

Ordnung aus Chaos und Unordnung

BENNO LIEBCHEN | PETER SCHMELCHER

Dieses Dokument ist eine Ergänzung zum Artikel „Teilchendynamik fern vom Gleichgewicht“ in **Physik in unserer Zeit**, 45. Jahrgang 2014, Nr. 4, S. 191.

Ordnung hat zwei Gegenspieler: Chaos und Unordnung. Chaos ist durch den schnellen Zerfall des Anfangszustandes eines physikalischen Systems gekennzeichnet. Das findet seinen Ausdruck im berühmten Schmetterlingseffekt, den Edward Lorenz bildhaft in der berühmt gewordenen Frage zusammenfasste: Kann der Flügelschlag eines Schmetterlings in Brasilien einige Zeit später einen Tornado in Texas auslösen? Unordnung als zweiter Gegenspieler erscheint zum Beispiel in Form von Störstellen in einer periodischen Struktur, etwa ein Kristall oder ein Lichtgitter.

Entsprechend überraschend ist es, dass die Kombination von Chaos und Unordnung wieder zu Ordnung führen kann. Zu diesem Ergebnis kamen Computersimulationen von Teilchen, die sich durch ein geschütteltes periodisches Gitter bewegen, das über einen bestimmten Bereich zufällig verteilte Störstellen enthielt [1]. Erreicht hierbei ein chaotisches Teilchen eine Störstelle, kann es mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit in eine reguläre Insel des Phasenraumes des zugrundeliegenden störstellenfreien Gitters springen (vergleiche Abbildung 4 im Artikel). In diesem Fall bewegt es sich regulär weiter – und zwar mindestens solange bis es auf eine weitere Störstelle trifft. Dort bleibt es mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit regulär und springt alternativ in den chaotischen See zurück.

Liegen die Störstellen nur in einem räumlich begrenzten Bereich vor, bleiben Teilchen, die diesen Bereich verlassen, regulär. Tatsächlich zeigt sich, dass bei geeigneter Störstellenstärke und -häufigkeit ein anfänglich chaotisches Ensemble von Teilchen fast vollständig regulär werden kann. Die hohe Effizienz dieser Umwandlung hat ihre Ursache vorwiegend in der Tatsache, dass reguläre Teilchen im Vergleich zu chaotischen Teilchen schneller große Strecken zurücklegen (vergleiche Abbildung 3 im Artikel). Entsprechend verlassen sie mit vergleichsweise hoher Rate den Störstellenbereich und bleiben regulär. Chaotische Teilchen treffen dagegen in der Regel so oft auf Störstellen bis sie regulär werden.

Literatur

[1] T. Wulf, B. Liebchen, P. Schmelcher, 2013, arxiv 1308.6093 (accepted for publication in Phys. Rev. Lett.)