

## Er läuft und läuft und läuft ...: NIM-Physiker erfinden den kleinsten Elektromotor der Welt

Im Prinzip ganz einfach: ein Starter- und ein Motor-Atom in einem Laserlicht-Ring - und dann noch etwas Feintuning, damit es immer in die richtige Richtung geht.

Die Arbeitsgruppe des theoretischen Physikers Prof. Peter Hänggi an der Universität Augsburg hat in der renommierten Fachzeitschrift *Physical Review Letters* das Konzept für einen minimalen Elektromotor publiziert, der mit nur zwei Atomen auskommt.

Der gewöhnliche Elektromotor basiert darauf, dass mit elektrischer Energie mechanische Arbeit verrichtet wird. Hänggi und seine Ko-Autoren Dr. Alexey Ponomarev und Dr. Sergey Denisov haben dies

Prinzip nun in die Nanowelt, sogar auf die Ebene einzelner Atome übertragen. „Da auf dieser Ebene nicht die Gesetze der klassischen Physik regieren, sondern die der Quantenmechanik, ist hier die Umsetzung elektrischer Energie in mechanische Arbeit eine keineswegs triviale Herausforderung“, betont Hänggi. Dieser Herausforderung haben sich die drei Physiker gestellt.

Sie konzipierten einen magnetisch angetriebenen Atom-Quantenmotor, indem sie zunächst zwei Atome - ein Motor-Atom und ein Starter-Atom - in einem Laserlicht-Ring „gefangen“ haben. Zum Motor wird diese Konstruktion, wenn Motor- und Starter-Atom aufeinandertreffen,

dadurch in elektromagnetische Wechselwirkung treten und das Starter- dem Motor-Atom einen „Kick“ versetzt.

„Da wir uns hier in einer Welt ohne Reibung bewegen, ist es entscheidend, dem sozusagen kickgestarteten Motor-Atom nun eine bestimmte Richtung vorzugeben, damit dieser Motor auch Arbeit gegen eine äußere Kraft verrichten kann“, erläutert Hänggi. Damit das Motor-Atom „auf Kurs“ bleibt bzw. immer wieder in die „richtige“ Richtung umkehrt, bedarf es einer spezifischen, fein abgestimmten Wahl äußerer elektrodynamischer Kräfte. „Dieses ‚Tuning‘, das ein falsches Wenden des Motor-Atoms im Ring verhindert, ist das Entscheidende“, betont Hänggi. Er hat auch einen Fachbegriff dafür parat: Symmetriebrechung“.

Apropos Tuning: Was diesen kleinsten Motor der Welt allen anderen überlegen macht: „Er läuft beim Abschalten des elektromagnetischen Antriebs einfach munter weiter, da es in seiner auf zwei Atome beschränkten Quantenwelt keine Reibung gibt, die ihn stoppen würde.“

## It runs and runs and runs ...: NIM physicists invent the smallest electric motor world-wide

The principle is easy: one starter and one motor atom in a ring of laser light - and a bit of fine tuning, in order to keep moving into the right direction.

The research group around the theoretical physicist Prof. Peter Hänggi from the University of Augsburg has invented a concept for the minimal version of an electric motor, which runs on merely two atoms. The study has recently been published in the renowned scientific journal *Physical Review Letters*.

An ordinary electric motor is based on the principle that mechanical work is done by electrical energy. Hänggi and his

co-authors Dr. Alexey Ponomarev and Dr. Sergey Denisov have now transferred this principle into the nano world, even to the level of single atoms. „Since on this level not the laws of classical physics, but those of quantum mechanics are applicable, the conversion of electric energy into mechanical work is not a trivial challenge,“ Hänggi stresses. The three physicists have now met this challenge. They designed a magnetically driven atomic quantum motor by first “catching” two atoms in a ring of laser light - one motor and one starter atom. This construction becomes a motor when motor and starter atom meet, then interact via electro-magnetic forces, which results in the starter atom giving the motor atom a “kick”.

“Since there is no friction in this world, it is crucial to determine a moving direction for the motor once it has been kicked off, in order to enable it to perform work against an outer force”, explains Hänggi. To keep the motor atom on its course, specifically tuned external electro-dynamic forces are required. “This ‘tuning’, which avoids a false turn-over of the motor atom in the ring, is the crux”, emphasizes Hänggi. He even has a technical term for it: “breaking of symmetry”.

Speaking of tuning: What makes this smallest motor of the world superior to other motors: “After switching off the electro-magnetic drive, it simply keeps on running, because there is no braking friction in its quantum world, consisting of only two atoms.”



### Veröffentlichung Publication

„ac-Driven Atomic Quantum Motor“, A. V. Ponomarev, S. Denisov, and P. Hänggi., *Phys. Rev. Lett.* 102, 230601 (2009)