TELEPOLIS

TELEPOLIS SPECIAL 02/2007

Kosmologie

home politik

wissenschaft

weltraum technik zukunftsenergien bio-technik intelligente systeme bildung

kultur medien magazin



ktuell

Eine gefühlte Elite-Uni und der harte Boden der Realität

UN-Abkommen gegen Verschleppungen verabschiedet Tritt Deutschland in den

Krieg ein?

Kosovo: Roadmap in die

ethnische Separation

Die maßgeschneiderte Demokratie Vorschläge für eine Reform des demokratischen Systems

News
Know-How
Praxis
Referenzen
Hilfe-Foren

heise /

Netze

Gesetzestreue Dämonen

Matthias Gräbner 01.02.2007

Auch die Teufel des Herrn Maxwell schaffen kein Perpetuum Mobile

Gelänge es, auf Mikroebene heiße und kalte Moleküle voneinander zu trennen, würde der zweite Hauptsatz der Thermodynamik ausgehebelt – und man könnte doch noch ein Perpetuum Mobile bauen. Den für diese Aufgabe in einem Gedankenexperiment auserkorenen Maxwellschen Dämon haben Forscher jetzt im Labor nachgebaut.

ĕ down[oad

Energiemangel? So ein Unsinn. Dass wir nicht zu wenig Energie haben, zeigt uns schon der viel beschworene Klimawandel: Die Durchschnittstemperaturen von Ozeanen und Atmosphäre steigen Jahr für Jahr. Das Problem ist nur, dass diese Energie dem Menschen nicht in wirklich nutzbarer Form zur Verfügung steht. Der der zweite Hauptsatz der Thermodynamik verhindert, dass wir unsere Häuser einfach mit der überschüssigen Wärme aus der Luft heizen können.



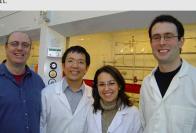
Der Rotaxan-Dämon bei der Arbeit (Bild: Peter Macdonald / Edmonds UK)

"Es gibt keine periodisch arbeitende Maschine, die nichts weiteres leistet als die Abkühlung eines Körpers und das Anheben einer Last.", lautet eine unschuldig klingende Formulierung des zweiten Hauptsatzes. Eine solche Maschine wäre ein en Perpetuum Mobile zweiter Art. Anders ausgedrückt: die vollständige Umwandlung von Arbeit in Wärme ist nicht reversibel. Das Wörtchen "vollständig" ist in diesem Fall wichtig: Natürlich kann man auch Wärme wieder in Arbeit verwandeln, etwa im Kühlschrank. Die Effektivität dieses Vorgangs wird allerdings nie 100 Prozent erreichen, das heißt, man muss zusätzliche Energie aufwenden. Wie man an der Stromrechnung leider deutlich merkt.

Nun ist der zweite Hauptsatz allerdings ein Erfahrungssatz. Er wird in der Thermodynamik nicht aus bestimmten Grundannahmen hergeleitet und begründet, er ist einfach da. Genauso wie der Energieerhaltungssatz beflügelte er damit über die Jahrhunderte immer wieder die Fantasie seriöser und weniger seriöser Forscher. Der schottische Physiker James Maxwell etwa erdachte ein Gedankenexperiment, bei dem ein winziges Wesen Moleküle sortiert. In einem Behälter bewegt dieses – später Maxwellischer Dämon genannte – Wesen eine Trennwand derart, dass sich auf der einen Seite die schnellen (heißen) Moleküle sammeln, auf der anderen die langsamen (kalten).

Was die Perpetuum-Mobile-Bauer besonders anregte, ist die Tatsache, dass damals kein Grund denkbar war, warum sich der zweite Hauptsatz auf diese Weise nicht umgehen lassen sollte. Maxwell, dem Erfinder des Dämons, reichte die Erklärung, dass dieses thermodynamische Gesetz eben statistischer Natur ist. Lässt man die Trennwand ständig offen, gibt es (bei geringer Molekülzahl) sogar eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, dass sich die schnellen Moleküle zufällig von selbst auf einer Seite sammeln. In der aktuellen Ausgabe des Wissenschaftsmagazins en Nature widmen sich vier Wissenschaftler aus Maxwells Heimat, von der University of Edinburgh, dem Problem von einer anderen Seite. Ihre en Fragestellung lautet: "Wie lässt sich der Informationstransfer zwischen Teilchen und Dämon am besten bewerkstelligen?"

Die Maxwellsche Maschine baute das schottische Forscherteam kuzerhand im molekularen Maßstab nach. Es besteht aus einem ringförmigen Molekul, das sich entlang einer Molekulkette bewegen kann - die gesamte Konstruktion nennt man auch er Rotaxan. Das Ringmolekül findet auf seinem Träger an verschiedenen Stellen Rezeptoren. Im thermodynamischen Gleichgewicht lassen sich mit bestimmter Wahrscheinlichkeit an bestimmten Rezeptoren Ringmoleküle ausfindig machen. Durch Bestrahlung des Rotaxans mit Photonen gelang es nun, das System aus dem Gleichgewichtszustand herauszutreiben. Das Licht wirkt dabei auf eine Art Tor, das es mehr oder weniger öffnet beziehungsweise schließt – es bekommt also die Funktion des Maxwellschen Dämons, der die (Ring-)Moleküle sortiert



Das Forscherteam im Labor, von links: Professor Dave Leigh, Dr. Chin-Fa Lee. Dr. Viviana Serreli and Dr. Euan Kav

Doch auch hier lässt sich der zweite Hauptsatz der Thermodynamik letztlich nicht umgehen: Selbst wenn sich alle Schwächen des Experiments kurieren ließen, folgern die Autoren der Arbeit, bleibt immer noch ein chemischer Prozess übrig, bei dem Energie in Wärme umgewandelt wird. Auch der Wunderdämon kann also keine nutzbare Energie aus dem Nichts erzeugen.

Artikel-URL: http://www.heise.de/tp/r4/artikel/24/24558/1.html