

Geophysik

Von Spielkarten bis zu tektonischen Platten: Geschichtete Materialien, die an ihre Grenzen getrieben werden

Durch das Studium von Kartendecks und Stapeln aus anderen Materialien, wie Stahl und Aluminium, beweisen Wissenschaftler der [Drexel University](#) die Existenz eines Knickphänomens, das in geschichteten Materialien auftritt, wenn sie unter Druck gesetzt werden. Die Entdeckung könnte die Art und Weise beeinflussen, wie Forscher – von Struktur- und Maschinenbauern bis hin zu Geologen und Seismologen – untersuchen, wie sich Materialien unter Druck verformen.

Dieses Phänomen wurde erstmals 2016 von den Forschern des Department of Materials Science and Engineering der Universität Drexel als "knickendes nichtlineares elastisches Verhalten" beschrieben. Es lässt sich am besten als Trennung und Knickung der inneren Schichten eines Materials beschreiben, da sie von den Seiten her komprimiert werden. Häufige Beispiele dafür sind beispielsweise die Verformung der Karten in einem Spielkartendeck, wenn man diese von den Kanten abknickt, ohne dass sich die Karten trennen können, oder wie sich manchmal eine Wellenbildung in einem Teppich bildet, wenn er vom Rand her verformt wird.

In solchen unter Druck stehenden Umgebungen, ob am Kartentisch oder in der Mitte tektonischer Platten, muss etwas passieren. Die Theorie erklärt genau, wie dieses "Etwas" aussieht und was dabei geschieht. In ihrem jüngsten Beitrag "Ripplocations: A Universal Deformation Mechanism in Solids", veröffentlicht in der Zeitschrift *Physical Review Materials*, geben die Forscher einen ersten Einblick auf diese internen Wellen, sogenannte "Ripplokations", die mit bloßem Auge beobachtet werden können.

"Was wir hier zeigen konnten, war, dass Ripplokations auf der Makroebene existieren. Diese haben wir dann auf der atomaren Ebene modelliert, um zeigen zu können, dass die Reaktion im Wesentlichen die gleiche ist", sagte Michel Barsoum PhD, Distinguished Professor an Drexels College of Engineering und Hauptautor der Arbeit. "Dies ist das erste Mal, dass Ripplokations in Aktion beobachtet wurden und uns geholfen haben zu verstehen, warum sie umkehrbar sind."

Barsoums frühere Arbeiten schlugen das Vorhandensein von Ripplokationen vor, indem sie Atomsimulationen von Rohstoffen durchführten. Dieser Bericht zeigt deutlich die Bildung von Wellenbändern – Innenschichten, die in wellenförmigen Anordnungen verformt sind -, wie sie sich in einem Stapel von Karten, dünnen Stahl- und Aluminiumblechen bilden, wenn sie seitlich komprimiert werden, während sie begrenzt sind.

"Das Experiment, das wir durchgeführt haben, ist eigentlich ganz einfach. In einem Fall haben wir ein Kartendeck von den Seiten eingeschlossen und von oben Druck ausgeübt. Bei einer bestimmten Last tritt die Verfaltung auf, aber weil das Deck begrenzt ist, verhalten sie sich wie Wellen, die vollständig reversibel sind", sagt Leslie Lamberson, PhD, außerordentlicher Professor am College of Engineering und Mitautor der Arbeit.

"Mit Hilfe von Atomsimulationen konnten wir zeigen, dass sich in Graphit, wie auch im Kartendeck, Wellenlokationen ausbilden, bevor das Material seinen Bruchpunkt erreicht hat. Bis es diesen Punkt erreicht hat, ist das Verhalten vollständig reversibel – wenn der Druck entfernt

wird, lösen sich die Wellen auf und die Schichten kehren in ihre ursprüngliche Form zurück“, sagt Garritt Tucker, PhD, Assistenzprofessor an der Colorado School of Mines und Mitautor der Arbeit.

Sie stellten auch fest, dass sich Wellenbänder auf einmal bilden, wobei die Wellen massenhaft entstehen, wenn die Belastung einwirkt. Die Wellenhöhe oder Amplitude nimmt mit der Last zu.

“Dieses Paper zeigt, dass Ripplokationen skalunenabhängig sind“, sagte Barsoum. “Diese erste Untersuchung zeigte, dass Wellenlinien existieren und mehr oder weniger vollständig reversibel sind und dass sie Energie in einer Weise zerstreuen, die wir bei geschichteten Festkörpern auf atomarer Ebene seit mehr als einem Jahrzehnt beobachtet haben. Aber das gleiche Verhalten in geschichteten Materialien zu beweisen, das wir direkt sehen können, ist ein wichtiger Schritt, um zu beweisen, dass das Verhalten in Materialien aller Größenordnungen vorkommt.”

Barsoum meint, dass diese Forschung eines Tages Geologen darüber aufklären könnte, wie sich geschichtete geologische Formationen verformen, und dass sie uns helfen könnte, das tektonische Verhalten der Platten, die Erdbeben verursachen, besser zu verstehen.

“Die Forschung zur Verformung von Mehrschicht-Systemen im Allgemeinen hat sich mit dem Scheitern dieser Systeme beschäftigt. In dieser Arbeit zeigen wir, dass es ein wichtiges, nichtlineares elastisches System gibt, das dem Scheitern vorausgeht, das, soweit wir wissen, fast vollständig vernachlässigt wurde. Wir haben jedoch festgestellt, dass das Verständnis dieses Systems entscheidend und grundlegend für das Verständnis aller anderen ist”.

Veröffentlichung: M. W. Barsoum, X. Zhao, S. Shanazarov, A. Romanchuk, S. Koumlis, S. J. Pagano, L. Lamberson, G. J. Tucker. **Ripplocations: A universal deformation mechanism in layered solids.** *Physical Review Materials*, 2019; 3 (1) DOI: [10.1103/PhysRevMaterials.3.013602](https://doi.org/10.1103/PhysRevMaterials.3.013602)

Quelle: off. Pm der [Drexel University](https://www.drexel.edu/)
