

Pressedienst Wissenschaft

8. März 2011

„Quantenmechaniker“ lösen ein klassisches Problem:

Wie lange schwingt eine Stimmgabel?

Sowohl für die Akustik von Musikinstrumenten als auch 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. Einem Team aus Physikern der Technischen Universität München (TUM) und der Universität Wien ist es nun gelungen, eine Berechnungsmethode zu entwickeln, mit der dies möglich ist. Ihre Ergebnisse präsentiert das Online-Journal *Nature Communications* in seiner aktuellen Ausgabe.

Musikinstrumente sind die bekanntesten Beispiele für Resonatoren. Die mechanischen Schwingungen der Klangstäbe eines Xylophons oder 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, bis der Ton durch die mechanischen Verluste verstummt.

Auch in der Mikroelektronik gewinnen mechanische Resonatoren zunehmend an Bedeutung. Sie werden eingesetzt als Filterelemente in drahtlosen Kommunikationssystemen oder als Timing-Oszillatoren für kommerzielle Elektronik. Die aktuelle 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.

Für viele dieser Anwendungen ist es notwendig, die mechanischen Verluste zu minimieren. Allerdings war es selbst bei einfachen Geometrien bisher nahezu unmöglich, den erreichbaren Gütefaktor Q vorauszuberechnen. Diese Hürde hat nun ein Forscherteam aus Garching und Wien überwunden. Mit ihrem neuen Berechnungsverfahren auf Basis der Finite-Elemente-Methode können sie nun die designbedingte Dämpfung nahezu beliebiger Resonatorgeometrien vorausberechnen. „So wie man eine Lichtwelle auch als Teilchen beschreiben kann, das sogenannte Photon, können sich auch mechanische Schwingungen

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München www.tum.de

Name	Funktion	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22778	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 10510	battenberg@zv.tum.de

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, Senior Researcher in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Markus Aspelmeyer am Vienna Center for Quantum Science and Technology (VCQ) der Universität Wien. „Damit schaffen wir die Möglichkeit, diese Probleme berechnen zu können. Das ist ein Durchbruch für die gezielte Konstruktion solcher Bauteile.“

Die Idee geht zurück auf eine frühere Arbeit von 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 Rätselraten 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.

Die Arbeiten wurden unterstützt aus Mitteln der Europäischen Kommission (Marie Curie Stipendium für G. D. Cole, Projekte MINOS, IQOS, QUESSANCE), dem European Research Council (ERC StG QOM), dem Österreichischen Wissenschaftsfonds (Projekte START, L426; SFB Foundations and Applications of Quantum Science, FoQuS; Doktorandenprogramm Complex Quantum Systems, CoQuS), der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (Cluster of Excellence Nanosystems Initiative Munich, NIM). Die Herstellung der Resonatoren erfolgte im Zentrum für Mikro- und Nanostrukturen (ZMNS) der Technischen Universität Wien.

Originalpublikation:

Phonon-tunnelling dissipation in mechanical resonators,
Garrett D. Cole, Ignacio Wilson-Rae, Katharina Werbach, Michael R. Vanner, Markus Aspelmeyer, Nature Communications, 8 March, 2011, DOI: 10.1038/ncomms1212
Link: <http://www.nature.com/ncomms/index.html> (erscheint nach Ablauf der Sperrfrist)

Bild eines Mikroresonators:

<http://medienportal.univie.ac.at/presse/aktuelle-pressemeldungen/detailansicht/artikel/bild-download-resonator/>

Kontakt:

Dr. Ignacio Wilson-Rae
Technische Universität München
Physik-Department, T 34
James-Franck-Str. 1, 85748 Garching, Germany
Tel.: +49 89 289 12381 – Fax: +49 89 289 12638
E-Mail: ignacio.wilson-rae@ph.tum.de – Internet: <http://users.physik.tu-muenchen.de/ignacio/>

Dr. Garrett Cole
Vienna Center for Quantum Science and Technology (VCQ)
Universität Wien, Fakultät für Physik
Boltzmannngasse 5, 1090 Wien, Austria
Tel.: +43 1 4277 72535 – Fax: +43 1 4277 9512
E-Mail: garrett.cole@univie.ac.at – Internet: <http://aspelmeyer.quantum.at>

Die **Technische Universität München (TUM)** ist mit rund 460 Professorinnen und Professoren, 7.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern (einschließlich Klinikum rechts der Isar) und 26.000 Studierenden eine der führenden technischen Universitäten Europas. Ihre Schwerpunktfelder sind die Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Lebenswissenschaften, Medizin und Wirtschaftswissenschaften. Nach zahlreichen Auszeichnungen wurde sie 2006 vom Wissenschaftsrat und der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Exzellenzuniversität gewählt. Das weltweite Netzwerk der TUM umfasst auch eine Dependence in Singapur. Die TUM ist dem Leitbild einer unternehmerischen Universität verpflichtet.

Technische Universität München Corporate Communications Center 80290 München www.tum.de

Name	Funktion	Telefon	E-Mail
Dr. Ulrich Marsch	Sprecher des Präsidenten	+49 89 289 22778	marsch@zv.tum.de
Dr. Andreas Battenberg	PR-Referent Campus Garching	+49 89 289 10510	battenberg@zv.tum.de