

# ABSTRACT

The ability of Condensed Matter to encompass a plethora of realms within itself is what makes it have something enticing for nearly every kind of physicist. In this thesis we visit two of these worlds:

1. The field of open quantum systems and non-equilibrium field theory within the formalism set up by the Lindblad quantum master equation.
2. The field of magnetic flux scattering.

The first foray is motivated by the exact solvability of the complex SYK model (introduced by Sachdev, Ye and Kitaev), its emergent conformal and gauge symmetries, and its rather big Goldstone manifold that we explore by introducing additional weak couplings. The idea is that the weak couplings will drive the infrared sector of the non-equilibrium steady state (NESS) in the Goldstone manifold of the dominant Hamiltonian. To this end, we concretely analyse an SYK<sub>4</sub> system with  $N$  sites coupled through a quenched hopping interaction to a larger, strongly coupled SYK<sub>4</sub> bath containing  $N^2$  sites. We assume the bath has a fixed temperature and zero chemical potential. Furthermore, the system is rendered open by dissipative processes that allow incoherent fermion hopping in and out of the system, and we consider the thermodynamic limit  $N \rightarrow \infty$ . The first half of the thesis, for the very first time, explores the aforementioned open SYK model, and provides an exhaustive numerical and analytical account of the resulting steady state.

In the second half of the thesis, we venture into a different world of Condensed Matter — one where magnons or electrons are scattered by fractional topological charges. Fractional topological charges, unlike their integer-quantized counterparts (e.g. the skyrmion), cannot be gauged away for low momenta particles and as such are expected to leave strong scattering signatures on the latter. Indeed this is what we find for defects that possess no half-local modes. In the process we also figure out how the scattering properties are altered for vortex-like fractional defects that do possess half-local modes.

# ZUSAMMENFASSUNG

Die Fähigkeit der kondensierten Materie, eine Fülle von Bereichen in sich zu vereinen, macht sie für fast jeden Physiker interessant. In dieser Arbeit besuchen wir zwei dieser Welten:

1. Das Gebiet der offenen Quantensysteme und der Nichtgleichgewichts-Feldtheorie im Rahmen des Formalismus der Mastergleichung in Lindblad-Form.
2. Das Gebiet der Streuung von magnetischer Flüssigkeiten.

Der erste Ausflug ist motiviert durch die exakte Lösbarkeit des komplexen SYK-Modells (eingeführt von Sachdev, Ye und Kitaev), seine entstehenden konformen und Eichsymmetrien und seine ziemlich große Goldstone-Mannigfaltigkeit, die wir durch die Einführung zusätzlicher schwacher Kopplungen erforschen. Die Idee ist, dass die schwachen Kopplungen den Infrarot-Sektor des stationären Nicht-Gleichgewichtszustands (NESS) in der Goldstone-Mannigfaltigkeit des dominanten Hamiltonians antreiben. Zu diesem Zweck analysieren wir konkret ein SYK<sub>4</sub>-System mit  $N$  Plätze, die durch eine gequenchte Sprungwechselwirkung an ein größeres, stark gekoppeltes SYK<sub>4</sub>-Bad mit  $N^2$  Plätze gekoppelt sind. Wir nehmen an, dass das Bad eine feste Temperatur und ein chemisches Potential von Null hat. Darüber hinaus wird das System durch dissipative Prozesse offen gemacht, die inkohärentes Fermion-Hopping in und aus dem System ermöglichen, und wir betrachten die thermodynamische Grenzfall  $N \rightarrow \infty$ . In der ersten Hälfte der Arbeit wird zum ersten Mal das oben erwähnte offene SYK-Modell untersucht und eine ausführliche numerische und analytische Darstellung des resultierenden stationären Zustands geliefert.

In der zweiten Hälfte der Arbeit wagen wir uns in eine andere Welt der kondensierten Materie – eine, in der Magnonen oder Elektronen durch fraktionale topologische Ladungen gestreut werden. Fraktionale topologische Ladungen können im Gegensatz zu ihren ganzzahlig quantisierten Gegenstücken (z.B. dem Skyrmion) für Teilchen mit niedrigem Impuls nicht weggeeeicht werden, so dass man erwartet, dass sie starke Streusignaturen auf diesen hinterlassen. Defekte, die keine halblokalen Moden besitzen, weisen dieses Verhalten auf. Dabei finden wir auch heraus, wie sich die Streueigenschaften für wirbelartige fraktionale defekte mit halblokalen Moden verändern.