

# Summary

In this thesis, the physics of two dimensional spiral and striped phases of doped Mott-insulators, cuprates and nickelates in particular, is investigated. The main emphasis is on the study of the influence of dopant induced disorder on these phases.

In the first part of this work we develop a phenomenological model for the spin glass phase of  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$ . In this model it is assumed that holes doped into the  $\text{CuO}_2$  planes localize near their Sr dopants where they cause a dipolar frustration of the antiferromagnetic environment. In absence of long range antiferromagnetic order, the spin system can reduce frustration, and also its free energy, by forming a state with an ordered orientation of the dipolar moments which leads to the appearance of spiral spin correlations. To investigate this model, a non-linear sigma model is used in which disorder is introduced via a randomly fluctuating gauge field. A renormalization group study of this model shows that the collinear fixed point of the model is destroyed through the disorder and that the only stable fixed point is governed by a  $O(4)/O(3)$  symmetry. The disorder coupling leads to an additive renormalization of the order parameter stiffness. Further, the stability of the spiral state against the formation of topological defects is investigated with the use of the replica trick. A critical disorder strength is found beyond which topological defects proliferate. Comparing our results with experimental data, it is found that for a hole density  $x > 0.02$ , i. e. in the entire spin glass regime, the disorder strength exceeds the critical threshold.

In the second part of the thesis, we derive a continuum model which allows to describe and analyze striped phases. Using field theoretical tools, the influence of both disorder and lattice perturbations are investigated. Besides a free phase of the stripes, which is characterized by gaussian fluctuations, the analysis shows the existence of a disorder dominated phase as well as the existence of a lattice pinned phase in which transversal fluctuations of the stripes are suppressed. Comparison with experimental data from cuprates and nickelates shows qualitative agreement with the theoretical phase diagram. Furthermore, the influence of stripe fluctuations on spin fluctuations is investigated. Using dimensional estimates, a depinning transition of disordered stripes subject to an externally applied field is studied. Finally, the interplay between transverse stripe excitations and longitudinal charge and spin fluctuations along the stripe is studied with bosonization techniques. The stability of a phase characterized by a zig-zag form of the transverse displacements and a simultaneous occurrence of longitudinal charge density wave order is demonstrated.

# Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird die Physik zweidimensionaler Spiral- und Streifenphasen von dotierten Mott-Isolatoren, speziell von Kupraten und Nickelaten, untersucht. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Analyse des Einflusses von Unordnung, welche durch zufällig verteilte ionisierte Donatoren erzeugt wird.

Im ersten Teil der Arbeit wird ein phänomenologisches Modell für die Spinglas-Phase von  $\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$  entwickelt. In diesem Modell wird angenommen, dass die durch die Sr Dotierung erzeugten Löcher in den  $\text{CuO}_2$ -Ebenen nahe den Sr Donatoren lokalisiert sind und dort eine dipolartige Frustration der antiferromagnetisch geordneten Umgebung hervorrufen. In Abwesenheit von langreichweitiger antiferromagnetischer Ordnung kann das Spinsystem die Frustration, und damit die freie Energie, minimieren, indem es die Dipole ausrichtet, was zu spiralartigen Spinkorrelationen führt. Der Einfluss der Unordnung auf eine solche Spiralphase wird mit Hilfe eines nichtlinearen Sigma-Modells untersucht, in welches die Unordnung durch ein zufällig fluktuierendes Eichfeld eingeführt wird. Unter Verwendung einer Renormierungsgruppen-Analyse wird das Skalenverhalten der Steifigkeit des Ordnungsparameters der Spiralphase sowie der Unordnungsstärke untersucht. Es wird gezeigt, dass der kollineare Fixpunkt des Systems durch die Unordnung zerstört wird, und dass der einzige stabile Fixpunkt des Systems eine  $O(4)/O(3)$  Symmetrie besitzt. Die Unordnung führt zu einer additiven Renormierung der Steifigkeit des Ordnungsparameters. Weiterhin wird die Stabilität der Spiralphase gegenüber der Ausbildung topologischer Defekte mit Hilfe des Replika-Tricks untersucht. Die kritische Unordnungsstärke wird berechnet, jenseits derer topologische Defekte durch die Unordnung induziert werden. Der Vergleich mit experimentellen Daten zeigt, dass für eine Lochdichte  $x > 0.02$ , d. h. in der gesamten Spinglas-Phase, die kritische Unordnungsstärke überschritten ist.

Im zweiten Teil der Arbeit leiten wir zunächst ein Kontinuumsmodell zur Beschreibung der Streifenphase her. Mit Hilfe feldtheoretischer Methoden wird der Einfluss sowohl der Unordnung als auch des Gitterpotentials untersucht. Neben einer freien Phase der Streifen, welche durch Gaussche Quantenfluktuationen der Streifen charakterisiert ist, zeigt die Analyse die Existenz einer ungeordneten Phase, in welcher die Streifen durch die Unordnung gepinnt werden, als auch die Existenz einer Gitter-gepinnten Phase, in welcher die Streifenfluktuationen durch das korrelierte Potential des Gitters unterdrückt werden. Der Vergleich mit Daten von Kupraten und Nickelaten zeigt eine gute qualitative Übereinstimmung des theoretischen Phasendiagramms mit dem Experiment. Weiterhin wird der Einfluss der Streifenfluktuationen auf die Spinfluktuationen untersucht. Ein Depinning der ungeordneten Streifen aufgrund extern angelegter Felder wird mit Hilfe dimensionaler Abschätzungen berechnet. Schließlich wird die Wechselwirkung zwischen den transversalen Streifenfluktuationen und den longitudinalen Ladungs- und Spindichtefluktuationen entlang der Streifen mit der Bosonisierungstechnik analysiert. Diese Untersuchung zeigt die Stabilität einer Zick-Zack Form des Streifens bei gleichzeitiger Ausbildung einer longitudinalen Ladungsdichtewelle.