

Müde Materialien

Forscher können nun erklären, wie Risse in Metall und Beton entstehen

VON RANTY ISLAM

Stuttgart - Fast jedes Material geht irgendwann kaputt, mal ganz plötzlich wie eine zersprungene Glasschüssel, mal aber auch schleichend. Was aber genau passiert, wenn ein Material ermüdet oder gar zu Bruch geht, ist ein komplizierter Prozeß, über den sich selbst heute noch Wissenschaftler den Kopf zerbrechen.

Materialforscher vom Stuttgarter Max-Planck-Institut für Metallforschung und vom Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Cambridge glauben, bei der Erklärung des Phänomens entscheidende Fortschritte gemacht zu haben. Sie haben eine Theorie über „Dynamische Bruchinstabilitäten“ entwickelt, die ganz allgemein erklären könnte, wie Dinge zerbrechen oder Materialien ermüden.

Wie Markus Buehler und Huajian Gao im Fachjournal „Nature“ berichteten, sind möglicherweise ganz ähnliche mikroskopische Prozesse am Werk, wenn Plastik zerreißt, Metalle brüchig werden oder gar Häuserwände beginnen auseinanderzubrechen.

Der Weg zu dieser Erkenntnis war für die beiden eine echte Zerreißprobe – sprichwörtlich. Mit Hochleistungscomputern simulierten sie, wie sich Risse in verschiedenen Materialien ausbreiten. Aus Beobachtungen war bekannt, daß „langsame“ Risse sich mehr oder weniger geradlinig in das Material hineinfressen und glatte Oberflächen zurücklassen. Sobald sie jedoch beginnen, sich schneller aus-

zubreiten, werden Risse unregelmäßig, sie ändern unversehens die Richtung oder verzweigen sich.

Im Gegensatz zu bisherigen Modellen konnten Buehler und Gao mit ihren Simulationen diese Rißausbreitung in einer Vielzahl von Materialien genau beschreiben und aus den Ergebnissen eine allgemeine Theorie ableiten. Wo also liegt der entscheidende Unterschied?

Die neue Theorie erklärt erstmals die Ausbreitung von Rissen mit Überschall.

Die Probleme bisheriger Erklärungen lassen sich lösen. „Man muß das Verhalten des Materials beim Aufbrechen der atomaren Bindungen betrachten, anstatt nur Materialeigenschaften unter kleinen Zugbelastungen in die Rechnungen einzubeziehen“, erläutert Buehler. Jeder Riß bedeutet, daß Bindungen zwischen Atomen in dem betreffenden Material auseinanderbrechen. Dafür ist Energie notwendig. Diese Energie „holt“ ein sich ausbreitender Riß aus dem Material unmittelbar vor der Rißspitze, erläutert Buehler. Dort ist die benötigte Energie in den noch intakten, flexiblen Atombindungen gespeichert – ähnlich wie in einem gespannten Gummiband. In der Folge treten an der Rißspitze extrem hohe Zugspannungen auf kleinstem Raum auf – „Hyperela-

stizität“ nennt sich das. An dieser Stelle spielen Prozesse aus der Quantenphysik auf einmal eine große Rolle und kontrollieren damit die gesamte Rißausbreitung, fand Buehler. Die Hyperelastizität verändert die Materialeigenschaften derart, daß die Energie mit extrem hoher Geschwindigkeit zur Rißspitze zugeführt wird. So kann sich der Riß blitzschnell ausbreiten – schneller noch als die Schallgeschwindigkeit, die normalerweise die Grenzgeschwindigkeit für alle mechanischen Prozesse darstellt. Damit erklärt die Theorie womöglich auch „Überschallrisse“, die nach Angaben der Forscher erst vor kurzem zum ersten Mal in Experimenten beobachtet worden seien.

Weil alle Bruchphänomene letztlich auf dem Auseinanderreißen atomarer Bindungen beruhen, lasse sich die neue Theorie nicht nur auf eine Vielzahl verschiedener Materialien, sondern auch auf andere Größenordnungen anwenden, vermuten die Forscher. „Dafür müßten wir messen, wie die betreffenden Materialien im hyperelastischen Zustand reagieren“, sagt Buehler.

So könnten die Ergebnisse der beiden Materialforscher den Architekten und Bauingenieuren helfen, die Ausbreitung von Rissen in Gebäuden besser zu verstehen. Auch die Erforschung von Materialermüdung und Rissen – beispielsweise in Flugzeugen – könnte von der Theorie profitieren. Dafür müssen nun gezielt Messungen gemacht werden.

“Die Welt”,
March 1, 2006

<http://www.welt.de/data/2006/03/01/853021.html>