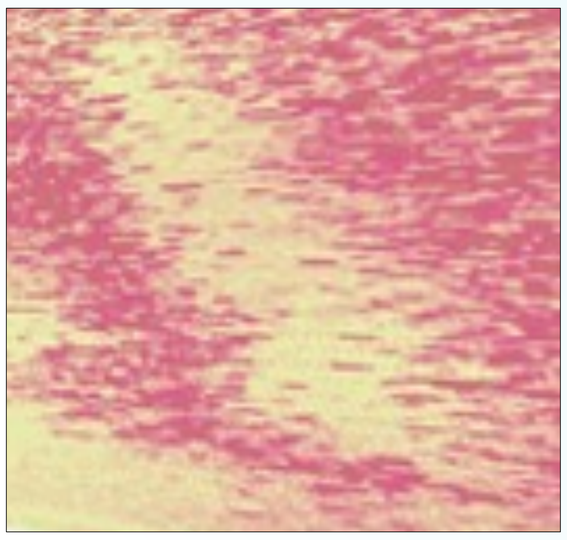
Fraktale Dimension chaotischer Attraktoren

Möglichkeit quantenmechanischer Interpretation fraktaler Geometrie

Fraktale Interpretation der UBR

Der Phasenraum eines dynamischen Systems sei ein Fraktal einer Dimension zwischen 5 und 6. Das System sei mit hoher Genauigkeit lokalisiert. Es verbleiben weniger als drei Dimensionen des Impulses – er ist **unbestimmt**.

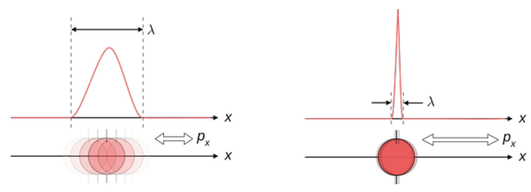


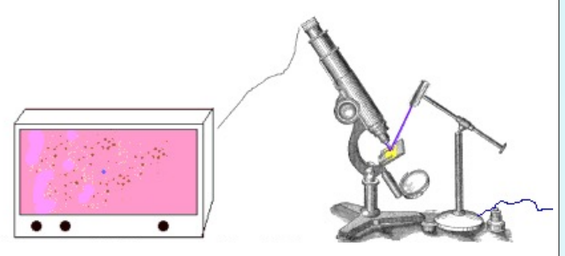
Chaotischer Attraktor (l.) und Quantenfluktuationen im Supraleiter

Begriffsdefinition

Was meint „Unbestimmtheit“ in meinem Modell?

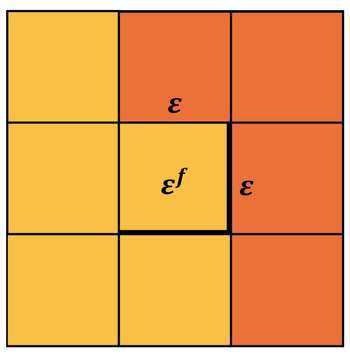
Quanteninkompatibilität	Messunschärfe
nicht-kommutative Werte unscharf	Messungen stören das System
Für jede Wellenfunktion ψ:	Für jeden Messprozess:
$(Verteilungsbreite\ Q) \cdot (Verteilungsbreite\ P) \approx \hbar$	$(Messfehler\ von\ Q) \cdot (Störung\ auf\ P) \approx \hbar$
$[P,Q] = PQ - QP$	„Heisenberg-Mikroskop“:
$[P,Q] \neq 0 \rightarrow$ Unschärferelation	



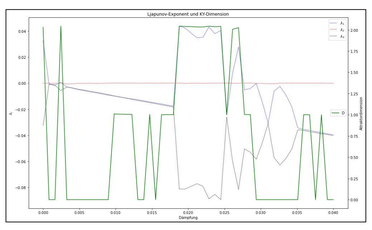


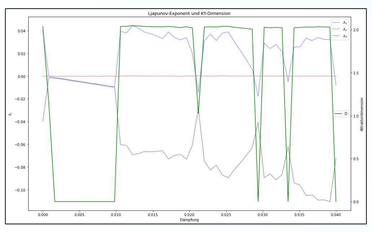
Für meine Anwendung: Quanteninkompatibilität relevant

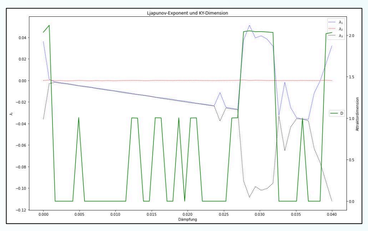
Mein chaostheoretisches Korrespondenzprinzip



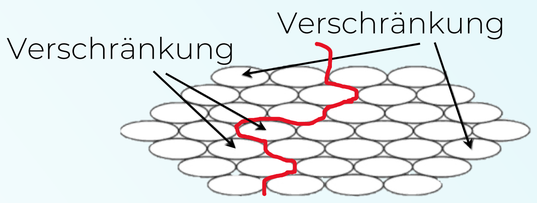
Vermutung: Daten zeigen Codierung der chaotischen höherdimensionalen Phasenraum-Trajektorien auf der fraktal-niederdimensionalen Attraktor-Oberfläche.

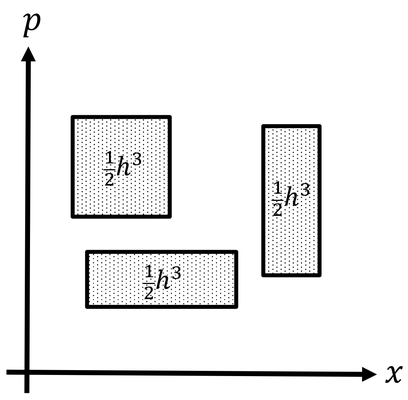


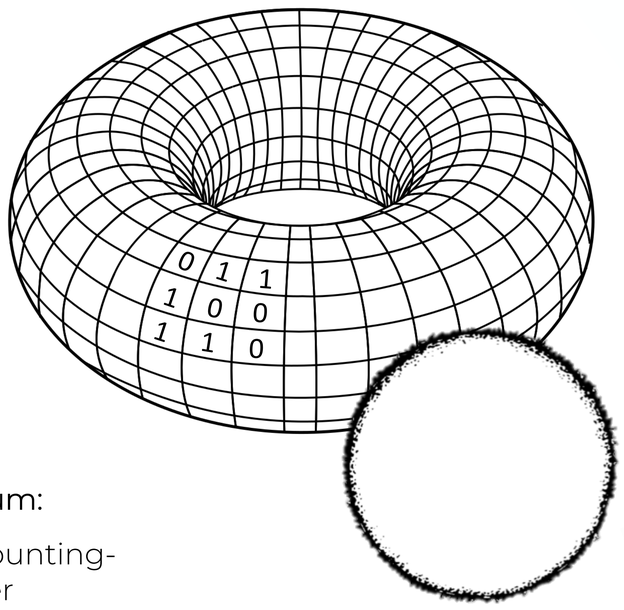




Grundlegendes Problem: Die QM ist **nichtlokal**. Ein sie äquivalent beschreibendes Theorem muss ebenfalls nichtlokal sein (Verschränkung).

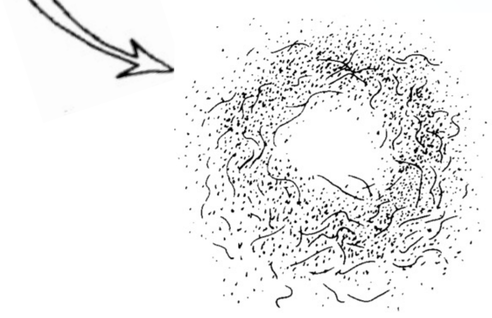






$$D_{Box} = \lim_{\varepsilon \to 0} \frac{logN(\varepsilon)}{log\frac{1}{\varepsilon}}$$

Minimale Anzahl der Bits zur Beschreibung eines Punktes $(x|p)$ mit der Genauigkeit ε (Entropie!)



Unschärfe im gequantelten Phasenraum:

Verpixelung des Phasenraums (Box Counting-Methode) entspricht Quantisierung der Raumzeit, aus dem sich selbstverständlich eine Unschärfe $\Delta x \cdot \Delta p \leq k$ ergibt.

Erzeugung von Nichtlokalität durch Verschränkung lokaler Funktionen

↓

Entropie als „minus Information“, Verschränkung mit Umgebung als Entropiemaß eines Volumens

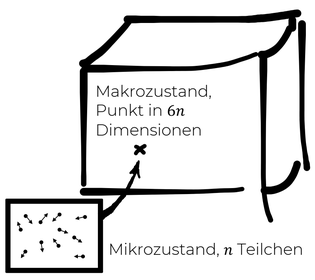
↓

Mehr Oberfläche → mehr Möglichkeiten für Verschränkung

↓

Entropie proportional zur Grenzfläche

meine Idee ↓

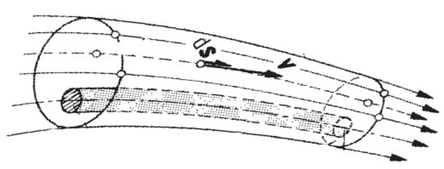


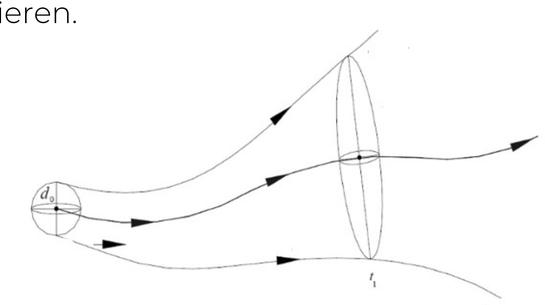
Übertragung auf den Phasenraum und Einführung fraktaler Grenzfläche (s. gemessene und simulierte Attraktoren):

Auflösung durch ganzzahlige Bit-Anzahl bei fraktaler Oberfläche unmöglich → **Unschärfe?**

Deterministischer Ansatz (nicht weiter verfolgt)

Idee: Phasenraum wie ein Vektorfeld behandeln und experimentelle Ergebnisse in diesem Kontext interpretieren.





Flüssigkeitsstrom in einem Rohr und divergente Phasenraum-Trajektorien

Aufstellen einer Phasenraum-spezifischen Kontinuitätsgleichung:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \vec{\nabla} \cdot \vec{j} = 0 \Rightarrow \frac{\partial \rho}{\partial t} + \sum_{i=0}^{f} \lambda_i = 0$$

Näherungsverfahren der Strömungsdynamik zerstören charakteristische Eigenschaften Bohmscher Trajektorien, **numerisch nicht händelbar!**

Ausblick

- Berechnung der Entropie meines Systems
- Vergleich verschiedener fraktaler Dimensionsbegriffe
- Untersuchung eines Schwarzen-Loch-Analogons

Bildquellen: (1) Quantenfluktuationen sichtbar gemacht, https://www.scinexx.de/news/technik/quantenfluktuationen-sichtbar-gemacht/, (2) Decoherence and the Transition from Quantum to Classical, https://www.dhushara.com/book/quantcos/decoh/decoh.htm, (3) Hydro- und Aerodynamik (Strömungslehre, Dynamik der Fluide), https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-59711-8_17, (4) Die Chaos-Theorie