

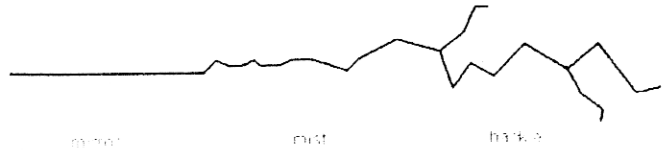
# Eine Theorie zur Ausbreitung von Rissen

Beim Zerreißen von Materialien, auch Gesteinen, werden Atombindungen aufgebrochen. Was dabei geschieht, war lange ein Rätsel. Nun haben Wissenschaftler am Massachusetts In-

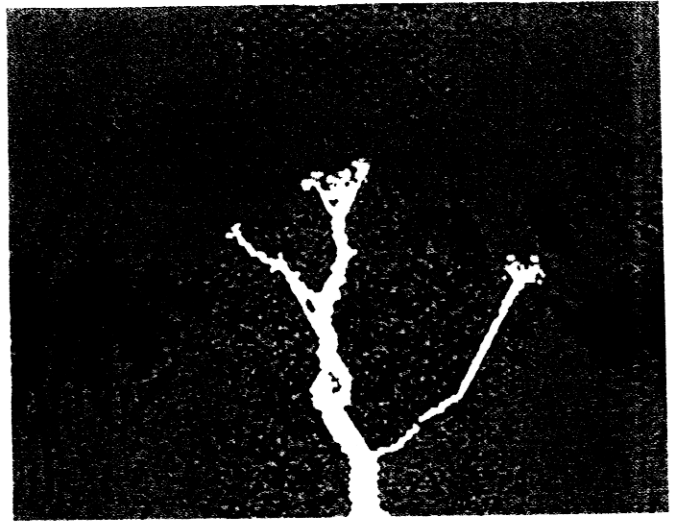
stitute of Technology (MIT) in Cambridge/USA und am Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart dafür eine Theorie entwickelt. Die Untersuchungen basieren auf aufwändigen

GEOAKTIV – WIRTSCHAFT, BERUF, FORSCHUNG UND LEHRE

*Schema zum Rissverhalten: Nach spiegelglatten Kanten (mirror) wird der Riss bei langsamer Ausbreitung immer rauer (mist), bis er sich schließlich verzweigt (hackle)*



*Simulation zum Rissverhalten: Wenn sich der Riss weiter durch das Material ausbreitet, entstehen komplexe Rissmuster*



Simulationen auf Parallelrechnern verschiedener Max-Planck-Institute. Während herkömmliche Theorien von einem linearen Zusammenhang zwischen Zugspannung und Materialbeanspruchung ausgingen, konnten die Wissenschaftler zeigen, dass die Beanspruchungen in Wirklichkeit hochgradig nichtlinear sind. Der Grund: Besonders an der Spitze des Risses treten starke Verformungen auf. Experimente zeigen, dass bei langsam entstehenden Rissen Oberflächen entstehen, die spiegelglatt sind. Je schneller die Risse sind, um so unregelmäßiger werden sie, bis sich der Riss schließlich verzweigt. Dieses Verhalten wird dynamische Bruchinstabilität genannt und lässt sich in vielen spröden Materialien beobachten, u.a. in Metallen, Polymeren oder Halbleitern. Dabei spielen mehrere Prozesse zusammen, die vom Energiefluss und dem Spannungsfeld in der direkten Umgebung der Risspitze gesteuert werden. Die Bruchinstabilität hat also

nichts mit etwaigen vorher vorhandenen Defekten zu tun, sondern tritt auch in absolut regelmäßigen Materialien auf.

Entscheidend ist die Energie an der Spitze des Risses. Hier tritt nichtlineare Elastizität („Hyperelastizität“) auf. Wegen der großen Spannungen auf engstem Raum spielen dort quantenmechanische und atomare Eigenschaften der Materialien wichtige Rolle. In das Modell lassen sich auch ungewöhnliche Änderungen der Elastizität an der Risspitze integrieren. So verändert sich zum Beispiel in bestimmten Materialien die Elastizität mit der Deformation – Gummi etwa ist weich, wenn man ihn wenig dehnt, bei starker Dehnung wird er dagegen hart. Daher wird die Deformationsenergie, die beim Reißen auftritt, je nach Deformation unterschiedlich stark geschluckt. Die neue Theorie zeigt: In solchen Materialien können sich Risse schneller ausbreiten als der Schall. Damit kann die neue nichtlineare Theorie der Rissentstehung für wesent-

GEOAKTIV – WIRTSCHAFT, BERUF, FORSCHUNG UND LEHRE

lich mehr Materialien angewendet werden als ihre Vorgängertheorien. In anderen Größenordnungen und Anwendungsbereichen ist diese neue Theorie möglicherweise nicht nur für Materialwissenschaftler oder Architekten interessant, sondern zum Beispiel auch für

Erdbebenforscher (Originalveröffentlichung: Markus J. Buehler, Huajian Gao: Dynamical fracture instabilities due to local hyperelasticity at crack tips. Nature, 19 January 2006).

Monika Huch, Adelheidsdorf