

Theorie der nichtlinearen Resonanzen

Wirkung mathematisch berechnen

Schwache, mehrmals wiederholte Aktionen können gewaltige Reaktionen auslösen. Diese Resonanzen waren auf Grund der ständig wechselnden Rahmenbedingungen bisher nicht im voraus zu berechnen. Am RISC wurde nun eine Theorie der nichtlinearen Resonanzen entwickelt, die in vielen Bereichen angewendet werden kann.

Ein möglicher Anwendungsbe- reich liegt in der Physik, wenn es etwa darum geht, Kraftreso- nanzen zu minimieren. Dies wäre zum Beispiel der Fall, wenn eine riesige Welle sich auf dem Ozean in Richtung Küste bewegt. Um die Welle abzuflachen, wäre es nötig, Unterwasserexplosionen in eine ge- nau – durch Kartashovas Theorie – kalkulierte Richtung durchzuführen. Auch beim plötzlichen Ansteigen des Blutdrucks handelt es sich um nichtlineare Resonanzen, die durch entsprechend berechnete Gegen- maßnahmen entschärft werden könnten.

Energie aus Plasma

In Zusammenarbeit mit der Penn- sylvania State University arbeitet Kartashova daran, Experimente mit Oberflächenwasserwellen zu erklä- ren: In der Plasmaphysik geht es darum, aus Plasma billige Energie zu gewinnen. Zu dem Zwecke wer- den im Plasma Wellen erzeugt, die zugeführte Energie eine Zeitlang halten können, bis sie wieder abge- zogen wird. Durch nichtlineare Reso- nanzen haben die Wellen aber sehr unterschiedliche Amplituden, wodurch das Abziehen der Energie sehr erschwert wird. Der Energie- strahl, der dem Plasma die Energie zuführt, hat in den bisherigen Ex- perimenten eine eher zufällige Aus- richtung gehabt. „Wird diese Rich- tung nur ein bisschen geändert, können die Resonanzen stark redu- ziert werden und die Energieaus- beute stark erhöht werden“, sagt Kartashova. Und die Berechnung, wie der Strahl gerichtet sein muss,



Ein oft zitiertes Beispiel für Resonanzen, die Tacoma-Narrows-Bridge: sie wurde am 7. November 1940 von mäßigem Wind so heftig in Schwin- gung versetzt, dass sie innerhalb einer Stunde einstürzte.

um die nichtlinearen Resonanzen möglichst gering zu halten, sind mit der Theorie der nichtlinearen Resonanzen nun möglich.

Breite Anwendung

Mit dieser Theorie hat Dr. Elena Kartashova vom RISC eine Lösung gefunden, die sich auf eine große Gruppe von Gleichungen anwenden lässt. Mit der Einfö- hrung neuer mathematischer Me- thoden können nun die zwei Hauptfragen über Resonanzen be- antwortet werden: - Sind Reso- nanzen in einem bestimmten Sys- tem überhaupt möglich? – Und wenn ja: Wie lässt sich der Zeitver- lauf der Ereignisse im System mit

Resonanzen beschreiben? Ob Reso- nanzen möglich sind, lässt sich aus der Geometrie des Systems ableiten und in algebraischen Gleichungen formulieren. Diese Gleichungen können mit spezi- ellen von Kartashova entwickelten Methoden gelöst werden, die am RISC als symbolische Berechnun- gen implementiert wurden. Um den Zeitverlauf der Ereignisse im System mit Resonanzen zu be- schreiben, werden Differentialglei- chungen formuliert, die oft ana- lytisch lösbar sind. Das Problem mit den nichtlinearen Resonanzen stammt von den Differentialglei- chungen her, kann aber nur durch Zahlentheorie gelöst werden. 

Zur Person



Dr. Elena Kartashova
Institut für Symbolisches
Rechnen, RISC

Forschungsschwerpunkte:
Die Forschungsschwerpunkte der gebürtigen Russin Elena Kar- tashova liegen auf der Entwick- lung von allgemeinen Methoden zur Berechnung von nichtline- aren Resonanzen und deren An- wendung im physikalischen Be- reich, wie z.B. der Vorhersage von Klimawechsel.
Kartashova hat sich 2008 in ma- thematischer Physik habilitiert.

Kontakt

Dr. Elena Kartashova
Tel.: 0732 2468-9929
Mail: elena.kartashova@jku.at
www.risc.uni-linz.ac.at

Publikation

Eine ausführliche **Darstellung der Theorie der nichtline- aren Resonanzen** wird dem- nächst auch in Buchform ver- öffentlicht. Das Buch wird im Verlag der „Cambridge Univer- sity Press“ erscheinen. Karta- shova arbeitet derzeit u.a. mit dem Weizmann Institute for Science in Rehovot, Israel, der Warwick University in Großbri- tannien und der Pennsylvania State University zusammen.