



V18 – Diffusionsbegrenztes Wachstum von Clustern

Ort: Labor C60.313 (Professur Theoretische Physik quantenmechanischer Prozesse und Systeme)

Betreuer: Dr. Philipp Cain

Der Entstehung von Schneeflocken, Bakterienkolonien, Blitzen und elektrochemischen Abscheidungen liegen offensichtlich ganz unterschiedliche physikalische Prozesse zu Grunde. Erstaunlicherweise sehen sich die resultierenden stark verzweigten Strukturen aber durchaus sehr ähnlich. Diese Beobachtung führte zu der Überlegung, dass die Strukturbildung unabhängig von den Details der wirkenden Kräfte durch nur wenige grundlegende Prinzipien erklärt werden kann.

Ein populäres Modell in diesem Gebiet ist das 1981 von Witten und Sander vorgeschlagene diffusionsbegrenzte Wachstum (diffusion limited aggregation - DLA). In Anlehnung an die Brownsche Bewegung diffundieren Teilchen auf Zufallspfaden bis sie auf eine Keimzelle oder ein bereits gebildetes Aggregat treffen und dort haften bleiben. Durch diese zufällige Anlagerung entsteht ein Cluster mit erstaunlich komplexer fraktaler Struktur. Die Eigenschaften des Clusters lassen sich zum Beispiel durch die fraktale Dimension quantifizieren.

1. Informieren Sie sich über Brownsche Bewegung, Fraktale, fraktale Dimensionen, Massendimension, Diffusion, diffusionsbegrenztes Wachstum (DLA) und Simulation von Zufallsbewegungen auf Gittern (random walk).
2. DLA-Cluster auf einem Quadratgitter
 - 2.1 Simulieren Sie das Wachstum eines Clusters auf einem Quadratgitter und stellen Sie die Struktur graphisch dar.
 - 2.2 Berechnen Sie die Massendimension durch Mittelung über eine große Anzahl erzeugter Cluster.
 - 2.3 Variieren Sie die Wahrscheinlichkeit mit der sich Teilchen an den Cluster anlagern zwischen $p = 0.1, \dots, 0.9$ und vergleichen Sie die Gestalt der Cluster und die Werte der Massendimension mit den Ergebnissen für $p = 1$.
3. DLA-Cluster auf einem Dreiecksgitter
 - 3.1 Wiederholen Sie die Berechnungen von 2.) für ein gleichseitiges Dreiecksgitter.
4. Visualisieren Sie das Clusterwachstum auf einem kubischen Gitter. **(optional)**

[1] Armin Bunde und Shlomo Havlin (eds.), *Fractals and disordered Systems* (Springer, 1996), Kapitel 1 und 4

[2] Tamás Vicsek, *Fractal Growth Phenomena*, 2. Auflage (World Scientific, 1992)

[3] Harvey Gould, Jan Tobochnik und Wolfgang Christian, *An Introduction to Computer Simulation Methods*, 3. Auflage (Addison-Wesley, 2006)

[4] Allgemeiner Überblick zu Fraktalen: Benoît B. Mandelbrot, *Die fraktale Geometrie der Natur* (Birkhäuser, 1991)