

Abschätzung der mittleren jährlichen Freisetzung von seismischem Moment eines Planeten anhand der stärksten beobachteten Ereignisse

M. Knapmeyer (DLR), A-C. Plesa (DLR), M. Golombek (JPL)

Geologische und geodynamische Analysen des Planeten Mars erlauben nur indirekte Rückschlüsse über seine Seismizität: Aus Ausdehnung und Alter der existierenden tektonischen Strukturen (hauptsächlich Gräben und Aufschiebungen, wenige Blattverschiebungen) kann abgeschätzt werden, wie viel seismisches Moment bei ihrer Bildung freigesetzt wurde und in welchem Zeitraum. Dies liefert ein Maß für das pro Jahr im Mittel zur Verfügung stehende seismische Momenten-Budget. Analog kann aus geodynamischen Modellrechnungen eine Deformationsrate durch mantle drag sowie säkulare Abkühlung des Planeten als Ganzem geschätzt und ebenfalls in ein jährliches seismisches Momenten-Budget umgerechnet werden. Abschätzungen über Wiederkehrzeiten oder *b*-value sind dagegen nicht möglich.

Allerdings weisen fast alle tektonischen Strukturen ein hohes Alter auf, so daß darauf basierende Seismizitätsschätzungen für die Gegenwart einer gewissen Extrapolation bedürfen. Geodynamische Modellrechnungen andererseits müssen notwendigerweise Annahmen über die Eigenschaften und thermische Evolution des modellierten Planeten machen. Eine Bestimmung des jährlichen Momenten-Budgets aus Beobachtungsdaten liefert daher eine nützliche Einschränkung für die relevanten Modellparameter.

Anders als auf der Erde, wo hunderte seismischer Stationen über Jahrzehnte beispielsweise zum Global Centroid Moment Tensor Katalog beitragen, stehen von anderen Himmelskörpern nur wenige Meßdaten zu Verfügung. Insbesondere wird die Seismizität des Mars ab Ende 2018 für zwei oder mehr Jahre von der NASA-Mission InSight mit einem Breitband- und einem kurzperiodischen Seismometer beobachtet werden.

Wir verwenden eine von Vor- und Nachbeben bereinigte (declustering nach Reasenberg, 1985) und auf eine mit der Zeit konstante Detektionsschwelle von $2 \times 10^{17} \text{ Nm}$ reduzierte Version des GCMT-Katalogs um zu untersuchen, wie genau sich das langjährige Mittel von ca. $3 \times 10^{23} \text{ Nm/a}$ mit einer stark begrenzten Auswahl von Ereignissen schätzen läßt.

Durch das declustering kann mit dem GCMT-Katalog ein Bootstrap-Verfahren implementiert werden, welches die Konstruktion von sehr vielen Katalogen unterschiedlicher Registrierzeiträume und eine entsprechende statistische Auswertung erlaubt.

Wir betrachten nur das stärkste zu jedem Zeitpunkt jemals beobachtete Ereignis und schätzen dessen Wiederkehrperiode durch die Zeit seit Beginn der Beobachtung ab. Wir gehen davon aus, daß das stärkste jemals beobachtete Ereignis nach einer gewissen Beobachtungsdauer ein global detektierbares Ereignis sein wird, so daß die vermutlich hohe Detektionsschwelle bei Verwendung nur eines einzigen Seismometers dann keine Rolle mehr spielt.

Das zentrale 50%-Perzentil unseres Schätzers enthält das tatsächliche langjährige Mittel des GCMT-Katalogs von Anfang an. Bereits nach einem Jahr Beobachtungszeit hat dieses Perzentil eine Breite entsprechend nur etwa einer Einheit der Momentenmagnitude.