

Transition-metal compounds show a wealth of intriguing properties such as superconductivity, piezoelectricity, giant magnetoresistance, spin and metal-insulator transitions, which are governed by the interplay of charge, spin, and orbital degrees of freedom. The knowledge of their electronic structure is crucial for understanding and predicting the fascinating properties of these often strongly correlated materials. In this thesis x-ray absorption spectroscopy including x-ray magnetic circular dichroism is combined with theoretical calculations to investigate the orbital occupation and orbital ordering of  $\text{La}_4\text{Ru}_2\text{O}_{10}$ , which shows a  $4d$  orbital-ordering transition with spin-gap opening due to spin-singlet formation, and of  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  for which the orbital occupation across phase transitions have been studied. The valence state, spin state and orbital moment has been studied for  $\text{Ca}_3\text{Co}_2\text{O}_6$ , which have peculiar step-wise jumps in the magnetization, and in  $\text{Ca}_3\text{CoRhO}_6$  and  $\text{Ca}_3\text{FeRhO}_6$ . For  $\text{LaMn}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_3$  the valence, spin state, magnetic alignment, and magnetocrystalline anisotropy was investigated.

*Die Ladungs-, Spin- und orbitalen Freiheitsgrade sind verantwortlich für den vielfältigen Eigenschaften von Übermetallverbindungen; dazu zählen Supraleitung, Ferroelektrizität, Riesenmagnetwiderstand, Spin- und Metall-Isolator-Übergänge. Die Kenntnis der elektronischen Struktur ist essentiell für das Verständnis und die Vorhersage der faszinierenden Eigenschaften, die diese hochkorrelierten Materialien zeigen. In dieser Arbeit wurde die Röntgenabsorptionsspektroskopie einschließlich magnetischem Röntgenzirkulardichroismus mit numerischen Rechnungen kombiniert, um die orbitale Besetzung und orbitale Ordnung zu untersuchen in  $\text{La}_4\text{Ru}_2\text{O}_{10}$ , das einen  $4d$ -Orbitalübergang mit Öffnung einer Spinlücke durch Bildung eines Spin-Singulets zeigt, und in  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$ , bei dem die Änderung der orbitalen Besetzung bei Phasenübergängen studiert wurde. Die Valenz- und Spinzustände und die orbitalen Besetzungen von  $\text{Ca}_3\text{Co}_2\text{O}_6$ , das ungewöhnliche Sprünge in der Magnetisierung zeigt, und von  $\text{Ca}_3\text{CoRhO}_6$  und  $\text{Ca}_3\text{FeRhO}_6$  wurden untersucht. Bei  $\text{LaMn}_{0.5}\text{Co}_{0.5}\text{O}_3$  wurde die Valenz, Spinzustand, magnetische Kopplung zwischen Mn und Co und die magnetokristalline Anisotropie erforscht.*