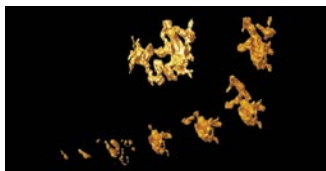


MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT

Irrfahrt in zwei Dimensionen

Kriechende Poren

In Flugtriebwerken, in Dampfturbinen oder anderen Situationen, in denen Werkstoffe sowohl mechanisch als auch thermisch stark beansprucht werden, beginnen Werkstoffe zu kriechen. Dabei verlängert sich das Bauteil, etwa eine Turbinenscheibe, in Richtung der Belastung. Bei dieser Verlängerung entstehen Hohlräume. Und genau für diese kleinen Löcher interessieren sich die Wissenschaftler am Max-Planck-Institut für Eisenforschung. Mittels hochenergetischer Röntgenstrahlung, die an einem Elektronenspeicherring (Synchrotron) erzeugt wird, können sie diese Poren zerstörungsfrei sichtbar machen. Mit einem neuen experimentellen Aufbau ist es ihnen in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Berlin an der European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) zudem erstmals gelungen, die Entwicklung dieser Hohlräume über die Kriechzeit zu verfolgen.



Das Bild zeigt eine einzelne Pore, die sich in einer Messinglegierung bei einer Temperatur von rund 400 Grad Celsius und einer Spannung von 25 Megapascal bildet. Die Pore ist – sobald sie sichtbar wird – zunächst rund und hat einen Durchmesser von 1,5 Mikrometern. Wenn sie größer wird, wird sie oval. Nach einiger Zeit wächst sie mit anderen Poren in ihrer Umgebung zusammen und nimmt eine zunehmend komplexe Form an.

Die neuen Erkenntnisse über Werkstoffschädigung durch Kriechporenbildung können später einmal zur gezielten Entwicklung neuer Werkstoffe für stark beanspruchte Bauteile verwendet werden.

Tomografie mit Synchrotron-Röntgenstrahlung

Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf
Anke Rita Pyzalla

27. Woche

Dynamische Prozesse auf einem Schneckengehäuse

Das Haus der Marmor-Kegelschnecke (*Conus Marmoreus*) sieht aus wie Kunst am Schneckenbau, ist aber in Wirklichkeit eine Art Tagebuch. Die Tiere vergrößern ihr Gehäuse nur an dessen äußerer Kante, wobei das statisch wirkende Muster die Aufzeichnung eines dramatischen Prozesses darstellt: Die Schnecke scheidet entlang der Gehäusekante schwarze Pigmente aus, die sich in der Schale einlagern. Die Pigmenteinlagerung breitet sich langsam aus. Nach einer bestimmten Zeit kommt es – ebenfalls an der Kante des Gehäuses – zu einer zweiten Reaktion, die diese Einlagerung schlagartig und über größere Bereiche löscht. Nur am Rand der gelöschten Bereiche wird die Pigmentbildung aufrechterhalten. Während das Gehäuse an der Kante weiter wächst, breitet sich die Pigmenteinlagerung erneut aus, bis die nächste Löschung erfolgt. So bilden sich die schwarzen Dreiecke um die weißen Tropfen. Die geraden Oberkanten der weißen Tropfen – in der Simulation im Hintergrund des Schneckengehäuses rot markiert – entstehen, weil die Pigmenteinlagerung durch die Löschreaktion plötzlich einsetzt.

Weil dieser Prozess auf dem wachsenden Schneckenhaus quasi mitgeschrieben wird, dienen die Schnecken Forschern am Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie als Beispiele, um dynamische Systeme zu erforschen. Denn mit ihren starken positiven und negativen Rückkopplungen entziehen diese sich einem intuitiven Verständnis. Mathematische Beschreibungen und Computersimulationen erlauben jedoch, solche komplexen Wechselwirkungen zu verstehen.



Fotografie

Max-Planck-Institut für Entwicklungsbiologie, Tübingen
Hans Meinhardt

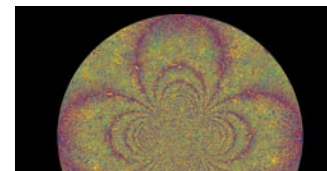
28. Woche

Irrfahrt in zwei Dimensionen

Ob das Geschehen zufällig oder determiniert ist, hat schon viele beschäftigt. Dabei könnten sich die Ergebnisse in manchen Fällen sehr ähneln. Genau das untersuchen Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Informatik, und zwar mit einer simulierten Irrfahrt.

Auf einem virtuellen Schachbrett mit unendlich vielen Feldern tauchen aus einem Feld nacheinander eine Millionen Teilchen auf und irren zum ersten freien Platz auf dem Schachbrett. Sie können sich dabei aber nur waagrecht und senkrecht, nicht diagonal bewegen. Das erste Teilchen bleibt natürlich an der Quelle liegen. Doch wohin geht das zweite? Das könnte der Zufall bestimmen – oder eine Propp-Maschine: In dieser Maschine sitzen auf allen Feldern Zeiger, die anfangs alle in dieselbe Richtung weisen. Jedes Mal jedoch, wenn ein Teilchen ein Feld passiert, wandert der Zeiger im Uhrzeigersinn um eine Position weiter – in deterministischer Weise also.

Nachdem alle Partikel ein freies Feld gefunden haben, bilden sie einen fast perfekten Kreis, von dem das Bild einen Teil zeigt. Die Farben geben die Richtung wieder, in die die Zeiger am Ende des Prozesses deuten. Dass sich dabei Dreiecke und Quadrate bilden, in denen die Zeiger auf vielen Feldern in dieselbe Richtung weisen, ergibt sich aus der Funktionsweise der Propp-Maschine – ist aber im Detail noch nicht erklärbar. Genauso wenig wie die Frage, warum die Partikel einen nahezu perfekten Kreis formen und warum sich im Kreisinnern fraktale Muster abzeichnen.



Computersimulation

Max-Planck-Institut für Informatik, Saarbrücken
Tobias Friedrich

29. Woche