Mit aktiven Teilchen Quantenmechanik verstehen

geschrieben von Andreas Potthoff | 14. März 2023

Physiker entdecken unerwartete Verbindung zwischen aktiven Teilchen und quantenmechanischen Systemen / Studie in „Nature Communications“

Die Untersuchung von aktiven Teilchen ist eines der am schnellsten wachsenden Teilgebiete der Physik. Als aktive Teilchen bezeichnen Physikerinnen und Physiker Objekte, die sich durch einen internen Antrieb von alleine fortbewegen. Dazu zählen Lebewesen wie schwimmende Bakterien und Fische, fliegende Vögel oder herumlaufende Menschen, aber auch künstliche Nanoroboter, die zum Beispiel für den Medikamententransport im Körper eingesetzt werden können. Insbesondere interessieren sich die Fachleute für das Verhalten von Systemen aus vielen aktiven Teilchen, um hierdurch beispielsweise Vogelschwärme, Biofilme oder Menschenansammlungen zu verstehen. Die Physiker Dr. Michael te Vrugt, Tobias Frohoff-Hülsmann, Prof. Dr. Uwe Thiele und Prof. Dr. Raphael Wittkowski vom Institut für Theoretische Physik der Westfälischen Wilhelms-Universität (WWU) Münster haben nun in Zusammenarbeit mit Prof. Dr. Eyal Heifetz von der Universität Tel Aviv (Israel) ein neues Modell („active model I+“) für die Dynamik von Systemen aus vielen aktiven Teilchen entwickelt. Die Studie ist in der Fachzeitschrift „Nature Communications“ veröffentlicht.

„Dieses Modell beschreibt insbesondere Teilchen, auf die nur

geringe Reibungskräfte wirken, ein bislang nur wenig untersuchter Fall“, erklärt Erstautor Michael te Vrugt. Hierbei hat das Team festgestellt, dass dieses Modell für bestimmte Parameterwerte genauso aussieht wie die Schrödingergleichung. Die Schrödingergleichung ist die Grundgleichung der Quantenmechanik, welche das Verhalten von extrem kleinen Teilchen wie Elektronen oder Protonen beschreibt. Durch diese Analogie ist es möglich, in aktiven Systemen Analogien zu aus der Quantenmechanik bekannten Effekten zu finden. Die Physiker untersuchten in der aktuellen Arbeit zum einen den Tunneleffekt und zum anderen dunkle Materie.

Der Tunneleffekt ist ein quantenmechanisches Phänomen, bei dem ein Teilchen durch eine Barriere hindurchdringt („tunnelt“), obwohl es dafür eigentlich zu wenig Energie hat. Dieser Effekt spielt eine Rolle beim radioaktiven Zerfall, ist aber auch beispielsweise für den Speichervorgang in USB-Sticks wichtig. Die Autoren konnten nun zeigen, dass sich die Dichteverteilung von aktiven Teilchen, die mit einem Laserstrahl beleuchtet werden, in etwa wie die Wahrscheinlichkeitsverteilung eines quantenmechanischen Teilchens beim Tunneleffekt verhält.

Dunkle Materie ist eine Form von Materie, die nicht mit sichtbarem Licht wechselwirkt und deren Zusammensetzung bislang nicht verstanden ist, von deren Existenz man aber aus einer Vielzahl astronomischer Beobachtungen weiß. In der Studie wies das Team nun durch einen Vergleich der entsprechenden mathematischen Modelle nach, dass sich elektrisch geladene aktive Teilchen ähnlich wie dunkle Materie verhalten. „Dies eröffnet eine Möglichkeit, kosmologische Strukturbildungsprozesse im Labor nachzustellen“, kommentiert Raphael Wittkowski.

Finanzierung

Die Promotionen von Michael te Vrugt und Tobias Frohoff-Hülsmann wurden durch die Studienstiftung des deutschen Volkes

unterstützt. Die Arbeitsgruppe Wittkowski erhält finanzielle Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, Project-ID 433682494 – SFB 1459).

Originalpublikation

M. te Vrugt, T. Frohoff-Hülsmann, E. Heifetz, U. Thiele, R. Wittkowski (2023). From a microscopic inertial active matter model to the Schrödinger equation. *Nature Communications* 14, 1302; DOI: 10.1038/s41467-022-35635-1

Links:

- Originalveröffentlichung in “Nature Communications”
<https://doi.org/10.1038/s41467-022-35635-1>
 - AG Wittkowski an der WWU
<https://www.uni-muenster.de/Physik.TP/research/wittkowski/>
 - AG Thiele an der WWU
<https://www.uni-muenster.de/Physik.TP/research/thiele/>
 - AG Heifetz an der Universität Tel Aviv
<https://eyalheifetz.weebly.com/>
-

Quelle: Pressemitteilung / Pressestelle der Universität Münster (upm)