

Zusammenfassung

Matthias Strecker

“Hochdruckuntersuchungen zum Magnetismus in intermetallischen und oxidischen Verbindungen mit $^{151}\text{Eu}/^{155}\text{Gd}$ -Mössbauereffekt und Transportmessungen”

Die zentrale Thematik der vorgelegten Arbeit konzentriert sich auf kombinierte ^{155}Gd -Mössbauer- und Transportmessungen unter hohem Druck zur Untersuchung der magnetischen Eigenschaften der (1) GdM_2 -Laves-Phasen ($\text{M} = \text{Al, Fe, Mn}$). Dazu wurde für simultane Messungen eine neue Hochdruckzange mit einem speziellen Kryostateneinsatz entwickelt, wobei für die Transportmessungen die Van-der-Pauw-Methode in das bestehende Meßprogramm implementiert wurde. Weiterhin wurden temperaturabhängige Mössbauermessungen an den intermetallischen Verbindungen (2) Eu_2PdSi_3 und Gd_2PdSi_3 sowie an der oxidischen Verbindung (3) $\text{Gd}_2\text{BaNiO}_5$ mit der ^{151}Eu und der ^{155}Gd -Mössbauer-Resonanz durchgeführt.

Im Zentrum des Interesses stand dabei die Erforschung der komplexen magnetischen Eigenschaften der o.g. Verbindungen. Dazu wurden magnetische Modelle, basierend auf einfachen modifizierten Molekularfeldnäherungen, als auch auf dem lokalen und itineranten Magnetismus, sowie dynamische Bandelektronentheorien zu Beschreibung von Spinfluktuationsystemen (RMn_2) und Interpretation der Ergebnisse dieser Arbeit herangezogen.

(1) Bei der GdMn_2 -Laves-Phase wird unter Druck eine Entkopplung der magnetischen Gd - und Mn -Untergitter beobachtet. Das Mn -Untergitter wird aufgrund der frustrierten magnetischen Momente als Spinfluktuationssystem bezeichnet. Dabei wird das Gd -Untergitter durch das Mn -Untergitter stark beeinflußt wird, was zu einer unterdrückten ferromagnetischen Ordnung der Gd -Momente bei 40 K aufgrund eines gestörten 5d-3d-Austausches führt. Nach der Unterdrückung des Magnetismus des Mn -Untergitters bei 1.2 GPa wächst die Curie-Temperatur des Gd -Untergitters zunächst steil an und zeigt dann einen langsameren Anstieg bis $T_C = 165$ K und 8 GPa. Zusätzlich wird über 1.6 GPa eine charakteristische Veränderung der Mössbauerspektren festgestellt, die auf einen Phasenübergang von der kubischen C15 zur hexagonalen C14-Laves-Phase schließen läßt. Die Verbindungen GdFe_2 und GdAl_2 wurden als Referenzsysteme für magnetische bzw. unmagnetische Gd -Partner Al und Fe untersucht. Der Vergleich Hyperfeinparameter der Gd -Laves Phasen ermöglichte eine detaillierte Diskussion der magnetischen Austauschmechanismen unter Verwendung verschiedener

Modelle des Magnetismus

(2) Die intermetallischen Verbindungen des Typs R_2PdSi_3 mit $\text{R} = \text{Eu, Gd}$ (Platzverhältnis $\text{R1:R2} = 1:3$) zeichnen sich durch einen komplexen Magnetismus der beiden inäquivalenten R -Plätze aus. Ungewöhnlich ist die Beobachtung, daß der Minoritätsplatz (Eu1) in Eu_2PdSi_3 eine höhere (ferromagnetische) Ordnungstemperatur 40 K als der antiferromagnetische Eu2 -Platz mit 10.8 K zeigt. Simultan zur magnetischen Ordnung des Eu2 -Untergitters wird eine Spinreorientierung der Eu2 -Momente von der c-Achse in die Ebene senkrecht zur c-Achse beobachtet. Mithilfe von Molekularfeldmodellen und kritischen Exponenten konnte gezeigt werden, daß der Magnetismus des Eu1 -Untergitters einen quasi-eindimensionalen und der des Eu2 -Untergitter einen dreidimensionalen Charakter hat.

(3) Die orthorhombische Verbindung $\text{Gd}_2\text{BaNiO}_5$ gehört wie Y_2BaNiO_5 zu einer Kristallstruktur, die aufgrund der isolierten Ni-O-Ni Ketten als Paradebeispiel für einen eindimensionalen Heisenberg-Antiferromagneten dient. Dabei führt in $\text{Gd}_2\text{BaNiO}_5$ das große Spinnmoment von Gd zu einem komplexen Magnetismus zwischen den magnetischen Gd - und Ni -Untergittern. Die Ni-O-Ni Ketten ordnen zuerst quasi-eindimensional mit antiferromagnetischen Momenten parallel zur a-Achse. Mit dem Einsetzen der Gd-Ni -Austauschwechselwirkungen beobachtet man eine Spinreorientierung der Gd -Momente und vermutlich auch der Ni -Momente parallel zur b-Achse. Der temperaturabhängige Verlauf des magnetischen Gd -Hyperfeinfeldes kann mit zwei verschiedenen Molekularfeldmodellen beschrieben werden. Die Informationen über die Spinreorientierung wurden aus den Mössbauerspektren mit kombinierten elektrischen und magnetischen Hyperfeinwechselwirkungen und der Berechnung des elektrischen Feldgradienten mit einem Punktladungsmodell gewonnen.

Alle in (1-3) gewonnenen Informationen über komplexe magnetische Wechselwirkungen demonstrieren die Vielseitigkeit der ^{151}Eu - und ^{155}Gd -Mössbauerspektroskopie.