

# Analoge Modelle von relativistischen Teilchen in 2-dimensionalen bichromatischen optischen Gittern

(Master–Arbeit)

Nikodem Szpak & Ralf Schützhold

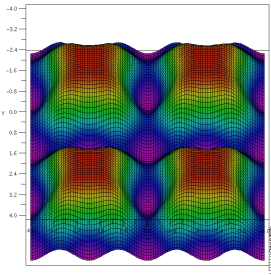
15. Februar 2017

## Zusammenfassung

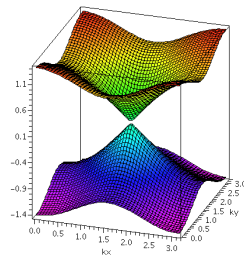
In einem 1-dimensionalen bichromatischen optischen Gitter lässt sich ein analoges Modell der 1+1-dimensionalen Dirac–Gleichung realisieren [1, 2]. Erregungen von ultra-kalten fermionischen Atomen verhalten sich dann wie pseudo-relativistische Teilchen und Antiteilchen mit der Dispersionsrelation  $E \approx \pm\sqrt{p^2 + m^2}$ . Ziel dieser Arbeit wäre es, diese Konstruktion auf 2-dimensionale bichromatische optische Gitter mit quadratischer und hexagonaler Symmetrie zu verallgemeinern und auch eine pseudo-relativistische Dispersionsrelation  $E \approx \pm\sqrt{\vec{p}^2 + m^2}$  zu erhalten. Weiterhin, soll die Kopplung an ein effektives elektromagnetisches Vektorpotential  $A_\mu = (\phi, \vec{A})$  sowie an eine effektive Metrik  $g_{ij}$  untersucht werden [3], die zu

$$E \approx \pm\sqrt{g^{ij}(p_i - A_i)(p_j - A_j) + m^2} + \phi$$

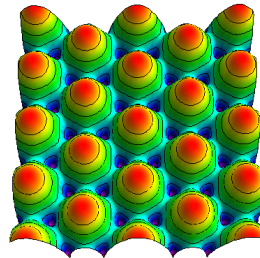
führen soll. Schließlich, sollen dynamische Effekte, wie Ausbreitung der Wellen oder Paarerzeugung, studiert werden.



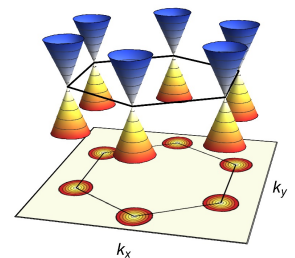
(a) Square lattice



(b) Dispersion relation



(c) Hexagonal lattice



(d) Dispersion relation

## Literatur

- [1] N. Szpak and R. Schützhold. Quantum simulator for the Schwinger effect with atoms in bi-chromatic optical lattices. *Phys. Rev. A*, 84:050101(R), 2011.
- [2] N. Szpak and R. Schützhold. Optical lattice quantum simulator for qed in strong external fields: spontaneous pair creation and the Sauter–Schwinger effect. *New J. Phys.*, 14:035001, 2012.
- [3] T. Stegmann and N. Szpak. Current flow paths in deformed graphene: from quantum transport to classical trajectories in curved space. *New Journal of Physics*, 18(5):053016, 2016.