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)

Millionenförderung für Physiker der Universität Münster

geschrieben von Andreas Potthoff | 14. März 2023

Wissenschaftler der Kern- und Teilchenphysik erhalten 3,3 Millionen Euro durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung

Wissenschaftler der Institute für Kernphysik und für Theoretische Physik an der Westfälischen Wilhelms-Universität (WWU) Münster erhalten vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) eine Förderung in Höhe von 3,3 Millionen Euro. Damit unterstützt das Ministerium in den kommenden drei Jahren verschiedene Arbeiten zur Erforschung der Grundbausteine der Materie und des Universums, die die Forscherteams in Großprojekten an Teilchenbeschleunigern durchführen.

Wissenschaftler der beteiligten Gruppen bereiten Experimente für die neue Großforschungseinrichtung „FAIR“ (Facility for Antiproton and Ion Research) vor, wo zukünftig auch Experimente mit Antimateriestrahlen durchgeführt werden. Am Europäischen Forschungszentrum CERN in Genf experimentieren Wissenschaftler am dortigen Teilchenbeschleuniger „Large Hadron Collider“ (LHC). Hierfür werden an der WWU theoretische Vorhersagen für neue Teilchen und Präzisionsrechnungen durchgeführt.

Die münsterschen Physiker hatten für ihre Forschung der

vergangenen zweieinhalb Jahre bereits 2,2 Millionen Euro vom BMBF erhalten. Die Zuwendung für die einzelnen Projekte wurde nun in der aktuellen Förderphase erhöht. Außerdem beinhaltet die aktuelle Förderung im Rahmen des „Aktionsplan ErUM-Pro“ ein zusätzliches Projekt. Ziel ist es, Kindern und Jugendlichen über den Austausch mit jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern Einblicke in Forschungsthemen der Physik zu geben. So möchten die Münsteraner das Interesse für die Wissenschaft fördern und Nachwuchs für die Grundlagenforschung an Großgeräten gewinnen.

Mit „ErUM-Pro“ fördert das BMBF die Vernetzung von Hochschulen mit innovativen Großgeräten, an denen Deutschland beteiligt ist. Es unterstützt beispielsweise Projekte mit Teleskopen, Röntgenlasern und Teilchenbeschleunigern. Das BMBF bindet die Hochschulen zudem in die Weiterentwicklung der Forschungsinfrastrukturen ein, um neue Ideen, Technologien und Anwendungen zu fördern.

Links:

- Forschungsschwerpunkt Teilchenphysik an der WWU:
https://www.uni-muenster.de/Physik/research/particle_physics/

Quelle: Pressemitteilung / Pressestelle der Universität Münster (upm)

Teilchenphysik: Vortrag: Supersymmetry and Grand Unification, Lecture 1-10 (Leonard Susskind, 2012, engl.)

geschrieben von Andreas Potthoff | 14. März 2023

Zehnteiliger Videovortrag über die Quantenmechanik von Leonard Susskind.

- Modern Physics: Supersymmetry & Grand Unification Model, Lecture 1-10 (Leonard Susskind)
 - Prof. Leonard Susskind
 - Stanford University, USA
 - Englische Sprache, 2012
-

Teilchenphysik: Vortrag: New Revolutions in Particle Physics: Basic Concepts, Lecture 1-10 (Leonard Susskind, 2010, engl.)

geschrieben von Andreas Potthoff | 14. März 2023

Zehnteiliger Videovortrag über Teilchenphysik von Leonard Susskind.

- Modern Physics: New Revolutions in Particle Physics: Basic Concepts, Lecture 1-10 (Leonard Susskind)
 - Prof. Leonard Susskind
 - Stanford University, USA
 - Englische Sprache, 2010
-

Teilchenphysik: Vortrag: New Revolutions in Particle Physics: Standard Model, Lecture 1-10 (Leonard Susskind, 2010, engl.)

geschrieben von Andreas Potthoff | 14. März 2023

Zehnteiliger Videovortrag über Teilchenphysik von Leonard Susskind.

- Modern Physics: New Revolutions in Particle Physics: Standard Model, Lecture 1-10 (Leonard Susskind)
- Prof. Leonard Susskind
- Stanford University, USA
- Englische Sprache, 2010