



## Das Kaktus-Prinzip

**Professor Alan Newell hat ein Phänomen natürlicher Selbstorganisation entschlüsselt**

**Bayreuth (UBT).** Professor Alan Newell von der University Tucson (USA) hielt die vierte öffentliche Lorenz-Kramer-Gedächtnisvorlesung an der Universität Bayreuth. Sein Vortragsthema „Phyllotaxis in patterns and plants“ ist eines von zahlreichen faszinierenden Selbstorganisationsphänomenen in der Natur.

Damit beschäftigte sich zu seinen Lebzeiten auch der im Vortrag geehrte Professor Lorenz Kramer. Er war von 1978 bis 2005 Professor für Theoretische Physik an der Universität Bayreuth und zählte zu den international herausragenden Forschern der Nichtlinearen Physik. Er war Mitbegründer des universitären Forschungsschwerpunktes „Nichtlineare Dynamik und Strukturbildung“ an der Universität Bayreuth.

Sandrippel, Wolkenstraßen, Fingerabdrücke, Eisblumen auf Fensterscheiben und Fellmusterungen bei Tieren sind nur einige Beispiele für sich selbst organisierende Musterbildungsprozesse, die in einer beeindruckenden Vielfalt in der Natur vorkommen. Forscher fasziniert die Regularität vieler natürlicher Muster und deren oft noch rätselhafte Ursachen. In den Mittelpunkt seines Vortrags stellte Newell den Kaktus: Beim Kaktus wachsen Zellen an der Spitze der gekrümmten Pflanzenoberfläche nach. Dabei ist zu beobachten, dass die Haut eines Kaktus an der Spitze etwas schneller wächst als das darunter liegende Zellgewebe. Gleichzeitig verhärtet sich das Gewebe der Zelloberfläche, wenn es sich im Laufe des Wachstums von der Kaktusspitze entfernt. Zudem herrscht aufgrund des schnelleren Hautwachstums Überschuss an Pflanzenhaut, die sich vom darunter liegenden Gewebe nicht löst.

Beide Effekte zusammen sind die Ursache für eine Faltenbildung in den von der Pflanzenspitze weg wachsenden Kressegmenten. Im Laufe des Wachstumsprozesses des Kaktus werden die Hügel und Täler um

die Kaktusspitze durch nachwachsende Kressegmente nach außen verdrängt, in dem sich aufgrund des unterschiedlichen Wachstums der Haut und dem darunter liegenden Zellgewebe ebenfalls wieder Falten bilden. Aus diesem Wettbewerb resultiert eine Hügellandschaft auf dem Kaktus und auf jedem Hügel bildet sich ein Stachel. Die Lage der sich neu formenden Falten wird von den früher gebildeten und im Wege stehenden Falten beeinflusst, wodurch sich die Hügel im Laufe des Kaktuswachstums spiralförmig um die Spitze anordnen.

Um die Mechanismen aufzudecken, die zu den spiralförmigen Anordnungen der Kaktusstacheln führen, interpretierte Professor Newell die Haut des Kaktus und das darunter liegende Zellgewebe als zwei im Kontakt stehende Materialien mit leicht unterschiedlichen elastischen Eigenschaften. Er konnte zeigen, dass eine spiralförmige Anordnung von Hügeln auf der gekrümmten Pflanzenoberfläche ganz natürlich aus den unterschiedlichen Wachstumsgeschwindigkeiten und der alterungsbedingten Zellverhärtung folgt.

Auch die Rolle der Fibonacci-Zahlen, die die spiralförmige Anordnung der Hügel auf dem Kaktus beschreiben, folgt aus seinem Physikermodell. Es ist ein Beispiel für die bei Selbstorganisationsphänomenen typische interdisziplinäre Forschung. Das universelle Modell beschreibt mit kleinen Veränderungen auch wesentliche Züge der Anordnung von Samenkörnern in der Sonnenblumenblüte und andere Systeme.

In den Materialwissenschaften spielt der Wettstreit zwischen der unterschiedlichen Elastizität einer ebenen Substratschicht und einer darauf aufgetragenen dünnen Haut ebenfalls eine wichtige Rolle. Vor der Aufbringung einer dünnen Schicht, die aus einem Oxid, Gold oder Kunststoff bestehen kann, wird der elastische Untergrund gedehnt. Werden danach die Kräfte vom elas-

tischen Substrat weggenommen, so zieht sich dieses zusammen und die aufgebrachte Haut faltet sich nach ähnlichen Prinzipien wie beim Kaktus. Auf der ursprünglich ebenen Substratoberfläche bilden sich, im Gegensatz zur gekrümmten Kaktusoberfläche, nun aber streifenförmige Falten, sogenannte „Wrinkles“. Diese erfreuen sich in den Materialwissenschaften im Zusammenspiel von Chemie und Physik großer Aufmerksamkeit aufgrund ihres Potenzials für Anwendungen, wie beispielsweise in der Optik oder als Drucksensoren. Die Faltenbildung von derartigen künstlichen Schichtsystemen wird an der Universität Bayreuth gemeinsam am Lehrstuhl für Physikalische Chemie (Prof. Andreas Fery) und am Lehrstuhl für Theoretische Physik (Professor Walter Zimmermann) im Hinblick auf ein vertieftes Verständnis derartiger Strukturbildungsprozesse und Anwendungsmöglichkeiten untersucht.



**Professor Alan Newell von der University Tucson (USA) hielt die vierte öffentliche Lorenz-Kramer-Gedächtnisvorlesung an der Universität Bayreuth.**

#### Zur Person: Professor Alan C. Newell

Nach Professor Alan C. Newell wurde mit der „Newell-Whitehead-Gleichung“ eine fundamentale Gesetzmäßigkeit der Physik benannt. Unter seinen zahlreichen Ehrungen befindet sich auch der Humboldt-Forschungspreis und im Rahmen dieses Preises war er zu mehreren Forschungsaufenthalten an der Universität Bayreuth. Er ist Mitbegründer der bedeutendsten Zeitschrift in der Nichtlinearen Physik und war über nahezu drei Jahrzehnte „Department Head“ (Dekan) an drei unterschiedlichen Universitäten.

---

Kontakt:  
Pressestelle der Universität Bayreuth  
Frank Schmäzle  
Telefon 0921/555323  
E-Mail [pressestelle@uni-bayreuth.de](mailto:pressestelle@uni-bayreuth.de)