



B / 2009 (212)

12. Oktober 2009

Rauschen bremst Neuronen aus

Max-Planck-Wissenschaftler untersuchen, wie unspezifische Signale die Informationsverarbeitung von Nervenzellen beeinflussen

Ob Geräusche, Gerüche oder Bilder - jegliche Information, die ein Lebewesen erhält, wird von den Sinnesorganen in neuronale Signale umgewandelt. Dabei "feuern" die Nervenzellen kurze elektrische Impulse ab. Eine entscheidende Rolle bei diesem Prozess der Informationsverarbeitung spielt der Einfluss von unspezifischen, zufälligen Signalen, dem so genannten Rauschen. Forscher vom Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften und der École Normale Supérieure Paris haben nun nachgewiesen, dass dieses Rauschen die Aktivität von Neuronen nicht nur fördern, sondern auch hemmen kann. Die Erkenntnisse lassen sich auch auf andere Systeme mit ähnlicher dynamischer Struktur übertragen (Physical Review E of the American Physical Society 80, 031907, 2009)

Max-Planck-Gesellschaft
zur Förderung
der Wissenschaften e.V.
Referat für Presse- und
Öffentlichkeitsarbeit

Hofgartenstraße 8
80539 München

Postfach 10 10 62
80084 München

Tel.: +49 (0)89 2108 - 1276
Fax: +49 (0)89 2108 - 1207
presse@gv.mpg.de
Internet: www.mpg.de

**Leiterin
Wissenschaftskomm.:**
Dr. Christina Beck (-1275)

**Pressesprecherin / Leiterin
Unternehmenskomm.:**
Dr. Felicitas von Aretin (-1227)

Chefin vom Dienst:
Barbara Abrell (-1416)

ISSN 0170-4656

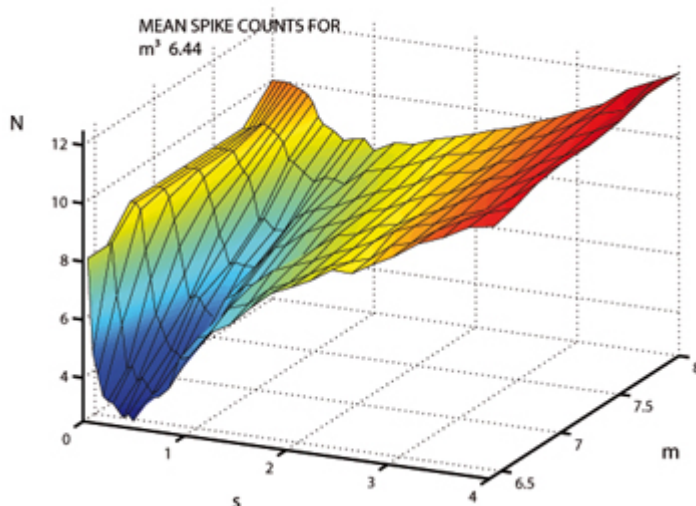


Abb. *Feuerrate eines Neurons in Abhängigkeit von mittlerer Inputstärke und Rauschen: Blau bedeutet eine niedrige, rot eine hohe Feuerrate. Der Einfluss des Rauschens (s) auf die Feuerrate N ist besonders ausgeprägt, wenn die Inputstärke (m) nur geringfügig über der Schwelle liegt, die für das kontinuierliche Feuern eines ungestörten Neurons erforderlich ist. Während eine bestimmte Rauschstärke das Feuern am besten unterdrücken kann, wird es bei starkem Rauschen verstärkt.*

Beim Fernsehen ebenso wie in der Telefonleitung - im täglichen Leben ist Rauschen bei der Informationsübertragung fast immer störend. Bestimmte dynamische Systeme jedoch können von unspezifischen Hintergrundsignalen auch profitieren: Wie sich in jüngerer Zeit herausgestellt hat, kann Rauschen die Aktivität dieser Systeme deutlich verstärken und dadurch einen positiven Effekt auf die Informationsverarbeitung ausüben. Dieser Effekt ist sehr ausgeprägt bei einer bestimmten Rauschstärke und schwächt sich dann wieder ab. Das als Stochastische Resonanz beschriebene Phänomen haben Wissenschaftler in zahlreichen physikalischen und biologischen Systemen beobachtet. Dass aber auch genau das Gegenteil möglich ist, hat nun eine Forschergruppe unter Beteiligung des Max-Planck-Instituts für Mathematik in den Naturwissenschaften gezeigt. Um neuronale Aktivitäten zu modellieren, haben die Forscher die Effekte von Rauschsignalen auf das periodische Feuern in einem nichtlinearen System untersucht. Dabei kamen sie zu dem Ergebnis, dass Rauschen von geringer Stärke die neuronale Aktivität unterdrücken kann, stärkeres Rauschen dagegen zu höherer Aktivität führt. Experimente mit regelmäßig feuernenden Nervenzellen, die einem Rauschsignal ausgesetzt waren, bestätigten die theoretische Voraussage: Bei einem ganz bestimmten Rauschpegel sank die neuronale Aktivität auf ein Minimum ab. Die Wissenschaftler beschrieben das Phänomen als Inversive Stochastische Resonanz.

"Rauschen kann die neuronale Aktivität sowohl in Einzelzellen als auch in Zellnetzwerken unterdrücken oder sogar ganz abschalten", sagen Jürgen Jost und Henry Tuckwell vom Leipziger Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften. Zusammen mit Boris S. Gutkin von der École Normale Supérieure Paris haben sie den Einfluss von Rauschen auf das neuronale Feuern untersucht. Die Forscher verwendeten dazu ein klassisches Modellsystem aus der Neurophysik, das sogenannte Hodgkin-Huxley-Modellneuron. Dieses Modell, das aus einem System von vier einfachen oder partiellen Differentialgleichungen besteht, liefert die theoretische Erklärung für die Aktionspotentiale der Neuronen beziehungsweise das neuronale Feuern. Die Forscher studierten das Verhalten des Neurons in Abhängigkeit von der Stärke des eingegebenen Rauschsignals. Dabei fanden sie heraus, dass kleine Rauschamplituden die Aktivität der Neuronen bis zu einem kritischen Punkt hemmen und sich die Zahl ausgesendeter Signale als Funktion des Rauschpegels auf ein Minimum zu bewegt. Stärkeres Rauschen hingegen führte zum Wiedereinsetzen des neuronalen Feuerns, und das Neuron wurde sogar aktiver als ohne Rauschen.

Simulationen mit unterschiedlichen Anfangsbedingungen oder Variationen des Zeitpunkts, zu dem das Rauschen einsetzte, lieferten ähnliche Ergebnisse. Die Effekte traten nicht nur dann auf, wenn die elektrische Spannung des Neurons durch das Rauschen direkt beeinflusst wurde, sondern auch, wenn das Rauschsignal über eine Synapse von einem anderen Neuron übertragen wurde. "Diese Beobachtungen bestätigen, dass unsere Befunde sehr robust sind und allgemeine Gültigkeit haben", sagt Jürgen Jost. "Sie gelten nicht nur in neuronalen Systemen, sondern auch in anderen Bereichen mit ähnlicher dynamischer Struktur."

[JG / EM]

Originalveröffentlichung:

Henry C. Tuckwell, Jürgen Jost, Boris S. Gutkin
The inhibition and modulation of rhythmic neuronal spiking by noise
Physical Review E of the American Physical Society 80, 031907 (2009)

Kontakt:

Prof. Dr. Jürgen Jost
 Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften, Leipzig
 Tel.: +49 (0) 341 99 59 552
 E-mail: jost@mis.mpg.de

Prof. Dr. Henry C. Tuckwell

Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften, Leipzig

Tel.: +49 (0) 341 99 59 877

E-mail: tuckwell@mis.mpg.de