

## Der Aharonov-Bohm Effekt

In der klassischen Elektrodynamik werden das Vektorpotential  $\mathbf{A}$  und das skalare Potential  $\varphi$  zunächst als Hilfsgrößen ohne direkte physikalische Bedeutung eingeführt. Addiert man zu diesen Potentialen geeignete Eichfelder behalten die Maxwellgleichungen ihre ursprüngliche Form.

1959 sagten Aharonov und Bohm einen nach ihnen benannten Effekt voraus, welcher später experimentell verifiziert werden konnte. Bei dem Effekt geht es um die Phasenverschiebung des Interferenzbildes eines an einem Doppelspalt gebeugten Elektronenstrahls durch den magnetischen Fluß in einer langen dünnen Spule hinter dem Doppelspalt. Das Magnetfeld  $\mathbf{B}$  außerhalb der Spule kann beliebig klein sein, das Potential  $\mathbf{A}$  verschwindet jedoch nicht. Die Phasenverschiebung lässt sich als Wegintegral längs einer geschlossenen Kurve über das Vektorpotential ausdrücken, das mit Hilfe des Stokesschen Satzes mit dem magnetischen Fluss durch die Spule identifiziert werden kann.

Der Aharonov-Bohm Effekt ist ein quantenmechanisches Effekt, da in der klassischen Physik dem Elektron Teilchencharakter zugesprochen wird.

In diesem Vortrag soll zunächst der Effekt in seiner ursprünglichen Form erklärt werden. Um das Verständnis zu vertiefen, können noch diverse andere Anordnungen, welche in ähnlicher Weise zu einer Phasenverschiebung führen, dargestellt werden.

Dabei soll natürlich besonders auf die Eichbedingungen eingegangen werden. Gerade diese sind allerdings ein Streitpunkt, welcher sich anhand der Diskussion verschiedener Autoren darstellen lässt. Im besonderen soll die Frage, ob es sich bei der Phasenverschiebung um einen im klassischen Limes  $\hbar \rightarrow 0$  noch beobachtbaren Effekt handelt, diskutiert werden, vergleiche [2] und [3].

Dieser Vortrag reicht über die klassische Physik hinaus und stellt eine interessante Verbindung zur Quantenmechanik her, der Effekt ist aber schon im Rahmen der klassischen Elektrodynamik betrachtenswert.

## Literatur

- [1] Y. Aharonov, D. Bohm, Significance of Electromagnetic Potentials in the Quantum Theory, Phys. Rev. **115**, 485–491 (1959)
- [2] R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands, The Feynman Lectures on Physics, Addison-Wesley, Reading Mass., 1964
- [3] T. H. Boyer, Misinterpretation of the Aharonov-Bohm Effect, Am. J. Phys. **40**, 56–59 (1972)
- [4] M. Danos, The quantum mechanics of the electrical transformer, Am. J. Phys. **50**, 64–66 (1982)
- [5] D. Home, S. Sengupta, A critical re-examination of the Aharonov-Bohm effect, Am. J. Phys. **51**, 942–946 (1983)
- [6] B. R. Holstein, Variations of the Aharonov-Bohm effect, Am. J. Phys. **59**, 1080–1085 (1991)
- [7] J. Hamilton, Aharonov-Bohm and other Cyclic Phenomena, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1997