

ZUM NACHDENKEN

Das doppelte Inferno: der Warburton-Einschlag



Der Einschlag eines großen Doppelkörpers vor mindestens 300 Millionen Jahren auf den australischen Kontinent ist offenbar für die Existenz des Warburton-Beckens verantwortlich. Es besteht aus zwei Teilen, dem westlichen, mindestens $d_w = 200$ km großen Becken, und dem elliptischen östlichen mit $a_o \times b_o = 220 \text{ km} \times 195 \text{ km}$. Zusammengefasst hat das Warburton-Becken eine elliptische Größe von rund $a_{WB} \times b_{WB} = 450 \text{ km} \times 300 \text{ km}$.

Aufgabe 1: a) Welchen äquivalenten Durchmesser d_o hätte ein kreisförmiger Krater mit der gleichen Fläche wie das östliche Warburton-Becken? b) Welchen äquivalenten Durchmesser d_{WB} hätte das komplette Warburton-Becken?

Aufgabe 2: Erkenntnisse über den Zusammenhang von Kratergröße und Impaktor kommen aus verschiedenen Quellen. Neben theoretischen Ansätzen gibt es Erfahrungen aus Nuklearwaffentests und Beschussexperimenten. Nach einem so genannten Pi-Gruppen-Skalierungsverfahren lässt sich die finale Kratergröße D_{final} durch folgende (vereinfachte) Gleichung ermitteln:

$$D_{\text{final}} = 0,406 \text{ m} \left(\frac{D_{\pi}}{\text{m}} \right)^{1,18}$$

Dabei ist die Hilfsgröße D_{π} gegeben durch:

$$D_{\pi} = D_{\text{scale}} c_d Fr_{\text{inv}}^{-\beta}$$

Darin ist $D_{\text{scale}} = (m_i/\rho_i)^{1/3}$ eine für Impaktor und Targetdichte charakteristische Länge, $c_d = 1,6$ ein Skalierungsfaktor und $Fr_{\text{inv}} = 1,61 g_t D_i/v_i^2$ ist die invertierte, nach William Froude benannte Froude-Zahl. Sie stellt einen Zusammenhang her zwischen Trägheits- und Schwerkraften, wenn der Impakt als hydrodynamisches Ereignis aufgefasst wird. $\beta = 0,22$ beschreibt den Einfluss der Froude-Zahl auf den Kraterdurchmesser. Die Masse des Impaktors ist $m_i = (4\pi/3) \rho_i r_i^3$, die Dichten von Impaktor und Targetgestein sind $\rho_i = \rho_t = 3000 \text{ kg/m}^3$, die Schwerebeschleunigung an der Erdoberfläche ist $g_t = 9,81 \text{ m/s}^2$ und die Geschwindigkeit des Einschlags ist $v_i = 17 \text{ km/s}$. Außerdem gilt $D_i = 2 r_i$. Wie groß sind die Impaktordurchmesser D_i für die drei Kratergrößen d_w , d_o und d_{WB} ? AMQ

Ihre Lösungen senden Sie bitte bis zum **5. November 2015** an: Redaktion SuW – Zum Nachdenken, Haus der Astronomie, MPIA-Campus, Königstuhl 17, D-69117 Heidelberg. Fax: 06221 528377. Einmal im Jahr werden unter den erfolgreichen Lösern **Preise** verlost: siehe S. 101

Bislang ist auch noch nicht klar, wann der potenzielle Asteroid auf der Erde einschlug. Das umgebende Gestein ist 300 bis 600 Millionen Jahre alt – der Einschlag hat sich also wahrscheinlich innerhalb dieses Zeitraums ereignet. Allerdings haben die Wissenschaftler zumindest in den 300 Millionen Jahren alten Gesteinsschichten noch keine Hinweise auf die charakteristischen Sedimentablagerungen finden können, die sich im Zuge eines solchen Impakts bilden. So ist beispielsweise der Meteoriteneinschlag, der den Chicxulub-Krater erzeugte, durch weltweit erhöhte Iridium-Konzentrationen gekennzeichnet, da sich der Meteoritenstaub durch den Einschlag über den gesamten Globus verteilte.

Der endgültige Beweis fehlt: ein Massenaussterben

Und noch etwas fehlt, auch wenn es etwas makaber klingt: das passende Massenaussterben. Im Fall des Falles wäre der Asteroid nämlich größer als derjenige, der am Ende der Kreidezeit eine globale Klimakatastrophe auslöste und so das Aussterben der Dinosaurier verursachte. Eine derartige Apokalypse fehlt derzeit noch für das Warburton-Becken – sofern der Einschlag vor nur rund 300 Millionen Jahren erfolgte. Bei einem Alter näher am Präkambrium, also vor rund 600 Millionen Jahren, gab es noch keinerlei komplexe Lebensformen, sondern vielmehr nur Einzeller – und damit auch kein Massenaussterben. Bis man für das geringere Alter eines gefunden hat, lassen sich vulkanische oder tektonische Aktivitäten als Ursachen für den australischen Doppelkrater nicht generell ausschließen.

FRANZISKA KONITZER studierte Physik und Astrophysik an der University of York in Großbritannien und schloss das Studium mit einem Master ab. Derzeit ist sie in München als freie Journalistin tätig.

Einblicke in die unterirdische geologische Struktur. Die Datenauswertung für das Warburton-Becken ergab strukturelle Anomalien, die darauf hindeuten, dass die Erdkruste an dieser Stelle bis zu 20 Kilometer tief zerbrochen wurde (siehe Grafik Seite 17 oben).

Zusätzliche Magnetfeldmessungen weisen auf besonders dichte, stark magnetium- und eisenhaltige Bereiche im Zentrum beider Becken hin. Diese Materialzusammensetzung entspricht eher dem Erdmantel als der Erdkruste und könnte durch Rückstoßeffekte zustande gekommen sein. Demnach hat sich nach dem Asteroidenaufprall im Zentrum der beiden

Krater ein Dom gebildet, als die Erdkruste zurück federte und dabei auch Material aus dem tiefer liegenden Erdmantel nach oben beförderte.

Um den Doppelkrater im Warburton-Becken allerdings als gesicherte Entdeckung verbuchen zu können, sind noch weitere Untersuchungen mit Hilfe der Reflexionsseismik nötig. Dazu dienen künstlich erzeugte seismische Wellen, die von Materialien und Strukturen im Erdinneren unterschiedlich reflektiert werden. So lassen sich genauere Aufschlüsse etwa über die veränderte Materialzusammensetzung im Zuge des Rückstoßeffekts nach dem Aufschlag gewinnen.

Literaturhinweis

Glikson, A. Y. et al.: Geophysical Anomalies and Quartz Deformation of the Warburton West Structure, Central Australia. In: Tectonophysics 643, S. 55–72, 2015

W I S Didaktische Materialien:
www.wissenschaft-schulen.de/artikel/1156156