

Wie lange schwingt eine Stimmgabel?

Für die Konstruktion mikromechanischer Bauteile ist die mechanische Dämpfung der Schwingungen eine essenzielle Größe. Doch bisher war es nicht möglich, Dämpfungen vorauszuberechnen, die durch die Aufhängung der Mechanik verursacht werden

Musikinstrumente sind die bekanntesten Beispiele für Resonatoren. Die mechanischen Schwingungen etwa einer Gitarrensaite verursachen akustische Schwingungen, die wir als Ton hören. Die Reinheit des Klangs ist eng verknüpft mit dem Rückgang der Schwingungsamplitude durch die mechanische Dämpfung. Zur Beschreibung der mechanischen Verluste nutzen die Wissenschaftler den Qualitätsfaktor Q , der die Anzahl der Schwingungen beschreibt, bis die Amplitude der Schwingung auf einen Bruchteil des Ausgangswertes abgeklungen ist. Je größer der Q -Faktor, desto reiner klingt der Ton und umso länger schwingt das System. Auch in der Mikroelektronik gewinnen mechanische Resonatoren zunehmend an Bedeutung. Die Grundlagenforschung nutzt mikromechanische Resonatoren zur Entwicklung hochempfindlicher biologischer Sensoren, quantenelektronischer und optomechanischer Bauteile. Hierbei sind extrem reine Schwingungen erwünscht, um bestimmte Signale herauszufiltern oder kleinste Frequenzverschiebungen zu messen.

Allerdings war es selbst bei einfachen Geometrien bisher nahezu unmöglich, den erreichbaren Gütefaktor Q vorauszuberechnen. Diese Hürde hat ein Forscherteam von Physikern der TUM und der Universität Wien überwunden. Mit ihrem Berechnungsverfahren auf Basis der Finite-Elemente-Methode können die Wissenschaftler die designbedingte Dämpfung nahezu beliebiger Resonatorgeometrien vorausberechnen. „So wie man eine Lichtwelle auch als Teilchen beschreiben kann, können sich mechanische Schwingungen wie Teilchen verhalten, die Phononen. Wir berechnen nun, wie die von der Schwingung des Resonators ausgehenden Phononen in den Träger des Resonators abstrahlen“, erklärt Dr. Garrett Cole aus Wien. „Damit schaffen wir die Möglichkeit, diese Probleme berechnen zu können. Das ist ein Durchbruch für die gezielte Konstruktion solcher Bauteile.“

Link

einrichtungen.physik.tu-muenchen.de/T34/

Die Idee geht zurück auf eine frühere Arbeit von Dr. Ignacio Wilson-Rae, Physiker an der Technischen Universität München und Mitglied des Exzellenzclusters Nanosystems Initiative Munich (NIM). In enger Zusammenarbeit haben die Teams in Garching und Wien nun eine einfache numerische Lösung entwickelt, die die Berechnung der mechanischen Verluste auf einem Standard-PC ermöglicht. Die Vorhersagekraft des numerischen „ Q -Solver“ setzt dem gegenwärtigen Rätselfratat und Herumprobieren bei der Gestaltung von mechanischen Resonatoren ein Ende. Besonders stolz sind die Physiker darauf, dass ihr Verfahren maßstabsunabhängig ist und so auf eine breite Palette von Szenarien angewandt werden kann, von nanoskaligen Bauteilen bis hin zu makroskopischen Systemen. □

Mit einer neuen Methode können Wissenschaftler die mechanische Dämpfung von Schwingungen – hier eines Resonators – messen

