

Startseite » Physik »

Dämonisches Prinzip: Apparat verwandelt Information in Energie

15.11.2010 |

DÄMONISCHES PRINZIP

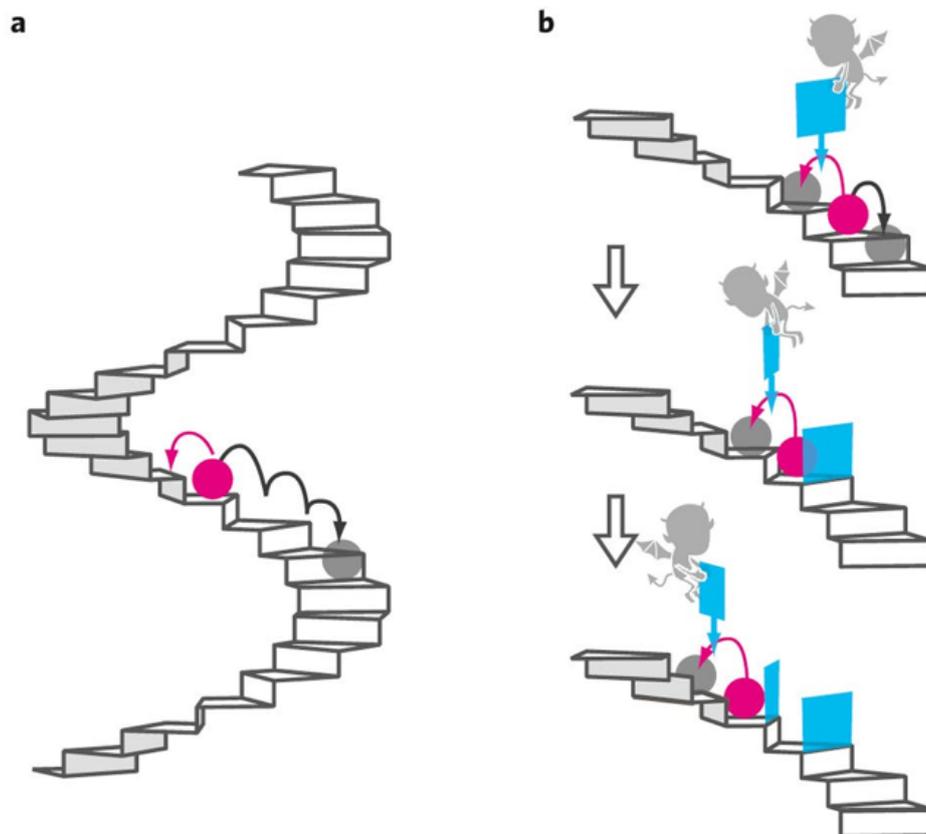
Apparat verwandelt Information in Energie



© NATURE PHYSICS (AUSSCHNITT)

Forscher haben einen Apparat Wirklichkeit werden lassen, der bislang hauptsächlich als Gedankenexperiment existierte. Denn das Gerät, das Physiker um Masaki Sano von der Universität Tokio entwickelten, erlaubt es, Information in Energie umzuwandeln. Ein winziges Kugelchen bewegt sich darin eine "energetische Treppe" hoch, wobei als einziger Antrieb die Kenntnis der Experimentatoren über seine aktuelle Bewegungsrichtung dient. Der Trick bestand darin, nach jedem zufälligen Sprung treppauf den Rückweg zu blockieren.

Allerdings verwendeten die Forscher dazu keine Treppe im eigentlichen Sinn. Sie erlaubten es dem wenige Nanometer großen Kügelchen lediglich, um eine Achse zu rotieren. Sich selbst überlassen, würde es – angetrieben von zufälligen Stößen der Moleküle der umgebenden Lösung – mal in die eine, mal in die andere Richtung rotieren. Nun erschwerten die Wissenschaftler aber mit Hilfe einer elektrischen Spannung Drehungen gegen den Uhrzeigersinn und formten so die "energetische Treppe": Die Kugel bewegte sich auf ihr bevorzugt im Uhrzeigersinn ("treppab"). Sich gegen den Uhrzeigersinn ("treppauf") zu bewegen, kostete hingegen Energie.



© NATURE PHYSICS (AUSSCHNITT)

Treppenlaufen mit Dämon | Die Grafik veranschaulicht das Prinzip hinter Sanos Apparat: Sich selbst überlassen (a) springt die Kugel mal nach oben und mal nach unten, in der Regel jedoch treppab. Weiß

man jedoch um die Richtung des aktuellen Sprungs (b), kann man immer wieder den Rückweg blockieren und so die Kugel treppauf springen lassen.

Beobachteten die Wissenschaftler nun eine zufällige Drehung gegen den Uhrzeigersinn, manipulierten sie das elektrische Feld kurzfristig so, dass eine erneute Umkehr der Drehrichtung weniger wahrscheinlich wurde. Über einen längeren Zeitraum gesehen rotierte das Kügelchen daher in die eigentlich energieaufwändigere Richtung, ohne dass ihm dazu von Außen Energie zugeführt wurde.

Der Versuchsaufbau folgt einem 1929 von Léo Szilárd erfundenen Gedankenexperiment: Ein allwissender Dämon, so vermutete der deutsch-ungarisch-amerikanische Physiker, kann scheinbar gegen den Zweiten Hauptsatz der Thermodynamik verstoßen, dem zufolge man ein System nicht in einen Zustand höherer Ordnung bringen kann, ohne ihm Energie zuzuführen. Dazu müsste der Dämon Teilchen eines Gases nach ihrer Geschwindigkeit sortieren, indem er die Tür zwischen zwei gasgefüllten Kammern so öffnet und schließt, dass in der einen am Ende die schnellen und der anderen die langsamen versammelt sind. Dadurch würde die Kammer mit den schnellen Teilchen wärmer und die mit den langsamen kälter.

Der vermeintliche Widerspruch gegen die Gesetze der Thermodynamik hatte seinerzeit für eine Vielzahl von Diskussionen gesorgt. Schließlich zeigte sich aber, dass Energie auch mit Hilfe von Information übertragen werden kann – genau so, wie es nun die Gruppe um Sano

experimentell vormachte: Schließlich sei keine Energie aus dem Nichts geschaffen worden, erklären die Forscher. Stattdessen sei ein Teil der Energie, die sie zum Betrieb ihrer Geräte und Gehirne aufwendeten, in das System mit der Kugel transferiert worden.

Im Jahr 1997 hatte Christopher Jarzynski von der University of Maryland in College Park berechnet, wie hoch der Energiebetrag theoretisch werden kann, der aus einer Informationseinheit gewonnen wird. Jarzynskis Formel sei nun durch die Experimente bestätigt worden, berichten Sano und Kollegen. Die Effizienz ihrer Umwandlung beziffern sie auf 28 Prozent. (jd)

QUELLEN LEXIKA
