

Wenn Teilchen aneinander haften

• 08. March 2018

Gesetz der Teilchendynamik granularer Gase präzisiert.

Die kinetische Energie von Teilchen in granularen Gasen, etwa Staubwolken, kann temporär steigen, obwohl dem System stetig Energie entzogen wird. Das konnte jetzt ein internationales Forscherteam erstmals zeigen. Die Wissenschaftler präzisieren damit das vor 35 Jahren formulierte haffsche Gesetz, nach dem die granulare Temperatur in geschlossenen Systemen stetig abnimmt. Granulare Gase sind Systeme, die in geringer Dichte makroskopische Teilchen enthalten. Beispiele sind kosmischer Staub, die Planetenringe um Saturn, Uranus und Neptun, aber auch aufgewirbelte irdische Staubwolken.



Abb. Künstlerische Darstellung eines granularen Gases. (Bild: T. Pöschel, FAU)

Sie lassen sich wie molekulare Gase, etwa Helium, beschreiben – mit einem wichtigen Unterschied: Granulare Partikel kollidieren nicht elastisch miteinander. „In isolierten granularen Gasen ohne externe Energiezufuhr nimmt die Bewegungsenergie der Teilchen aufgrund der Zusammenstöße stetig ab, deshalb sinkt auch die granulare Temperatur“, erklärt Thorsten Pöschel von der Uni Erlangen-Nürnberg. „Dieses Kühlgesetz ist seit 1983 bekannt und eine der zentralen Erkenntnisse der Kinetik granularer Gase.“

Das haffsche Gesetz der granularen Kühlung lässt jedoch einen Aspekt unberücksichtigt: Insbesondere in Systemen mit sehr kleinen Teilchen im Mikrometerbereich kommt es durch verschiedene Kräfte, beispielsweise durch Oberflächenadhäsion oder elektrostatische Ladungen zu Zusammenhaftungen der Partikel. „Aufgrund dieser Aggregationen wachsen die Teilchen und verändern ihre Eigenschaften. Zugleich sinkt ihre Zahl im System und damit auch die Zahl der Freiheitsgrade für die Teilchenbewegung“, sagt Pöschel. „Unsere Vermutung war, dass sich dadurch temporär die granulare Temperatur erhöhen kann, obwohl bei jedem Stoß mechanische Energie verloren geht.“

Genau diesen kontraintuitiven Effekt konnten Pöschel und seine Kollegen in aufwändigen Simulationen nachweisen. Dafür haben die Forscher etablierte Methoden angewandt und weiterentwickelt, etwa die analytische Mathematik für die Kinetik der Gaseigenschaften und die Monte-Carlo-Simulation. „Mit einem neuartigen System kinetischer Gleichungen und entsprechender Skalierungslösungen ist es uns erstmals gelungen, die Dynamik der Teilchenaggregation in granularen Gasen zuverlässig abzubilden“, so Pöschel. „Wir haben das haffsche Gesetz keinesfalls revidiert, aber einen wichtigen Effekt nachgewiesen, der bislang unberücksichtigt blieb.“ Die Ergebnisse der Wissenschaftler könnten dabei helfen, die grundlegenden Eigenschaften granularer Gase besser zu verstehen – sei es bei irdischen Effekten wie der Rußagglomeration in Rauchgasen oder bei astrophysikalischen Phänomenen wie kosmischem Staub in planetaren Ringen.

FAU / RK

Weitere Infos

- Originalveröffentlichung
[N. V. Brilliantov, A. Formella & T. Pöschel: Increasing temperature of cooling granular gases, Nat. Commun. 9, 797 \(2018\); DOI: 10.1038/s41467-017-02803-7](#)
- [Multiscale Simulation of Particulate Systems \(T. Pöschel\), Dept. Chemie- und Bioingenieurwesen, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg](#)

Verwandte Beiträge

- [Klein klebt besser](#)
 - [In den Kreißaal der Kometen geschaut](#)
 - [Quanten mit Erinnerungsvermögen](#)
-

Copyright 2001 - 2018