

# Unvorhersehbarkeit verstehen. Mathematikerin Prof. Dr. Kathrin Padberg-Gehle neu an der Leuphana

07.11.2016 Die Mathematikerin Kathrin Padberg-Gehle ist seit September dieses Jahres Professorin für Angewandte Mathematik am Institut für Mathematik und ihre Didaktik. Ihr Forschungsschwerpunkt liegt in der Simulation und Analyse dynamischer Systeme und deren Anwendung.



Manchmal führen kleine Änderungen zu Beginn eines Prozesses zu kleinen Änderungen an dessen Ende. Wenn man den Pendelkörper eines Pendels früher oder später loslässt, wird das Pendel weiter oder näher schwingen. Wenn man mit einem Auto früher oder später losfährt, ist man entsprechend früher oder später am Zielpunkt. Daneben gibt es aber auch Sachverhalte, die unvorhersehbar erscheinen: Zwei Startups können sich in nur einer Eigenschaft unterscheiden und trotzdem ganz unterschiedlich erfolgreich am Markt sein. Zwei gleiche Samen können in die gleiche Erde gepflanzt werden und sich trotzdem anders entwickeln. Diese unvorhersehbar verlaufenden Prozesse werden in der Mathematik durch nichtlineare dynamische Systeme beschrieben. Kathrin Padberg-Gehle forscht dazu, was sie gemeinsam haben. „Deren Dynamik zeichnet sich dadurch aus, dass eine kleine Änderung im Anfangszustand zu einer großen im Endzustand führen kann“, erklärt sie, „solche Systeme sind daher nur begrenzt vorhersagbar. Vor derlei Problemen steht auch die Wettervorhersage: Sie stützt sich auf sehr viele Inputparameter. Da dort schon kleine Änderungen ein anderes Ergebnis liefern können, müssen viele unterschiedliche Anfangsbedingungen betrachtet werden. Trotz dieser Unvorhersehbarkeit sind diese

Systeme grundsätzlich deterministisch. Nur eben in einem enorm komplexem Maße.“

## Tipping Points in dynamischen Systemen

Zurzeit ist Padberg-Gehle an dem europäischen Projekt „Critical Transitions in Complex Systems“ beteiligt, das Umschlagspunkte untersucht, sogenannte Tipping Points. „Da geht es darum, wie eine kleine Störung das System zum Umkippen bringen kann“, beschreibt sie es. Auch dem liegen Phänomene zugrunde, die an ganz verschiedenen Orten auftauchen: Ein Teich, der so lange gedüngt wird, bis er umkippt, wäre ein Beispiel, die Finanzmärkte ein anderes. Beiden jedoch liegt ein ähnliches Verhaltensmuster zugrunde und dieses kann man mathematisch verstehen und beschreiben. Die Systeme teilen gewisse Eigenschaften, zum Beispiel Irreversibilität: Es genügt nicht, die Düngerkonzentration im Teich wieder auf das Niveau kurz vor dem Umkippen zu bringen, um ihn zu regenerieren. Padberg-Gehle führt dazu aus: „Bei den kritischen Übergängen kommt die Verzweigungstheorie zu tragen, ein Konzept aus der Theorie der dynamischen Systeme. Verzweigungspunkte sind Momente, ab denen ein System umkippt. Ab dem zum Beispiel ein Stab bricht, den man immer weiter gebogen hat. Diese kritischen Punkte kann man mathematisch bestimmen. Die Herausforderung ist nun, Warnsignale in einem komplexen System zu finden, ab wann man sich so einem Punkt nähert.“



Den Zustand eines dynamischen Systems kann man sich nach Kathrin Padberg-Gehle als Ball in einer hügeligen Landschaft vorstellen. Dabei gibt es Tipping Points, bei denen nur wenig Energie notwendig ist, um den Ball in die eine oder die andere Richtung zu bewegen. Wenn der Ball aber einmal in einem stabilen Zustand ist, ist wesentlich mehr Energie nötig, um ihn wieder zurückzubefördern - etwa einen umgekippten Teich zu regenerieren oder einen hysterisierten Aktienmarkt zu beruhigen. Dabei ist dies keine lokale Eigenschaft des Teiches oder des Marktes, sondern ein generelles Phänomen, das viele dynamische Systeme aufweisen.

## **Turbulentes Verhalten**

Ein weiteres ihrer Forschungsanliegen ist das DFG-Schwerpunktprogramm „Turbulente Superstrukturen“. Das interdisziplinäre Konsortium, in dem Arbeitsgruppen aus der Physik, Mathematik und Information zusammenarbeiten, hat sich zum Ziel gesetzt, kohärentes Verhalten, also übergeordnete Strukturen, in turbulenten Strömungen zu verstehen. Dabei sind Turbulenzen in diesem Zusammenhang Wirbel, grundsätzlich denen ähnlich, die entstehen, wenn man aus einer vollen Badewanne den Stöpsel hinauszieht. Das Lüneburger Teilprojekt zielt unter anderem auf die Frage ab, wie Wärme in komplexen Strömungen transportiert wird. Dies hat auch Anwendungen in der Klimaforschung.

In allem was sie wissenschaftlich tut, legt Kathrin Padberg-Gehle Wert drauf, nah an der Praxis zu sein: „Angewandt und interdisziplinär, das ist mir wichtig. Wenn man ‚Mathematik‘ sagt, dann denken die meisten Leute, man betreibe irgendeine abstrakte Grundlagenforschung. In meinem Forschungsbereich geht es aber darum, echte, reale Systeme zu verstehen, eben zum Beispiel Verhalten in Strömungen zu analysieren.“ Dies gilt auch für ihre Lehre. So hat die Vorlesung zu Stochastik, die sie im jetzigen Wintersemester hält, auch den Anspruch, Studierende in die Lage zu versetzen, kritisch mit Statistiken umzugehen. „Der Bereich Statistik taucht überall auf, jeden Tag in der Zeitung - es ist wichtig diese Sachen zu verstehen. Und für die Interpretation dieser Daten benötigt man die Wahrscheinlichkeitstheorie als mathematischen Unterbau.“ Dabei hat sie in den ersten drei Wochen, die sie an der Leuphana schon lehrt, positive Erfahrungen mit den Studentinnen und Studenten gemacht. Was diese am meisten auszeichne? „Die Studierenden an der Leuphana“, sagt die Mathematikerin, „sind sehr neugierig“.

---

Kathrin Padberg-Gehle studierte an den Universitäten Paderborn und Birmingham (GB) Mathematik und Englisch auf Lehramt. Nach ihrer Promotion im Jahre 2005 und PostDoc-Positionen in Paderborn und Dresden bekleidete sie bis August 2016 eine Juniorprofessur am Institut für Wissenschaftliches Rechnen an der Technischen Universität Dresden. Kathrin Padberg-Gehle ist Teil der Steuerungsgruppe des DFG-Schwerpunktprogramms „Turbulente Superstrukturen“ und Mitglied im Editorial Board des Journal of Computational Dynamics. Sie ist Autorin von mehr als dreißig wissenschaftlichen Publikationen.

## **Links**

- Homepage Kathrin Padberg-Gehle

- Institut für Mathematik und ihre Didaktik

---

*Autor: Martin Gierczak, Universitätskommunikation. Neuigkeiten aus der Universität und rund um Forschung, Lehre und Studium können an [news@leuphana.de](mailto:news@leuphana.de) geschickt werden.*

---

Datum: 07.11.2016

Kategorien: 1\_Meldungen\_Forschung, Fak\_Bildung\_Meldungen

Autor: Martin Gierczak

E-Mail: [gierczak@leuphana.de](mailto:gierczak@leuphana.de)