

03/15/2012

<http://idw-online.de/en/news468180>Research results
Electrical engineering
transregional, national

Erste experimentelle Bestimmung des Energieverbrauchs zum Schreiben eines Bits

Beim Schreiben oder Löschen eines Bits an Informationen in einem Computer wird zwangsläufig eine minimale Energie in Form von Wärme an die Umgebung abgegeben (Landauer-Prinzip [1]). Diese Wärme ist nach unten beschränkt. Ihr Grenzwert wird durch die Menge der gelöschten Information und die Temperatur der Umgebung bestimmt. Durch diese vor fünfzig Jahren formulierte Hypothese etablierte Rolf Landauer von IBM eine fundamentale Beziehung zwischen Informationstheorie und Thermodynamik.

Beim Schreiben oder Löschen eines Bits an Informationen in einem Computer wird zwangsläufig eine minimale Energie in Form von Wärme an die Umgebung abgegeben (Landauer-Prinzip [1]). Diese Wärme ist nach unten beschränkt. Ihr Grenzwert wird durch die Menge der gelöschten Information und die Temperatur der Umgebung bestimmt. Durch diese vor fünfzig Jahren formulierte Hypothese etablierte Rolf Landauer von IBM eine fundamentale Beziehung zwischen Informationstheorie und Thermodynamik. Mit einem Experiment bestätigten Forscher des Physik-Labors der Ecole Normale Supérieure in Lyon (CNRS / ENS Lyon / Universität Claude Bernard Lyon 1), in Zusammenarbeit mit einer Forschergruppe der Universität Augsburg nun zum ersten Mal Landauers Vorhersagen und bewiesen, dass diese untere Grenze tatsächlich erreicht werden kann. Ihre Arbeit wurde am 8. März 2012 in der Zeitschrift Nature veröffentlicht.

Um das Phänomen genau messen zu können, haben die Forscher einen Aufbau entwickelt, der vollkommen stabil und unempfindlich gegenüber externen Störungen ist. Die Forscher nutzten für ihr Experiment eine Silizium-Kugel von 2 Mikrometern, die die Rolle des Informations-Bits übernahm. Diese schwimmt in einer Flüssigkeit und wird über einen extrem gebündelten Laserstrahl fixiert. Eine zweite optische Falle wurde anschließend direkt neben die erste positioniert, so dass die Kugel zwei verschiedene Punkte einnehmen konnte, genau wie ein Bit den Wert 0 oder 1 annehmen kann. Dann erzeugten die Forscher eine Strömung in der Flüssigkeit, mit der sich die Kugel von rechts nach links bewegen musste (so wie auch ein Bit „gezwungen“ werden kann, den Wert 1 anzunehmen). Da den Forschern die genaue Position des Teilchens sowie die Strömungsgeschwindigkeit der Flüssigkeit und ihre Viskosität bekannt war, konnten die Forscher genau die notwendige Energiemenge messen, die durchschnittlich aufgewendet werden muss, um die Kugel von rechts nach links zu bewegen. Dadurch haben sie festgestellt, dass bei sehr langsamen Strömungsgeschwindigkeiten diese minimale Energie genau der Landauer-Grenze entspricht.

Auch wenn das Ergebnis keine unmittelbaren Auswirkungen auf den Bereich der Informatik hat (unsere Computer sind noch weit davon entfernt, an der Landauer-Grenze zu funktionieren), so könnte doch die Nanotechnologie in naher Zukunft davon profitieren. Die Energie, die von einem System auf Nanometer-Ebene verbraucht wird, ist tatsächlich mit der vergleichbar, die von den Forschern gemessen wurde - ein wichtiger Parameter, der bei der Entwicklung von effizienten Miniatur-Maschinen mit hohem Wirkungsgrad berücksichtigt werden muss.

[1] Das Landauer-Prinzip ist eine Hypothese und besagt, dass das Löschen eines Bits an Information zwangsläufig die Abgabe einer Energie von $W = kT \ln 2$ in Form von Wärme an die Umgebung bedeutet. T ist dabei die absolute Temperatur der Umgebung und k die Boltzmann-Konstante

Quelle:

- Pressemitteilung des CNRS - 08.03.2012 - <http://www2.cnrs.fr/presse/communique/2513.htm>

Redakteur: Charles Collet, charles.collet@diplomatie.gouv.fr