

Pressemitteilung

Universität Innsbruck

Dr. Christian Flatz

26.10.2023

<http://idw-online.de/de/news822853>

Forschungsergebnisse, Wissenschaftliche Publikationen
Physik / Astronomie
überregional



Wechselwirkende Polaronen

Die komplexen Vorgänge in Festkörpern werden in der Physik oft mit Quasiteilchen beschrieben. In ultrakalten Quantengasen können diese Quasiteilchen nachgebaut und untersucht werden. Nun haben Innsbrucker Wissenschaftler um Rudolf Grimm erstmals im Experiment beobachten können, wie Fermi-Polaronen – eine spezielle Art von Quasiteilchen – untereinander wechselwirken können. Sie berichten darüber in der Fachzeitschrift Nature Physics.

Bewegt sich ein Elektron durch einen Festkörper, erzeugt es aufgrund seiner elektrischen Ladung in seiner Umgebung eine Polarisierung. Der russische Physiker Lew Landau hat in seinen theoretischen Überlegungen die Beschreibung solcher Teilchen um deren Wechselwirkung mit der Umgebung erweitert und von Quasiteilchen gesprochen. Vor über zehn Jahren war es dem Team um Rudolf Grimm vom Institut für Quantenoptik und Quanteninformation (IQOQI) der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (ÖAW) und dem Institut für Experimentalphysik der Universität Innsbruck erstmals gelungen, solche Quasiteilchen in einem Quantengas sowohl bei attraktiver als auch repulsiver Wechselwirkung mit der Umgebung zu erzeugen. Dazu nutzen die Wissenschaftler ein ultrakaltes Quantengas aus Lithium- und Kaliumatomen in einer Vakuumkammer. Mit Hilfe von magnetischen Feldern kontrollieren sie die Wechselwirkungen zwischen den Teilchen und mit Hochfrequenzpulsen drängen sie die Kaliumatome in einen Zustand, in dem diese die sie umgebenden Lithiumatome anziehen oder abstoßen. So simulieren die Forscher einen komplexen Zustand, wie er im Festkörper durch ein freies Elektron erzeugt wird.

Einblicke in die Materie

Nun konnten die Wissenschaftler um Rudolf Grimm in dem Quantengas mehrere solche Quasiteilchen gleichzeitig erzeugen und deren Wechselwirkung untereinander beobachten. „In einer naiven Vorstellung würde man davon ausgehen, dass sich Polaronen immer anziehen, egal ob ihre Wechselwirkung mit der Umgebung attraktiv oder repulsiv ist“, sagt der Experimentalphysiker. „Dem ist aber nicht so. Attraktive Wechselwirkung sehen wir immer bei bosonischen Polaronen, repulsive Wechselwirkung bei fermionischen Polaronen. Hier spielt die Quantenstatistik eine entscheidende Rolle.“ Die Forscher konnten diese Verhaltensweise, die sich im Prinzip schon als Konsequenz aus Landaus Theorie ergibt, nun erstmals in einem Experiment nachweisen. Die theoretischen Berechnungen dafür haben Kollegen aus Mexiko, Spanien und Dänemark geleistet. „Für die Umsetzung im Labor war hohe Experimentierkunst gefordert“, erläutert Cosetta Baroni, die Erstautorin der Studie, „denn kleinste Abweichungen hätten die Messungen bereits verfälschen können.“

„Solche Untersuchungen liefern uns Einblicke in ganz grundsätzliche Mechanismen der Natur und bieten uns sehr gute Möglichkeiten, diese im Detail zu untersuchen“, zeigt sich ERC- und Wittgenstein-Preisträger Rudolf Grimm begeistert. Die Ergebnisse wurden nun in der Fachzeitschrift Nature Physics veröffentlicht. Finanziell gefördert wurden die Forschung von der Europäischen Union.

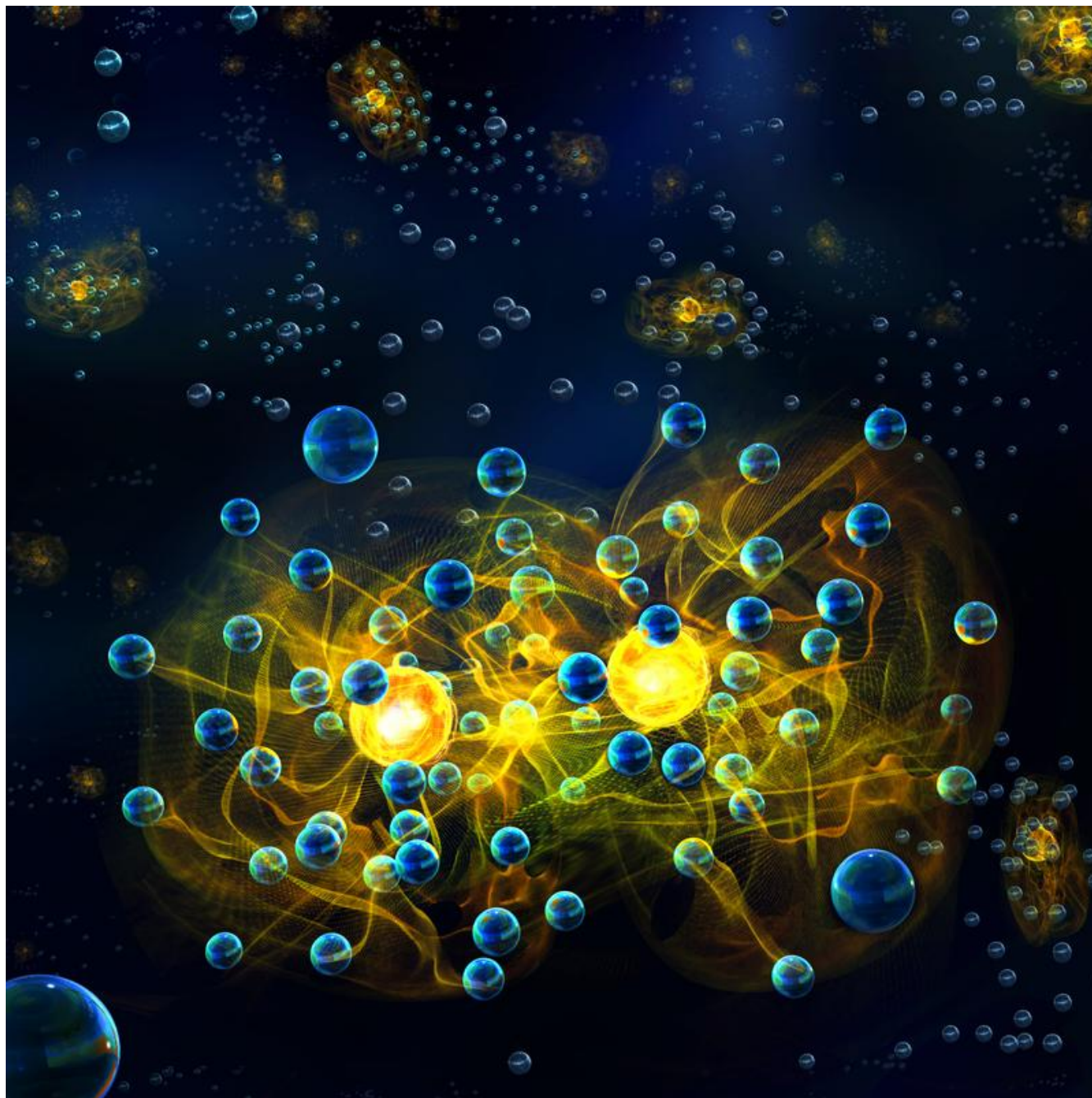
wissenschaftliche Ansprechpartner:

Rudolf Grimm

Institut für Experimentalphysik
Universität Innsbruck
Tel.: +43 512 507-52410
E-Mail: rudolf.grimm@uibk.ac.at
Web: <https://www.ultracold.at>

Originalpublikation:

Mediated interactions between Fermi polarons and the role of impurity quantum statistics. Cosetta Baroni, Bo Huang, Isabella Fritsche, Erich Dobler, Gregor Anich, Emil Kirilov, Rudolf Grimm, Miguel A. Bastarrachea-Magnani, Pietro Massignan, Georg Bruun. Nature Physics 2023 DOI: <https://www.nature.com/articles/s41567-023-02248-4> arXiv: <https://arxiv.org/abs/2305.04915>



Kaliumatome (gelb) umgeben von Lithiumatomen (blau) bilden Polaronen, die miteinander wechselwirken.
Harald Ritsch
IQOQI Innsbruck