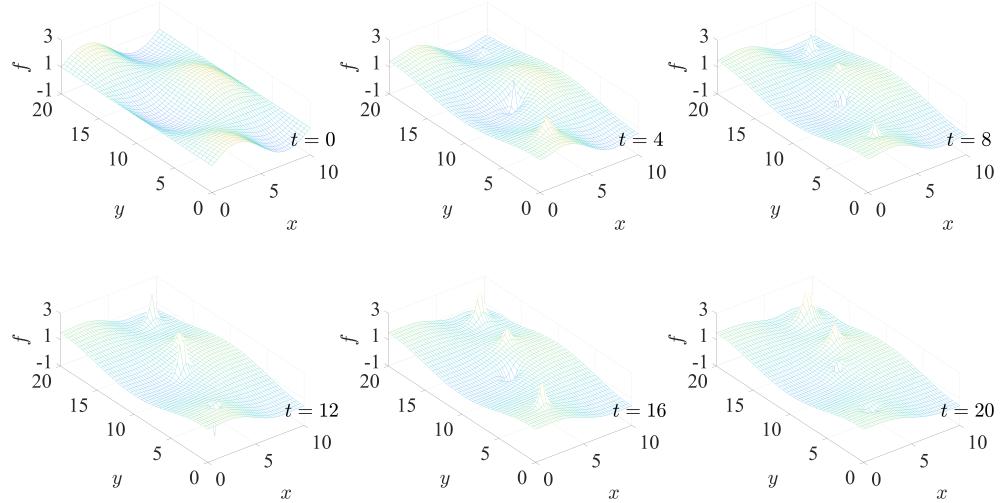
Als das zweite Beispiel werden punktförmige Anregungen angenommen, wobei

$$\begin{aligned} u(x, y, t) = & \sin\left(t - \frac{\pi}{4}\right) \cdot \delta(x - 3) \cdot \delta(y - 3) \\ & - 2 \sin(t) \cdot \delta(x - 5) \cdot \delta(y - 10) \\ & + 0.1t \cdot \delta(x - 7) \cdot \delta(y - 13) \\ & + 0.3t \cdot \delta(x - 8) \cdot \delta(y - 18) . \end{aligned}$$

Die Ergebnisse aus der Modalanalyse und der FDM werden in den folgenden Abbildungen gezeigt.



**Abbildung 2.10:** 2D-Temperaturverteilung aus der MA mit  $\Delta x = 0.1$  cm,  $\Delta y = 0.2$  cm,  $\Delta t = 0.4$  s.



**Abbildung 2.11:** 2D-Temperaturverteilung aus der FDM mit  $\Delta x = 0.25$  cm,  $\Delta y = 0.5$  cm,  $\Delta t = 0.4$  s.

## 2.4 Zusammenfassung

In diesem Kapitel haben wir das Modell für die Wärmeleitung vorgestellt, die numerische Lösung aus zwei Ansätzen (Modalanalyse und FDM) hergeleitet und die Temperaturverteilung in den 1D- und 2D-Fällen mit verschiedenen Anfangsbedingungen und Anregungen simuliert. Im Vergleich zur FDM hat die Modalanalyse den Vorteil, dass sie weniger Rechenaufwand erfordert. Der Nachteil ist jedoch, dass sie an spitz-förmigen Teilen nicht gut funktioniert. Umgekehrt präsentiert die FDM die Spitzen sehr klar, weil es nicht von den Eigenfunktionen beeinflusst wird. Da die FDM viel mehr Rechenaufwand erfordert als die Modalanalyse, muss die FDM einen großen Knotenabstand haben, dann ist die Auflösung bei der FDM schlechter als die MA.

Nach dem Erstellen der Testfunktionen, also die Temperaturverteilung, werden wir im nächsten Kapitel das Kalman-Filter vorstellen, und wir werden auch mit dem Kalman-Filter die Temperaturverteilung, die wir in diesem Kapitel erstellt, rekonstruieren, weil das Kalman-Filter einer der wichtigsten Grundlagen für unsere Arbeit (Kalman-Filtered-Compressive-Sensing) ist.