

# Infrarotspektroskopische Untersuchungen der Gitterdynamik von $\text{Eu}(1-x)\text{Y}(x)\text{MnO}_3$

Franziska Fuchs

## Abstract:

Als Multiferroika werden Materialien bezeichnet, bei denen gleichzeitig Magnetismus, Polarisation und/oder Piezoelektrizität auftreten können, und diese Eigenschaften sich zudem gegenseitig auch beeinflussen. So kann zum Beispiel die Ferroelektrizität durch die magnetische Ordnung induziert werden und umgekehrt (Anwendungsmöglichkeit z.B. als elektrisch beschreibbare magnetische Speicher).

Ein Materialsystem mit multiferroischen Eigenschaften sind die Manganate  $\text{RMnO}_3$  ( $R$ =Seltenerd-Element), die in Perowskitstruktur kristallisieren. In der Manganat-Systemklasse sind die magnetischen Phasendiagramme meist sehr komplex und detailreich.

Zusätzlich zu den stöchiometrischen Manganaten zeigt auch  $\text{Eu}(1-x)\text{Y}(x)\text{MnO}_3$  multiferroische Eigenschaften. Hier wird  $\text{Y}(3+)$  in reines  $\text{EuMnO}_3$  eingebracht und ersetzt teilweise  $\text{Eu}(3+)$ -Ionen. Durch den variablen Yttriumanteil lassen sich gezielt die Kristallparameter Bindungslängen, -winkel und reduzierte Masse einstellen.

Ein grundlegendes Verständnis dieses Systems steht allerdings noch aus. Unter anderem wurde bisher die Rolle der Kristallgitterschwingungen noch nicht eingehend erforscht. Aus diesem Grund wurden in dieser Arbeit die infrarotaktiven Gitteranregungen in orthorhombischem  $\text{Eu}(1-x)\text{Y}(x)\text{MnO}_3$  ( $0 \leq x \leq 0,5$ ) bei Raumtemperatur untersucht. Desweiteren bietet dieses Mischsystem durch die Variation des Yttriumgehalts eine Vergleichsmöglichkeit mit der Serie von stöchiometrischen Seltenerd-Manganaten ( $\text{RMnO}_3$  mit  $R=\text{Eu}, \text{Gd}, \text{Tb}$ ), die schon ausführlicher erforscht sind.

Es wurde eine Verschiebung der Phononen mit Änderung des Yttrium-Gehalts beobachtet. Im  $\text{Eu}(1-x)\text{Y}(x)\text{MnO}_3$ -System werden generell die Frequenzen der Gitterschwingungen mit steigendem Yttrium-Anteil größer. Dabei ist die relative Verschiebung der Moden mit kleineren Frequenzen stärker als die der höherfrequenten Moden. Außerdem ist die Verschiebung der Resonanzfrequenzen der beiden untersuchten Kristallachsen unterschiedlich ausgeprägt.

Begleitet wird die Teilsubstitution von  $\text{Eu}(3+)$  durch  $\text{Y}(3+)$  durch Unordnung, die sich allerdings hauptsächlich auf die Gitterplätze der Seltenerd-Ionen beziehungsweise Y-Ionen beschränkt. Daher ändern sich in der phononischen Struktur nicht nur die Oszillatorfrequenzen, sondern es kommt auch zu einer Verschiebung von spektralem Gewicht. Das für das multiferroische Verhalten maßgebliche  $\text{MnO}_6$ -Subsystem bleibt von der Unordnung weitestgehend unberührt.

Insgesamt sind Auswirkungen auf die phononische Struktur in  $\text{Eu}(1-x)\text{Y}(x)\text{MnO}_3$  vergleichbar mit den Änderungen innerhalb der Reihe der stöchiometrischen Seltenerd-Manganate.

Im  $\text{Eu}(1-x)\text{Y}(x)\text{MnO}_3$ -System zeigen sich die multiferroischen Eigenschaften erst bei Temperaturen  $T < 30\text{K}$  und Y-Gehalt  $x \geq 0,2$ . Daher wurde auch der Einsatz eines Kryostats geplant und vorbereitet, um das System bei tiefen Temperaturen zu untersuchen.