

Sensible Leitungen

Mit Glasfasern im Untergrund lassen sich Erschütterungen der Erde schnell und einfach messen. **Von Ralf Nestler**

Er schmiegt sich die Gebirgsstrasse an den Hang, unübersichtliche Kurven, Regen - und plötzlich schiesst eine Lawine aus Schlamm und Geröll auf die Fahrbahn. Liessen sich doch die Fahrer rechtzeitig warnen! Das könnte gelingen, sogar mit einfachen Mitteln, nämlich einer Telefonleitung. Denn mit Glasfaserkabeln lassen sich Erschütterungen erfassen. Angesichts der schieren Menge solcher Kabel, die sich durch Festländer und Meere ziehen, könnten Geowissenschaftler die Erde viel genauer beobachten.

Erste Resultate sind vielversprechend. «Die Daten sind absolut phänomenal», sagt Andreas Fichtner, Seismologe an der ETH Zürich und soeben zurückgekehrt aus Grönland. Er und sein Team haben dort Glasfaserkabel auf einem Gletscher verlegt und in einem Bohrloch versenkt. So fanden sie zahlreiche Eisbeben: schwache Erschütterungen, die sich unten in der Tiefe ereignen, aber nicht die Oberfläche erreichen. Hätten die Geophysiker lediglich ihre herkömmlichen Geräte aufgestellt, hätten sie die Beben übersehen.

Das Phänomen widerspreche der klassischen Vorstellung eines Gletschers, sagt Fichtner. «Da nimmt man an, das Eis fliesse wie eine sehr zähe Flüssigkeit und Beben ereigneten sich nur an der Kontaktfläche zwischen Gletscher und Fels.» Offenbar gibt es aber auch innerhalb des Eises ruckartige Bewegungen. Der Seismologe hätte die Eisbeben auch mit empfindlichen Bohrlochsonden aufspüren können, die in der Öl- und Gasindustrie verwendet werden. «Für die

Erbeben in der Schweiz

1500

Bis zu so viele Erdbeben werden hierzulande jedes Jahr registriert. Von den Menschen wahrgenommen werden 15 bis 20. Erdbeben mit einer Magnitude von 6 oder mehr kommen nur alle 50 bis 150 Jahre vor.

JUSTIN SULLIVAN / GETTY



Glasfaserkabel könnten helfen, Bruchzonen im Untergrund aufzuspüren: Erdbeben in Taiwan. (19. September 2022)

akademische Forschung sind sie aber viel zu teuer», sagt er. Die drei Kilometer Glasfaserkabel hingegen, die das ETH-Team nutzte, hätten nur rund 10 000 Franken gekostet.

Um damit zu messen, werden Laserpulse hineingeschickt. Keine Glasfaser ist perfekt, überall gibt es kleine Störstellen, an denen ein Teil des Laserlichts zurückgeworfen wird. Aus der Laufzeit der Pulse lässt sich berechnen, wo genau sich die Störstellen befinden. Kommt eine Erdbebenwelle, wird das Kabel ein wenig gedehnt oder gestaucht. Diese Längenänderung zeigt sich in den Daten des reflektierten Laserlichts. Daraus lassen sich Ort und Stärke der Erschütterungen ermitteln - und das sehr genau.

Grosses Potenzial

«Entscheidend ist, dass das Kabel gut an den Untergrund gekoppelt ist», sagt Fichtner. Das bedeutet: eingaben. «Bei Eis oder Ascheablagerungen an einem Vulkan geht das sehr gut», sagt er und berichtet von Messungen am Vulkan Grímsvötn auf Island. Hundertmal mehr Erschütterungen als mit den üblichen Seismometern hätten die Forscher dort erfasst. «Das zeigt, welches Potenzial die Technologie für ein Frühwarnsystem haben kann: Je eher es anschlägt, umso mehr Zeit ist für eine Evakuierung.»

Auch andere Naturgefahren liessen sich mit der Technik rasch erkennen, darunter Murgänge und Lawinen. «Indem die Partikel auf die Erde prasseln, erzeugen sie seismische Wellen, die sich schneller ausbreiten als die Massenströme selbst», sagt Fabian Walter von der Eidgenössischen Forschungsanstalt

WSL in Birmensdorf. Per Glasfaser-Seismologie könnte rechtzeitig gewarnt werden. Versuche dazu hat Walter bereits am Illgraben im Wallis sowie an einer Passstrasse in der Ostschweiz unternommen. In ein bis zwei Jahren könnte das Verfahren praxistauglich sein. Der Vorteil: «Oft liegen bereits Glasfaserkabel für die Telekommunikation im Boden, die liessen sich nutzen», sagt er.

Erst recht in Städten sind die vorhandenen Kabel ein begehrtes Ziel der Geophysiker. «Sie könnten helfen, Bruchzonen im Untergrund aufzuspüren und die Erdbebengefahr besser abzuschätzen», sagt der ETH-Seismologe Fichtner. Mit herkömmlicher Technik brauchte es viele Seismometer, die beschafft, aufgestellt und vor Beschädigung zu schützen wären. «Diese Geräte werden weiterhin gebraucht, beispielsweise um Schwingungen zu registrieren, die über Tausende Kilometer durch die ganze Erde laufen.» Für den Einsatz in der Nähe erscheinen Glasfaserkabel jedoch oft geeigneter.

«Wir benötigen davon nur eine ungenutzte Faser», sagt Fichtner. Die sei eigentlich immer verfügbar, weil die Betreiber mehr Kapazität verlegen lassen, als

Versuche dazu wurden bereits am Illgraben im Wallis sowie an einer Passstrasse in der Ostschweiz unternommen.

gebraucht werde. «Das grössere Problem besteht darin, die richtigen Personen zu finden, die unser Vorhaben unterstützen und die Nutzung genehmigen.» Oft gebe es Skepsis, Angst vor Spionage oder dass die Leitung beschädigt wird. Ein weiteres Problem ist die Datenmenge. Schnell kommen bei der Glasfaser-Seismologie hundertmal so viele Messwerte zusammen wie bei herkömmlichen Methoden. Das erfordert viel Speicherplatz und Rechenleistung. Daher wird an besseren Algorithmen geforscht, um die Flut zu beherrschen.

Auch das Militär hat Interesse

Auch die Kommunikationsleitungen im Meer mit ihren Glasfasern sind potenzielle Sensoren - zumal dort viel weniger Messgeräte installiert sind als an Land und daher die Wissenslücken grösser sind. Marc-André Gutscher von der Universität Brest erforscht derzeit vor Sizilien, wie gut damit Veränderungen des Meeresbodens zu messen sind. Das ist nicht so einfach, wie sich zeigt. «Ist das Kabel nicht in den Boden eingegraben, ist die Kopplung schlechter und damit die Genauigkeit.» Und es ist verletzbar, etwa durch Schleppnetze, die am Grund entlanggezerrt werden. Unterwasserkabel sind aber auch durch Sabotage bedroht, wie die Anschläge auf die Nord-Stream-Pipelines in der Ostsee zeigen. «Wenn sich daran jemand zu schaffen macht, sollte man das feststellen können», sagt Gutscher. Die Militärs dürften das wissen. Dort sind Glasfaserkabel längst ebenso ein Forschungsthema, etwa um U-Boote aufzuspüren.

Neues aus der Wissenschaft

Vulkanasche in 57 Kilometern Höhe

Die Eruption des submarinen Vulkans Hunga Tonga im Januar dieses Jahres war der vermutlich stärkste Vulkanausbruch seit 30 Jahren. Am 15. Januar wurden hier zwei Eruptionen registriert, die einen im gesamten Pazifik messbaren Tsunami auslösten. Die folgenden atmosphärischen Wellen umrundeten die gesamte Erdkugel mehrmals. Und jetzt zeigt eine in der Wissenschaftszeitung «Science» publizierte Studie, dass die Eruptionssäule eine Höhe von 57 Kilometern



MAHAR/GETTY

erreichte - bis in die sogenannte Mesosphäre der Atmosphäre. Das ist höher als jemals zuvor beobachtet. Der Messwert konnte aus Aufnahmen von geostationären Satelliten abgeleitet werden. Die Autoren der Studie vermuten nun, dass frühere Vulkanausbrüche wie etwa der des Pinatubo 1991 in ihrer atmosphärischen Ausdehnung unterschätzt wurden. Das Verständnis von Vulkanausbrüchen ist unter anderem wichtig, weil sie einen Einfluss auf das globale Klima haben können. (hir.)

Menschen verstehen Gesichter ungleich

Ob Wut oder Freude: Man könnte meinen, der Gesichtsausdruck eines Menschen stelle eine universale Sprache dar, die überall auf der Welt gleich verstanden wird. Mitnichten! Britische Wissenschaftler haben festgestellt, dass Menschen einen Gesichtsausdruck sehr unterschiedlich interpretieren («Proceedings of the National Academy of Sciences»). 340 Probandinnen und Probanden sollten am Computer das Gesicht eines



Avatars so lange verändern, bis er ihrer Meinung nach ein bestimmtes Gefühl darstellte. Dabei zeigte sich, dass die Versuchsteilnehmer den Ausdruck von Ärger, Glück oder Traurigkeit manchmal völlig anders wahrnahmen. (pim.)

Wohin Fische beim Schwimmen schauen

Wo schauen eigentlich Fische hin, wenn sie schwimmen? Für uns Menschen mag das nicht die bewegendste aller Fragen sein, für die Fische hingegen schon, denn wollen sie verhindern, dass sie von Wasserströmungen weggetragen werden, müssen die Tiere sich verlässlich orientieren können. Jetzt sind amerikanische Forscher dieses Problem

mit Experimenten an Zebrafischen angegangen. Dabei hat sich gezeigt, dass diese beim Schwimmen stets nach unten schauen («Current Biology»). Nur das Betrachten des Flussgrunds liefere den Fischen verlässliche Informationen über ihre Schwimmrichtung und ihre Geschwindigkeit, so die Wissenschaftler. Verliessen sie sich auf andere Fische oder Pflanzenteile im Wasser, würden sie in ihrer Orientierung getäuscht. (pim.)

Smartphones messen Brücken-Vibrationen

Über den Sinn von Smartphones kann man sich streiten, Forscher haben jetzt aber einen neuen, wertvollen Verwendungszweck dieser Geräte entdeckt. Jedes Smartphone enthält einen Beschleunigungsmesser. Damit lassen sich die Vibrationen von Brücken relativ genau erfassen, wie Versuche an der Golden Gate Bridge in San Francisco ergeben haben («Communications Engineering»). Solche Daten könnten künftig helfen, den Zustand von Brücken zu bewerten. (pim.)

Verlust grosser Wirbeltiere

Madagaskar ist bekannt für seine grosse Biodiversität. Grössere Wirbeltiere sind allerdings verschwunden. Eine Studie in «Current Biology» zeigt, dass dieser Verlust mit einem vor rund 1000

Jahren einsetzenden Bevölkerungswachstum einherging. Damals endete die Isolation einer Urbevölkerung, die wenige hundert Individuen umfasste, durch eine aus Afrika einwandernde Menschengruppe. Heute leben auf Madagaskar etwa 25 Millionen Menschen. (hir.)

Schluss-Strich von Nicolas Mahler

Ihre Publikationsliste hat LÄNGEN.

