

# Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät

## Institut für Physik

### Fachgebiet: *Theoretische Physik*

Betreuer: Prof. Dr. Ronald Redmer  
Uwe Kleinschmidt  
(e-mail: uwe.kleinschmidt@uni-rostock.de )

## Electronic transport properties inside Earth and gas giant planets

### Englische Zusammenfassung

Understanding the transport properties of light elements like hydrogen and heavy elements such as iron plays an important role in astrophysics in the dynamo processes in planets and stars. While the material properties of hydrogen and iron are very well known under normal conditions, they are mainly unknown under conditions in gas giant planets, stars, or even in the center of our Earth. This work investigates the electrical and thermal conductivity of hydrogen and iron under these extreme conditions using ab initio methods and analytical conductivity models. The behavior of the conductivity of solid iron under conditions of the Earth's core is calculated with ab initio simulations. These results can be used to get information about the internal dynamo processes. In the case of hydrogen, even more extreme temperatures and pressures are necessary to investigate the behavior of gas giant planets and stars. In this work, ab initio simulations are used to calculate the conductivity of hydrogen and to adapt the conductivity model of Lee & More to planetary conditions. Furthermore, the Lee & More model is used to calculate the conductivity in the thin outer layers of hot Jupiters with the help of mass action laws to investigate the influence of Ohmic heat.

### Deutsche Zusammenfassung

Das Verständnis der Transporteigenschaften von leichten Elementen wie Wasserstoff, aber auch schweren Elementen wie Eisen spielt eine wichtige Rolle in der Astrophysik bei den Dynamoprozessen in Planeten und Sternen. Während die Materialeigenschaften von Wasserstoff und Eisen unter Normalbedingungen sehr gut verstanden sind, sind diese unter Bedingungen in Gasriesen, Sternen oder selbst im Zentrum unserer Erde größtenteils unbekannt. Diese Arbeit beschäftigt sich mit der elektrischen und thermischen Leitfähigkeit von Wasserstoff und Eisen unter diesen extremen Bedingungen unter Verwendung von Ab-initio-Methoden und analytischen Leitfähigkeitsmodellen. Das Verhalten der Leitfähigkeit von festem Eisen wird unter Bedingungen des Erdkerns mit Ab-initio-Simulationen berechnet und kann genutzt werden um Rückschlüsse auf die inneren Dynamoprozesse zu erhalten. Im Falle von Wasserstoff sind noch extremere Druck- und Temperaturbedingungen notwendig um das Verhalten in Gasplaneten und Sternen zu untersuchen. In dieser Arbeit werden mit Ab-initio-Simulationen Leitfähigkeiten für Wasserstoff berechnet und genutzt um das Leitfähigkeitsmodell von Lee & More für planetare Bedingungen anzupassen. Weiterhin wird mit diesem Modell unter Zuhilfenahme von Massenwirkungsgesetzen die Leitfähigkeit in den dünnen äußeren Schichten von heißen Jupitern berechnet, um den Einfluss von Ohm'scher Wärme zu untersuchen.