

Masterarbeit: Instabilität der Fermifläche in RuO₂ Dünnschichten

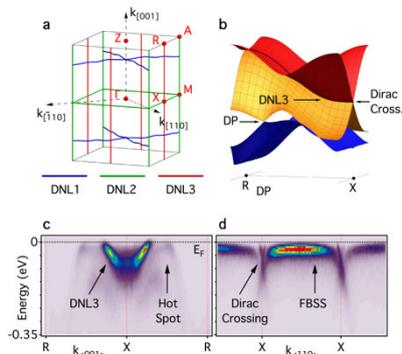


Fig 1: ARPES Messungen an RuO₂ zeigen Dirac Nodal Lines (DNL) und Flat band surface state (FBSS).

RuO₂ ist ein **funktionales Oxid**, das vor allem in der industriellen Katalyse (z.B. dem katalytischen Recycling von Salzsäure), aber auch in neuartigen elektronischen Bauelementen Anwendung findet. Aufgrund seiner speziellen Kristallstruktur und der hohen Spin-Bahn Kopplung seiner Ruthen 4d Elektronen ist RuO₂ ein seltenes **oxydisches Halbmetall** und bildet Dirac-Zustände, sog. „**Dirac Nodal Lines**“ nahe der Fermi-Kante aus.^{1,2} Diese können potenziell zu exotischen elektronischen und magnetischen Eigenschaften, wie Fermiflächen Instabilitäten,³ Spindichte Wellen,⁴ kollinearem Antiferromagnetismus⁵ oder dem Kristall-Hall-Effekt⁶ führen. Außerdem bildet sich an der Oberfläche ein sog. „**Flat Band Surface State**“ aus,² der potenziell eine starke Korrelation der Oberflächenelektronen verursacht und sehr wahrscheinlich direkt an katalytischen Prozessen beteiligt ist.

Um diese interessanten Effekte im Detail studieren zu können, bedarf es Proben mit außerordentlich hoher Qualität. Diese wollen wir mittels der **gepulsten Laserdeposition (PLD)** epitaktisch und mit atomarer Kontrolle der Dicke herstellen. Die Masterarbeit befasst sich zunächst mit der Qualitätskontrolle der Rohmaterialien, d.h. der **spektroskopischen Analyse** des RuO₂ Targets und seiner Laser-Ablationsprodukte (**XPS**). Danach beginnen wir sogleich mit dem epitaktischen Wachstum von RuO₂ Dünnschichten und deren Charakterisierung (**RHEED, LEED, XPS**). Wenn alles gut läuft vermessen wir die Proben mit hochauflösendem **STM** oder **ARPES**, oder nehmen sie sogar an ein internationales Synchrotron um dort z.B. **ARPES, RIXS** oder **XMCD** vermessen. Zum Verständnis der Daten erstellen wir **einfache mathematische Modelle**.

Literatur:

1. Sun, Y., Zhang, Y., Liu, C.-X., Felser, C. & Yan, B. Dirac nodal lines and induced spin Hall effect in metallic rutile oxides. *Phys. Rev. B* **95**, 235104 (2017).
2. Jovic, V. *et al.* Dirac nodal lines and flat-band surface state in the functional oxide RuO₂. *Phys. Rev. B* **98**, 241101 (2018).
3. Ahn, K., Hariki, A., Lee, K. & Kuneš, J. Antiferromagnetism in RuO₂ as d-wave Pomeranchuk instability. **2**, (2019).
4. Berlijn, T. *et al.* Itinerant Antiferromagnetism in RuO₂. *Phys. Rev. Lett.* **118**, 077201 (2017).
5. Zhu, Z. H. *et al.* Anomalous Antiferromagnetism in Metallic RuO₂ Determined by Resonant X-ray Scattering. *Phys. Rev. Lett.* **122**, 017202 (2019).
6. Šmejkal, L., González-Hernández, R., Jungwirth, T. & Sinova, J. Crystal Hall effect in Collinear Antiferromagnets. 1–10 (2019).

Bei Interesse oder Fragen bitte E-Mail an:

Dr. Simon Moser (EP4), simon.moser@physik.uni-wuerzburg.de, Physikgebäude Raum F171