
Polare Eigenschaften nichtmetallischer Skyrmionen–Systeme

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

Dr. rer. nat.

eingereicht an der

Mathematisch-Naturwissenschaftlich-Technischen Fakultät

der Universität Augsburg

von

Eugen Ruff



Lehrstuhl für Experimentalphysik V
Institut für Physik
Universität Augsburg

Augsburg, November 2016

Erstgutachter: Prof. Dr. Alois Loidl
Zweitgutachter: Prof. Dr. Manfred Albrecht
Tag der mündlichen Prüfung: 26.01.2017

Berichte aus der Physik

Eugen Ruff

**Polare Eigenschaften nichtmetallischer
Skyrmionen-Systeme**

Shaker Verlag
Aachen 2017

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Augsburg, Univ., Diss., 2017

Copyright Shaker Verlag 2017

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-5170-4

ISSN 0945-0963

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Theoretische Grundlagen	5
2.1. Dielektrische Spektroskopie	5
2.1.1. Dielektrika im elektrischen Feld	5
2.1.2. Polarisationsmechanismen	6
2.1.3. Dielektrische Relaxation	8
2.1.4. Leitfähigkeitsbeiträge	14
2.1.5. Maxwell–Wagner Polarisation	17
2.1.6. Ersatzschaltbildanalyse	18
2.2. Magnetismus	21
2.2.1. Kollektiver Magnetismus	22
2.2.2. Austauschwechselwirkung	23
2.2.3. Domänen und Hysterese	24
2.2.4. Magnetische Skyrmionen	26
2.3. Ferroelektrizität	29
2.3.1. Kanonische Ferroelektrika	30
2.3.2. Ferroelektrika durch Landungsordnung	31
2.3.3. Ferroelektrizität durch Spinordnung	32
2.4. Multiferroika und magnetoelektrische Kopplung	35
3. Experimentelle Details	39
3.1. Breitbandige dielektrische Spektroskopie	39
3.1.1. Messgrößen	39
3.1.2. Probenkontaktierung	42
3.1.3. Messtechniken	42
3.2. Pyro- und Magnetostrømmessung	46
3.2.1. Der pyroelektrische Effekt	47
3.2.2. Die elektrische Polarisation	48
4. Magnetoelektrische Effekte im Skyrmion–Material Cu_2OSeO_3	49
4.1. Der isolierende helikale Magnet Cu_2OSeO_3	49
4.2. Magnetische Eigenschaften	52
4.3. Polare Eigenschaften	55

4.4. Magnetfeldabhängige dielektrische Messungen	59
4.5. Phasendiagramm und Polungsmessungen	61
5. Polare Skyrmionen im Lacunar–Spinell GaV_4S_8	67
5.1. Das Lacunar–Spinell System GaV_4S_8	67
5.2. Multiferroische Eigenschaften mit polaren Skyrmionen in GaV_4S_8 . .	70
5.2.1. Polarisation im Magnetfeld	76
5.2.2. Polare Dynamik am Jahn–Teller Übergang	79
6. Zusammenfassung	87
A. Anhang	93
A.1. Auswertung Pyro- und Magnetrostrom	93
A.2. Hysteresen am Jahn–Teller Übergang in GaV_4S_8	96
A.3. Maxwell–Wagner Relaxation in GaV_4S_8	97
Literaturverzeichnis	99