

## TAGESRÜCKSPIEGEL HEUTE VOR 14 JAHREN



Eine Wolke von Schrottteilen kreist um die Erde.

### Crash im All Großes Chaos und ein bisschen Pech

In einer Höhe von 790 Kilometern, irgendwo über Nordsibirien, passierte es. Ausweichen war nicht möglich. Iridium 33, ein amerikanischer Kommunikationssatellit, und Cosmos 2251, ein inaktiver Satellit des russischen Militärs, stießen zusammen und zerbarsten in Tausende Teile.

Kleine und große Teile umkreisen noch heute, genau 14 Jahre nach dem Weltraumunfall, die Erde. Nichts Vergleichbares sei jemals zuvor passiert, sagte Nicholas Johnson von der amerikanischen Weltraumbehörde Nasa damals dem US-Sender CBS News. „Eine Premiere, leider.“

Anders ausgedrückt: Ein unzureichendes Überwachungssystem gepaart mit schlechter Vorhersage von Kollisionsrisiken, gepaart mit unübersichtlichem Weltraumverkehr, plus ein bisschen Pech ist gleich: Kollision. Mit mehr als elf Kilometern pro Sekunde knallten Iridium 33 und Cosmos 2251 annähernd rechtwinklig aufeinander.

Die Überreste der beiden Satelliten flogen in unterschiedliche Umlaufbahnen, über 2200 Fragmente, die größer sind als eine Handbreite, wurden bislang durch die europäische Weltraumorganisation Esa identifiziert. Entgegen erster Einschätzungen wurden die Trümmerteile 2009 keine Gefahr für die Internationale Raumstation ISS. Anderer Schrott im Weltall schon. Schon mehrfach mussten die Astronaut:innen manövrieren, um nicht getroffen zu werden. Selbst kleinste Teile können bei den hohen Geschwindigkeiten gefährlich werden.

Mehr als 36.500 größere unerwünschte Nebenprodukte der Raumfahrt umkreisen laut Esa die Erde. Eine weitere Million Teile sind kleiner als zehn, weitere 130 Millionen kleiner als einen Zentimeter. Darüber hinaus gibt es weitere Millionen millimetergroßer Objekte. Wenn eine gewisse Dichte an herumfliegenden Teilen erreicht ist, kann das eine Kettenreaktion auslösen. Ein Teil trifft ein anderes, das selbst in weitere Teile zerlegt wird und dadurch neue Trümmer kreiert.

Der Weltraummüll ließe sich vermeiden, indem Raketen und Satelliten mit einem eigenen Antriebssystem ausgestattet. Dann ließen sie sich aus der Ferne wieder in die Atmosphäre befördern, wo sie verglühen. Gefordert wird diese Maßnahme seit vielen Jahren, allerdings werden ständig neue Satelliten ins All geschossen. Das Problem der kosmischen Müllkippe verschärft sich. *Miray Caliskan*



Informationsjäger. Kommt eine Erdbebenwelle, wird das Kabel ein wenig gedehnt oder gestaucht. Diese Längenänderung zeigt sich in den Daten des reflektierten Laserlichts.

# Warnung vor der Welle Glasfaser als präziser Erdbebensensor

Von Ralf Nestler

**E**rdbeben lassen sich weder verhindern noch vorhersagen. Dennoch kann Vorsorge getroffen werden, um katastrophalen Folgen zu vermeiden. Dazu gehört erstens das erdbebensichere Bauen, damit Gebäude nicht kollabieren und Menschen unter sich begraben. Zwar gibt es in vielen Ländern entsprechende Vorschriften, ob diese eingehalten werden, ist eine andere Frage.

Und zweitens ein Frühwarnsystem, das Zeit verschafft, um Menschen aufzufordern die Häuser zu verlassen, Pipelines zu schließen, Kraftwerke herunterzufahren oder Operationen zu unterbrechen.

Das Prinzip: Sobald Seismometer in der Landschaft die ersten (primären) Erdbebenwellen erfassen, leiten sie automatisch den Alarm mit Lichtgeschwindigkeit an die nächste Großstadt. Da die verheerenden Erdbebenwellen, von Fachleuten als Sekundär- oder Scherwellen bezeichnet, langsamer sind, bleiben der Stadt einige Sekunden zwischen Alarmierung

#### Türkisches Warnsystem

In der Türkei haben Forscher der Dokuz Eylül University ein Erdbeben-Frühwarnsystem entwickelt. Geräte und Software stammen **aus dem Land** selbst und sollen bei Gefahr Strom- und Gasleitungen unterbrechen. Zudem sollen automatisiert Warnungen auf **Mobiltelefone** verschickt werden. Das System wurde derzeit nur in **Izmir** betrieben. Es sei aber für alle Provinzen mit **hohem seismischen Risiko** geeignet, zitierte „Daily Sabah“ Anfang Februar den Forscher Hasan Sözbilir. Das System sollte demnach Ende des Monats regulär in Betrieb gehen.

und dem Eintreffen der gefürchteten Wellen.

Je mehr Seismometer vorhanden sind, umso früher werden Erdbeben erkannt und wertvolle Zeit gewonnen. Anstatt viele dieser Spezialapparate aufzubauen, könnten auch Glasfaserkabel diese Aufgabe übernehmen. Forschungen dazu sind in der Geophysik gerade ein Topthema, die zigfach im Boden verlegten Kommunikationsleitungen gelten als vielversprechendes Werkzeug.

#### Verfahren wird erst erforscht

So funktioniert es: In eine Glasfaser werden fortwährend Laserpulse hineingeschickt. Keine Faser ist perfekt, überall gibt es kleine Störstellen, an denen ein Teil des Laserlichts zurückgeworfen wird. Aus der Laufzeit der reflektierten Pulse berechnet ein Computer, 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.

Noch ist das Verfahren im Forschungsstadium. Ein Problem sind die Datenmengen. Schnell kommen bei dieser Glasfaserseismologie hundertmal so viele Messwerte zusammen wie bei herkömmlichen Methoden. „Gerade bei Echtzeitanwendungen wie Frühwarnsystemen ist das problematisch“, sagt Philippe Jousset, der diese Technologie am Deutschen Geoforschungszentrum (GFZ) Potsdam vorantreibt. Man arbeite unter anderem an besseren Algorithmen, um die Menge sinnvoll zu reduzieren und beherrschen zu können. Zum anderen muss gewährleistet sein, dass die Kabel gut in die Erdschichten eingebunden sind. Je besser diese Kopplung, umso genauer die Messung.

Unter Experten werde diskutiert, ob verlegte Telefonkabel das leisten können, berichtet Jousset. „Wir haben Experimente mit bestehenden Leitungen gemacht, auf Island und in Dörfern am Ätna, und haben tolle Resultate erhalten“, berichtet der Geophysiker. Er ist optimistisch, dass die Technologie eines Tages praxistauglich ist und vorhandene Glasfasernetze nutzen kann, um Menschen frühzeitig vor Beben zu warnen.

#### Vorwarnzeit wird erhöht

Dies gilt nicht nur an Land, sondern insbesondere für Beben unter dem Meer. Denn dort sind herkömmliche Seismometer selten, ehe die seismischen Wellen die Apparate an Land erreichen, geht Zeit verloren. Nutzte man die bereits verlegten Kabel am Meeresgrund, wäre die Überwachung genauer.

In einer aktuellen Studie haben Forscher um Itzhak Lior von der Hebrew University Jerusalem Erdbeben vor Chile, Frankreich und Griechenland analysiert, die von Glasfasern erfasst wurden. Die Technik sei zuverlässig, schreiben sie in „Scientific Reports“. Die Vorwarnzeit nach diesen Seebeben sei um bis zu einer halben Minute erhöht, verglichen mit Instrumenten auf dem Festland.

Die Kabel sind nicht nur für Frühwarnsysteme interessant, sondern auch, um die seismische Gefährdung einzuschätzen. Dazu müssen Forscher ermitteln, wo es im Untergrund Bruchzonen gibt, wie oft und mit welcher Stärke die Erde bebt. Auch kleine, von Menschen nicht wahrnehmbare Erschütterungen sind für solche Statistiken hilfreich.

Mit herkömmlicher Technik bräuchte es viele Seismometer, die beschafft, aufgestellt, nicht zuletzt vor Diebstahl und Beschädigung zu schützen sind. Gerade in Städten wären die zahlreich verlegten Glasfaserkabel eine bessere Alternative, die weitaus mehr „virtuelle“ Sensoren bietet und zugleich robust und billiger ist.

„Wir benötigen davon nur eine ungenutzte Faser“, sagt Andreas Fichtner von der ETH Zürich. Die sei eigentlich immer verfügbar, weil die Betreiber mehr Kapazität verlegen lassen als aktuell 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.

Bislang konnten die Wissenschaftler überzeugen und haben beispielsweise in Athen einen präzisen Einblick in den seismischen Untergrund der Stadt erhalten.