



Tsunami - Frühwarnung: Neue Möglichkeiten der Geodäsie

Jochen Zschau, GeoForschungsZentrum Potsdam

Der Tsunami vom 17. Juli d. J. an der Küste von Java, bei dem mehr als 500 Menschen ihr Leben lassen mussten, hat erneut deutlich gemacht, dass wir auch nach der Jahrhundert - Katastrophe vom 26. Dezember 2004 in den Anrainerländern des Indischen Ozeans noch nicht ausreichend gerüstet sind, um an jedem gefährdeten Küstenstreifen auf unserem Globus rechtzeitig vor den tödlichen Flutwellen warnen zu können. Der Aufbau des Frühwarnsystems für den Indik läuft zwar auf Hochtouren, wird aber plangemäß erst im Laufe des Jahres 2008 abgeschlossen sein. Ähnliche Systeme für andere besonders gefährdete Regionen, wie der Mittelmeerraum und die Karibik, sind erst in Vorbereitung bzw. in Diskussion.

Dennoch hat sich im Vergleich zu der Zeit vor der Jahrhundertkatastrophe viel getan. U.a. war die Katastrophe besonders in Wissenschaftskreisen Anlass, neue Ideen für eine effektivere Tsunami-Frühwarnung zu entwickeln und zu testen. Neben den Anstrengungen der Seismologie, Daten tsunamigener Erdbeben genauer und schneller zur Verfügung zu stellen, sind es insbesondere Entwicklungen in den erdorientierten Satellitenverfahren der Geodäsie, die erhebliche Verbesserungen der Tsunami-Frühwarnung versprechen und mittelfristig die bisher verwendeten Technologien revolutionieren könnten.

Solche Verbesserungen setzen bereits vor der eigentlichen Warnung an, z. B. bei der

- **Einschätzung der Gefährdung durch tsunamigene Erdbeben.** Über das Auftreten von Mega-Ereignissen wie im Dez. 2004 besitzen wir keine ausreichende Statistik, um auf klassischem Weg, d.h. über die Bebenhäufigkeit in der Vergangenheit, deren Eintrittswahrscheinlichkeiten abzuschätzen. Hochgenaue Schwerfeldmissionen der Satellitengeodäsie, künstliche Radaraugen aus dem All und punktgenaue Deformationsmessungen mit Hilfe von GPS-Satelliten liefern dagegen jetzt die Daten, die notwendig sind, um Umlagerungen von Spannungen in der Erdkruste und einen möglicherweise kritischen Spannungsaufbau zu detektieren und zu modellieren.

Auch die

- **Einschätzung des Tsunami-Risikos,** d.h. die Vorhersage, mit welchen Schäden im Fall eines Tsunamis zu rechnen ist, wird mehr und mehr durch Fernerkundungsdaten aus dem Weltraum unterstützt. Fernerkundungssatelliten beginnen, wichtige Details über die Infrastruktur städtischer Ballungszentren und ihrer Vulnerabilität zu liefern und erlauben es auch, schnelle und behördlich nicht erfasste Veränderungen in der Infrastruktur zu monitoren.

Ein besonderes Problem der Tsunami-Frühwarnung ist die

- **Erfassung der Entwicklung des Erdbebenbruchs in Echtzeit.** Details dieser Bruchentwicklung bestimmen die Tsunami-Anregung und werden für eine verlässliche Simulation der Tsunami-Ausbreitung vor Erreichen der Küste benötigt. Mit Hilfe von Seismometern ließ sich der Bruch bisher verlässlich nur aus größerer Entfernung vom Erdbebenherd verfolgen, was mit einer Verzögerung um kostbare Minuten verbunden war. Eine neue Studie hat aber jetzt gezeigt, dass der Erdbebenbruch mit weniger als drei Minuten Zeitverzögerung verfolgt werden kann, wenn die Erdkrusten-Deformation mit GPS-Empfängern in einer kettenförmigen Anordnung parallel zur tsunamigenen Erdbebenzone gemessen wird. Eine entsprechende „GPS-Dreierkette“ soll im deutsch-indonesischen Projekt für den Indischen Ozean zur Anwendung kommen.

Neben der erstmaligen Verwendung von

- **GPS auf neuartigen Bojen** zur Wasserstandsmessung im offenen Ozean

und dem zunehmenden Einsatz von

- **GPS als Referenz für Küstenpegel** zur Unterscheidung zwischen Wasserstandsbewegungen und Bodenverschiebungen bei einer Tsunami-Bedrohung

zeichnet sich auch bereits eine Entwicklung am Horizont ab, deren Einsatz in Zukunft eine völlig neue Strategie der Tsunami-Frühwarnung bedeuten würde. Die sogenannte

- **GPS-Reflektrometrie** nützt die Tatsache, dass GPS-Signale an der Meeresoberfläche reflektiert werden und dass die reflektierten Signale Bewegungen der Wasseroberfläche mit Zentimetergenauigkeit abbilden können. Mit den amerikanischen GPS-, den russischen GLONASS- und demnächst auch den europäischen GALILEO-Satelliten werden in den kommenden Jahren an die 90 Satelliten zur Verfügung stehen, die GPS-ähnliche Signale aussenden und die Meeresoberflächen aller Weltmeere mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung in dieser Weise überwachen könnten. Dies würde allerdings zusätzlich auch eine Reihe niedrig fliegender Satelliten benötigen, um die an der Meeresoberfläche reflektierten Signale wieder aufzufangen. Eine solche Technologie würde nicht nur die Tsunami-Frühwarnung verbessern und vereinfachen, sondern auch Extremwasserstände anderer Art sowie Gezeiten und Seegang flächendeckend und schnell erfassen können.