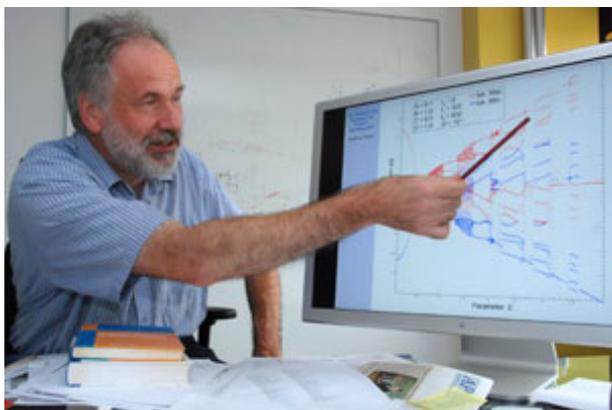


Das Gedächtnis von Hochwasser und Magneten berechnen

Professur Komplexe Systeme und Nichtlineare Dynamik der TU Chemnitz erforscht und erklärt Systeme, die auf weit zurückliegende Ereignisse reagieren - zahlreiche Anknüpfungspunkte für fächerübergreifende Forschung



Prof. Dr. Günter Radons erklärt mit Hilfe eines so genannten Bifurkationsdiagramms, wie sich ein getriebenes magnetisches Pendel bei Veränderung einer Eingangsgröße verhält. Diese Berechnungen sind im Rahmen einer Diplomarbeit entstanden - die Überprüfung in der Praxis ist eine weitere lohnende Forschungsaufgabe.

Foto: Katharina Thehos

Was haben Magnete, Formgedächtnislegierungen, die Arbeitslosigkeit und das Elbehochwasser gemeinsam? Die Ausdehnung von Formgedächtnislegierungen reagiert ähnlich auf Temperaturveränderungen wie die Arbeitslosenquote einer Ökonomie auf Wechselkursschwankungen; die Magnetisierung vieler Materialien wird durch Änderung äußerer Felder ähnlich beeinflusst, wie der Wasserstand der Elbe durch die zeitliche Abfolge von Niederschlagsmengen. "Gemeinsam haben alle diese Systeme eine komplexe Form der Hysterese", fasst Prof. Dr. Günter Radons, Inhaber der Professur Komplexe Systeme und Nichtlineare Dynamik der TU Chemnitz, zusammen. Eine konkrete Konsequenz des hysteretischen Verhaltens besteht darin, dass fast beliebig lang zurückliegende Extremereignisse die aktuelle Reaktion des Systems immer noch beeinflussen. Das heißt etwa für die Hochwasservorhersage, dass man aus der aktuellen Regenmenge keine quantitative Prognose zum Wasserstand machen kann. Vielmehr haben möglicherweise lang vergangene, extrem trockene, genauso wie extrem feuchte Perioden starken Einfluss auf den aktuellen Pegel. Hysteretische Systeme zeichnen sich also durch ein äußerst langes Gedächtnis aus.

"Im Jahr 2001 bin ich durch eine Anfrage des Fraunhofer-Instituts für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU auf das Thema Hysterese aufmerksam geworden", erzählt Radons und ergänzt: "Bisher wurde Hysterese entweder sehr systemspezifisch erforscht, etwa welche Ursache sie bei Magneten hat und wie sie modelliert werden kann, oder es wurden bestimmte mathematische Aspekte der Modelle behandelt. Mit der grundsätzlichen Frage, wie sich Systeme mit hysteretischen Elementen dynamisch verhalten, hat sich noch kaum jemand beschäftigt." Da die nichtlineare Dynamik einen Schwerpunkt seiner Professur ausmacht, fand Radons genau hier den Anknüpfungspunkt für lohnenswerte Forschung. "Viele Leute interessieren sich für die Fragestellung, trotzdem gibt es bisher nur eine Forschergruppe in Irland, die sich mit diesem anspruchsvollen Problem beschäftigt, allerdings unter speziellen mathematischen Gesichtspunkten", so Radons, der das Thema deshalb an seiner Professur aufgriff, wo unter anderem mehrere Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten dazu entstanden. "In Bachelorarbeiten beispielsweise können kleine Teilaufgaben bearbeitet werden und aus den dabei gewonnenen Ergebnissen lässt sich dann ableiten, ob es sich lohnt, den Aspekt weiter zu verfolgen", so Radons.

Untersucht haben die Wissenschaftler das weitest verbreitete und einfachste Modell zur Beschreibung von Hysterese - das so genannte Preisach-Modell. "Von Ingenieuren wird dieses Modell gerne angewendet, aber Physiker haben sich in der Grundlagenforschung noch kaum damit beschäftigt", so Radons. Mit zahlreichen Rechnungen sind die theoretischen Physiker der TU Chemnitz deshalb dem Modell auf den Grund gegangen und können jetzt Erklärungen für bisher nicht verstandene Phänomene liefern. "Uns ist erstmals eine sehr allgemeine quantitative Erfassung und Erklärung des Gedächtniseffektes von hysteretischen Systemen gelungen", berichtet Radons. Die Ergebnisse der Forschung wurden in der Physikzeitschrift "Physical Review Letters" (Phys. Rev. Lett. 100, 240602 (2008)) veröffentlicht. "Physical Review Letters ist das international renommierteste und meist gelesene Journal in der Physik, es ist eine hohe Auszeichnung, wenn man sein Forschungsthema dort platzieren kann", schätzt Radons ein. Arbeiten, die hier publiziert werden, sind für viele Disziplinen interessant und richtungsweisend für weiterführende Forschung, so der TU-Wissenschaftler.

Relevant seien seine Ergebnisse zum Beispiel für andere Physiker - etwa bei der Bestimmung des Verhaltens von nanomagnetischen Materialien -, für Chemiker - unter anderem zur Erklärung bisher nicht verstandener Abläufe in der Katalyse -, für Ingenieure - beispielsweise bei der Auslösung von Umformprozessen -, aber auch für Wirtschaftswissenschaftler und Mathematiker. "Wir haben grundlegende Erkenntnisse gewonnen, die in unterschiedlichen Systemen verschiedene Konsequenzen haben", so Radons. Diese Konsequenzen systemspezifisch zu ergründen, ist nun Aufgabe weiterführender Forschung. "Meine Hoffnung ist, dass sich an der TU Chemnitz interessierte Professoren unterschiedlicher Disziplinen finden, sodass wir eine fakultätsübergreifende Forschergruppe aufbauen können", schaut Radons in die Zukunft.

Der Artikel in den "Physical Review Letters" im Internet: <http://link.aps.org/abstract/PRL/v100/e240602>



Weitere Informationen erteilt Prof. Dr. Günter Radons, Telefon 0371 531-21870, E-Mail radons@physik.tu-chemnitz.de.

08.09.2008