

hoch 3

Die Zeitung der
Technischen Universität Darmstadt
www.tu-darmstadt.de

Mit
„konaktiva-
Beilage“

Verstehen

Schönster Platz

Die Computerstudienwerkstatt im Fachbereich
Humanwissenschaften erhält Bestnoten.

Seite 9

Denken

Entspannter Job

Das Institut für Arbeitswissenschaften führt
berufliche Belastungen vor Augen.

Seite 11

Abschluss

Packende Story

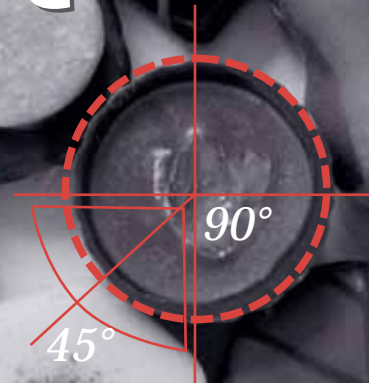
Der Campus wird zum Drehort für einen
Kinofilm mit bekannten Schauspielern.

Seite 24



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Mathematik ist verführerisch



Es geht ums Überleben

Darmstädter Zoologen lösen ein Paradoxon der Ökologie



Bild: Chatus Völker

Was passiert, wenn eine Tierart ausstirbt? Wird irgendwann die gesamte Artengemeinschaft dieses Ökosystems zusammenbrechen? Schließlich ist jede Art Teil einer Nahrungskette und damit in Räuber-Beute-Beziehungen verknüpft. Viele dieser Ketten überschneiden sich und bilden sogenannte Nahrungsnetze. An diesen Nahrungsnetzen hängt das Leben aller – letztendlich auch das des Menschen.

> Diese und viele andere drängende ökologische Fragen versuchen Wissenschaftler seit rund 40 Jahren dadurch zu beantworten, dass sie am Computer Modelle solcher Nahrungsnetze simulieren. Als Grundlage hierfür verwenden sie Daten, die aus den unterschiedlichsten Ökosystemen erhoben wurden: ob Arktis oder Wüste, ob unter Wasser oder an Land. Und doch stießen die Forscher immer wieder auf dasselbe Problem: Die simulierten Artengemeinschaften waren nicht stabil. „Das war bislang das Dilemma der Ökologie, die Grunddiskussion der Biodiversität. Wir hatten eine mathematische Situation, die es in der Natur nicht gibt“, erläutert Dr. Ulrich Brose vom Institut für Zoologie der TU Darmstadt. Niemand wusste, welcher Faktor für die Stabilität der Lebensgemeinschaften verantwortlich ist. Sonja Otto aus der Forschungsgruppe um Brose hat in ihrer Doktorarbeit nun die Lösung gefunden.

Das ökologische Dilemma

Am Computer geschah bislang Folgendes: Die Forscher wählten ein Nahrungsnetz wie zum Beispiel das der Buchenwälder mit all ihren Pflanzen und Tieren aus. In den Simulationen nimmt beispielsweise der Bestand der baumbewohnenden Käfer zusammenbricht, von denen sich Spechte ernähren. Wenn die Spechte kein Futter mehr finden, bricht anschließend auch ihre Population zusammen. Solche destabilisierenden Prozesse können sich durch das gesamte Nahrungsnetz fortpflanzen und zum Zusammenbruch des Systems führen. Während in Computersimulationen solche Systemzusammenbrüche die Regel waren, sind natürliche Nahrungsnetze erstaunlich stabil. Was ist nun der entscheidende Faktor, der die natürlichen Systeme vor dem Untergang bewahrt?

Die Lösung des Problems

„Wir haben einen an sich einfachen Trick angewendet“, erzählt Brose. „Bislang wurden die für die Simulationen notwendigen Parameter der Räuber-Beute-Modelle, also zum Beispiel die Fraßrate oder die Atmungsrate, unabhängig und zufällig ausgewählt. Doch Futtermenge und Atemintensität ebenso wie die Produktion eigener Biomasse (Produktionsrate) sind an das Körpergewicht gekoppelt“, so Brose, der am Institut für Zoologie eine

von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Emmy-Noether-Gruppe leitet. „Wir haben die bislang nur unabhängig ausgewählten Parameter zu dem Parameter Körpermasse zusammengefasst und die Stabilität der Populationen in Abhängigkeit von den Körpermassenverhältnissen der Arten untereinander untersucht.“ Das Ergebnis war verblüffend. „Es stellte sich heraus, dass nur in einem klar begrenzten Körpermassen-Bereich alle Arten überleben können“, berichtet Otto, die die Ergebnisse ihrer Doktorarbeit auch in der renommierten Fachzeitschrift „Nature“ präsentierte. „Wir nennen das den Stabilitätsbereich. Wird dagegen eine Art relativ zu ihren Beutearten zu klein oder auch zu groß, bricht das ganze Netzwerk zusammen.“

Die Theorie funktioniert auch in der Natur

Bei der Überprüfung der Theorie in natürlichen Artengemeinschaften stellte sich heraus, dass 97 Prozent aller Nahrungsketten in diesen Stabilitätsbereich fallen. „Das kann kein Zufall sein“, betont Brose.

Doch warum befinden sich Arten, die in einem Räuber-Beute-Verhältnis stehen, mit ihren Körpermassen exakt in diesem Stabilitätsbereich? Zwei Regeln sind dafür verantwortlich. Erstens: Je größer eine Art ist, desto mehr Beutearten hat sie. Und zweitens: Je größer eine Art ist, desto weniger Räuberarten hat sie. Mit diesen beiden Konstanten haben die Wissenschaftler ihre mathematischen Modelle am Computer ergänzt und so den Durchbruch erzielt. „Wenn wir in unseren Nahrungsnetzen die Interaktionen der Arten zufällig verändert haben, ist das Netz zusammengebrochen. Haben wir jedoch diese zwei altbekannten Regeln erhalten, blieben die Artengemeinschaften stabil“, erklärt Brose. Das ist der Beweis: die Körpermassenverhältnisse zwischen den Populationen sind die so lange gesuchten Stabilitätsfaktoren.

Ein Schub für die ökologische Forschung

„Da wir nun auch komplexere Nahrungsnetze realistisch simulieren können – über das einfache Räuber-Beute-Verhältnis hinaus –, können wir auch die drängenden Fragen unserer Zeit untersuchen“, freut sich Brose. Zum Beispiel eben das Artensterben. „Die Folgen des Artensterbens werden damit besser vorher-

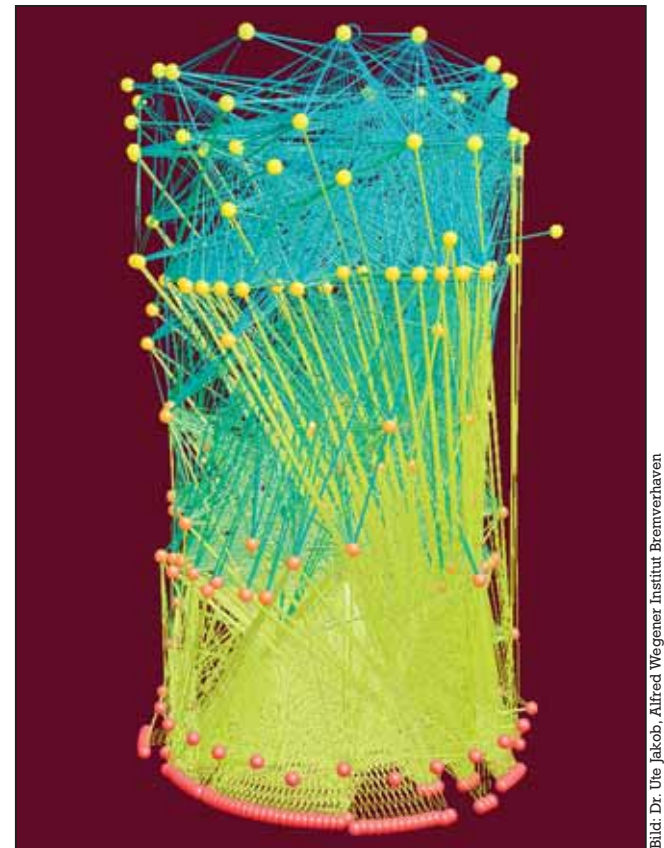


Bild: Dr. Ute Jakob, Alfred Wegener Institut Bremerhaven

Komplexes Nahrungsnetz der Weddell Sea, Antarktis.

sagbar.“ So könnte auch geklärt werden, welches die wichtigen Arten sind, die ein Ökosystem tragen. Oder welche Auswirkungen der Temperaturanstieg im Rahmen des Klimawandels auf die Ökosysteme hat. Welche Konsequenzen wird die kommerzielle Fischerei für marine Ökosysteme haben?

Noch können nur die Darmstädter als weltweit einzige Forschergruppe realistische, stabile Nahrungsnetze am Computer simulieren. Doch das wird sich bald ändern, ist sich Brose sicher. Das internationale Interesse an diesem methodischen Durchbruch ist schon jetzt sehr groß.

Originalpublikation: Sonja B. Otto, Björn C. Rall, Ulrich Brose. Allometric degree distributions facilitate food-web stability, Nature 450, 1226–1230 (2007)

Ausgezeichnet

Dr. Ulrich Brose hat für seine Arbeiten den mit 50 000 Euro dotierten Preis 2007 der Adolf-Messer-Stiftung erhalten.

Aufprall im All

Darmstädter Experiment an Bord einer Forschungsrakete

Sechs Minuten Schwerelosigkeit haben Forschern der TU Darmstadt bessere Einblicke in die Methode von Spraykühlungsprozessen erlaubt. Eine Versuchsplattform in einer Forschungsrakete machte diese Tests möglich.

> Die Forschungsrakete TEXUS 45 des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) startete am 21. Februar von Kiruna in Nordschweden aus ins All. Mit an Bord: eine Versuchsplattform der TU Darmstadt für das Experiment „Sprayaufprall auf beheizte Oberflächen“. Mit Hilfe des Experiments wollen Wissenschaftler die technischen Verfahren verbessern, bei denen Flüssigkeiten auf heiße Wände gesprüht werden. Dies geschieht beispielsweise bei der Kraftstoffverbrennung, der Metallerzeugung oder beim chemischen Kühlen menschlicher Gewebe. Ziel eines Experiments der TU Darmstadt auf dieser Mission war es, die Hydrodynamik und die Wärmeübertragung



Bild: DLR

Die Testzelle: Auf die Mitte wird Flüssigkeitsspray gesprüht.

beim Sprayaufprall auf eine beheizte Oberfläche genauer zu verstehen und dadurch die Methoden von Spraykühlungsprozessen zu verbessern.

„Alle Funktionen unseres Experiments arbeiteten technisch absolut sauber“, berichtete die Ingenieurin Olympia Kyriopoulos, die das Projekt am Fachgebiet für Strömungslehre und Aerodynamik leitet. „Die Temperaturmessungen wurden erfolgreich durchgeführt und zeigen eindeutige Abweichungen zu dem zuvor gefahrenen Boden-Referenztest. Die Spraykühlung unter Mikrogravitation scheint eindeutig effizienter als unter Normalbedingungen zu sein. Uns liefern die Ergebnisse eine fundierte Grundlage sowohl zur Bestimmung der Filmdicke als auch zu näheren Untersuchungen und Erkenntnissen der Wärmeübertragungseigenschaften des Flüssigkeitsfilms, der durch Sprayaufprall auf eine geheizte Oberfläche entstanden ist.“

Die Rakete erreichte auf ihrem Flug eine Höhe von 273 Kilometern, dabei herrschte für etwa sechs Minuten Schwerelosigkeit – genug Zeit für die Experimente. Die in einem rund drei Meter langen Nutzlastmodul untergebrachten Geräte landeten 20 Minuten nach dem Start am Fallschirm unversehrt auf der Erde.