

Optische Solitonen

Eine solitäre Welle, kurz Soliton, besteht aus einem Wellenberg, der mit konstanter Geschwindigkeit propagiert ohne dabei sein Form zu ändern. Erstmals wurde 1834 die Beobachtung eines Solitons von Russell in Schottland dokumentiert.

1895 wurde von Korteweg und deVries (KdV) eine Bewegungsgleichung für Wellen in flachem Wasser aufgestellt. Die KdV-Gleichung ist eine nichtlineare partielle Differentialgleichung, die Wellenausbreitung in einem dispersiven Medium beschreibt. Eine wichtige Lösungsklasse sind Solitonen, welche man systematisch mit der Methode der inversen Streuung finden kann. Diese Methode lässt sich auch auf die nichtlineare Schrödingergleichung (NSG) anwenden, die u.a. die Ausbreitung optischer Solitonen beschreibt. Optische Solitonen entstehen infolge eines Wettbewerbs von Nichtlinearität (durch den nichtlinear von der Intensität des Feldes abhängenden Brechungsindex, optischer Kerr-Effekt) und der Dispersion der Gruppengeschwindigkeit.

In diesem Vortrag soll zunächst der Begriff des Solitons auf anschaulichem Niveau qualitativ erläutert werden, die Methode der inversen Streuung soll eher eine Nebenrolle spielen. Danach sollen die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in Medien mit Dispersion und Kerr-Effekt und die Bedingungen für das Entstehen von optischen Solitonen aus solitären Pulsen und die Stabilität von Solitonen diskutiert werden.

Abschließend soll auf die Anwendungen in der Lichtleitertechnik zur optischen Kommunikation eingegangen (dispersion management) und auf Vor- und Nachteile dieses Verfahrens hingewiesen werden (Gordon-Haus-Effekt).

Man findet zu diesem Thema einige Übersichtsartikel in den von der Universität zugänglichen Online-Medien.

Literatur

- [1] F. Mitschke, M. Böhm, Solitonen in Glasfasern, Phys. Bl. **56**, 25–30 (2000).
- [2] O. Darrigol, The Spirited Horse, the Engineer, and the Mathematician: Water Waves in Nineteenth-Century Hydrodynamics, Arch. Hist. Exact Sci. **58**, 21–95 (2003).
- [3] A.D.D. Craik, The origins of water wave theory, Ann. Rev. Fluid Mech. **36**, 1–28 (2004).
- [4] J. Gratton, R. Delellis, An elementary introduction to solitons, Am. J. Phys. **57**, 683–687 (1989)
- [5] H.A. Haus, W.S. Wong, Solitons in optical communications, Rev. Mod. Phys. **68**, 423–443 (1996)
- [6] F.X. Kärntner, Optische Solitonen, Grundlagen und Anwendungen, Physik in unserer Zeit **26**, 152–161 (1995)