



**Schattenblick → INFOPOOL → NATURWISSENSCHAFTEN → PHYSIK**

**FORSCHUNG/1578: Wenn Physiker sich übers Rauschen freuen (idw)**

Universität Augsburg - 13.03.2019

**Wenn Physiker sich übers Rauschen freuen**

Forscher aus Augsburg und Hannover zeigen in "Nature Physics": Richtig dosiertes Quantenrauschen optimiert unterschwellige Quanteninformati- on.

*Physiker verbinden mit dem Begriff Rauschen in der Regel Probleme wie unspezifische Signale, Störfrequenzen und verringerte Messempfindlichkeit. Doch richtig dosiert kann Rauschen sogar zu neuen, sonst unmöglichen Erkenntnissen führen. Das zeigt eine gemeinsame Studie von Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Peter Hänggi und Prof. Dr. Peter Talkner von der Universität Augsburg (Theoretische Physik) mit der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Rolf Haug von der Universität Hannover (Experimentelle Festkörperphysik). Ihre Ergebnisse präsentieren sie in der aktuellen Ausgabe des Fachjournals "Nature Physics".*

Im Rahmen einer Experiment-Theorie-Zusammenarbeit ist es den Physikern gelungen, mit Hilfe von Rauschen winzige, unterschwellige Signale so zu verstärken, dass sie überhaupt erst detektiert werden können. Ein Beispiel für unterschwellige Signale findet sich bei Nervenzellen. Ruhepotential liegt knapp unter der Schwelle, an der das Aktionspotential ausgelöst und ein Reiz weitergeleitet wird. Oft reicht ein winziger Impuls, um die Schwelle zu überschreiten.

[Inhaltsverzeichnis](#)

[Zur Tagesausgabe](#)

[Nächste Seite](#)

**Wohldosiertes Rauschen führt zum Erfolg**

Neuere Erkenntnisse zeigen, dass dieser Impuls auch aus dem Rauschen heraus kommen kann. Der Fachbegriff hierfür lautet Stochastische Resonanz. Ähnlich der optimalen Anregungsfrequenz beim klassischen Resonanzphänomen gibt es hier eine bestimmte Rausch-Intensität, die das Signal optimal verstärkt. Nicht komplette Stille, sondern wohldosiertes Rauschen führt also zu den besten Messergebnissen.

Mit seiner Gruppe hat Hänggi die Allgemeingültigkeit der zugrundeliegenden Theorie für verschiedene physikalische und biologische Systeme bestätigt. Vor kurzem konnten die Augsburger Physiker sogar für die Welt der Quantenmechanik mit ihren ganz eigenen Gesetzen Fälle von Stochastischer Resonanz aufzeigen.

**Experimente in der Quantenwelt**

Ihre außergewöhnlichen theoretischen Ergebnisse hat das Team jetzt mit Hilfe Haugs und dessen Hannoveraner Arbeitsgruppe durch Experimente belegen können. Ein prominentes Beispiel der Quantenphysik ist das "Quantentunneln", bei dem ein Teilchen eine Barriere überwindet ohne die dazu klassisch notwendige Energie aufzubringen. Mit Hilfe eines Einzelelektronen-Tunneltransistors konnten sie zeigen, wie sich die Phänomene der Stochastischen Resonanz auf das zeitaufgelöste Quantentunneln von einzelnen Elektronen auswirken.

Die Gesetze der Quantenmechanik machen sich erst bei sehr tiefen Temperaturen bemerkbar, bei denen die thermische Bewegung und damit das thermische Rauschen eingefroren sind. Ent-

sprechend führten die Physiker ihre Versuche nahe am absoluten Temperatur-Nullpunkt durch und machten sich das der Quantenmechanik inhärente Rauschen zu Nutze. Dazu legten sie an einen Quantenpunkt an eine nur wenige Nanometer große dreidimensionale Struktur, also eine minimale Gatterspannung an. Diese modulierten sie zeitlich periodisch und konnten somit verschiedene Rausch-Intensitäten generieren.

**Elektronen tunneln im Takt**

Im Normalfall fluktuiert die Anzahl der Elektronen, die auf einen Quantenpunkt tunneln und ihn wieder verlassen. Bei einer bestimmten Rausch-Intensität wurde diese Varianz jedoch signifikant unterdrückt. Das Verhältnis von Varianz zum Mittelwert, der sogenannte Fano-Faktor, sank somit auf ein Minimum. Umgekehrt formuliert entspricht das Ergebnis einem Maximum im Signal-Rausch-Verhältnis, wie man es bei Stochastischer Resonanz außerhalb der Quantenwelt beobachtet.

Doch nicht nur die Anzahl der pro Zeiteinheit tunnelnden Elektronen konnten die Wissenschaftler durch das inhärente Quanten-Rauschen beeinflussen. Auch deren Verweilzeit auf dem Quantenpunkt ließ sich durch die periodische Gatterspannungsmodulation synchronisieren. Dies zeigt sich an charakteristischen Maxima der zeitabhängigen Wahrscheinlichkeitsdichte, mit der Elektronen auf dem Quantenpunkt verweilen. Solch ein Maximum tritt bei ungeraden Vielfachen der halben Triebperiode auf und ist das typische Merkmal einer "Quanten"-Synchronisation.

**Originalpublikation:**

Quantum stochastic resonance in an a.c.-driven single electron

[Vorherige Seite](#)[Nächste Seite](#)

quantum dot.

T. Wagner, P. Talkner, J.C. Bayer, E.P. Rugeramigabo, P. Hänggi, R.J. Haug.

Nature Physics (2019),

[doi.org/10.1038/s41567-018-0412-5](https://doi.org/10.1038/s41567-018-0412-5)

Weitere Informationen unter:

<http://www.nano-initiative-munich.de/en/press/press-releases/meldung/n/happy-about-noise/>

- Englische Version der entsprechenden NIM-Pressemitteilung

Kontaktdaten zum Absender der Pressemitteilung unter:

<http://idw-online.de/de/institution58>

\*

Quelle:

Informationsdienst Wissenschaft e. V. - idw - Pressemitteilung

Universität Augsburg, 13.03.2019

WWW: <http://idw-online.de>

E-Mail: [service@idw-online.de](mailto:service@idw-online.de)

veröffentlicht im Schattenblick zum 15. März 2019

[Inhaltsverzeichnis](#)[Zur Tagesausgabe](#)[Vorherige Seite](#)[Erste Seite](#)