

Medienmitteilung, 15. April 2024

Wie Pluto zu seinem Herzen kam

Ein internationales Team von Astrophysikerinnen und Astrophysikern unter der Leitung der Universität Bern und Mitgliedern des Nationalen Forschungsschwerpunkts (NFS) PlanetS hat das Rätsel gelöst, wie Pluto zu einer riesigen herzförmigen Struktur auf seiner Oberfläche gekommen ist: Das Forschungsteam ist das erste, dem es gelungen ist, die ungewöhnliche Form mit numerischen Simulationen zu reproduzieren und sie auf einen riesigen und langsamen Einschlag aus einem schrägem Winkel zurückzuführen.

Seit die Kameras der NASA-Mission New Horizons im Jahr 2015 eine grosse herzförmige Struktur auf der Oberfläche des Zwergplaneten Pluto entdeckt haben, gibt dieses «Herz» Astrophysikerinnen und Astrophysikern aufgrund seiner einzigartigen Form, seiner geologischen Zusammensetzung und seiner Höhe Rätsel auf. Ein Team von Forschenden der Universität Bern, darunter mehrere Mitglieder des Nationalen Forschungsschwerpunkts (NFS) PlanetS, und der University of Arizona in Tucson, hat mit numerischen Simulationen die Entstehung von Sputnik Planitia, dem westlichen, tropfenförmigen Teil von Plutos «Herz»-Oberfläche, untersucht. Ihren Untersuchungen zufolge wurde Plutos frühe Geschichte durch ein drastisches, plötzliches Ereignis geprägt, aus dem Sputnik Planitia hervorging: eine Kollision mit einem planetarischen Körper mit einem Durchmesser von etwa 700 Kilometern, was von Ost nach West ungefähr zweimal der Grösse der Schweiz entspricht. Die Ergebnisse des Teams, die soeben in *Nature Astronomy* veröffentlicht wurden, deuten auch darauf hin, dass die innere Struktur von Pluto anders ist als bisher angenommen, was darauf hindeutet, dass es keinen unterirdischen Ozean gibt.

Ein geteiltes Herz

Das «Herz», auch bekannt als Tombaugh Regio, erregte sofort nach seiner Entdeckung die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit. Es weckte aber auch sofort das Interesse von Forschenden, weil es mit einem Material mit hohem Rückstrahlvermögen bedeckt ist, das mehr Licht reflektiert als seine Umgebung, wodurch seine weissere Farbe entsteht. Das «Herz» besteht jedoch nicht aus einem einzelnen Element. Der westliche Teil wird Sputnik Planitia genannt und umfasst eine Fläche von 1'200 mal 2'000 Kilometer, was einem Viertel der Fläche Europas oder der Vereinigten Staaten entspricht. Auffallend ist jedoch, dass diese Region drei bis vier Kilometer tiefer liegt als der grösste Teil der Oberfläche des Plutos. «Das helle Erscheinungsbild von Sputnik Planitia ist darauf zurückzuführen, dass es überwiegend mit weissem Stickstoff-Eis gefüllt ist. Das Eis bewegt sich, und es findet ein Strömungstransport statt, so dass die Oberfläche ständig geglättet wird. Dieser Stickstoff hat sich höchstwahrscheinlich nach dem Einschlag aufgrund der geringeren Höhe schnell angesammelt», erklärt Dr. Harry Ballantyne von der Universität Bern, Hauptautor der Studie. Der östliche Teil des «Herzens» ist ebenfalls von einer ähnlichen, aber viel dünneren Schicht aus Stickstoffeis bedeckt, deren Ursprung den Forschenden noch unklar ist, die aber wahrscheinlich mit Sputnik Planitia zusammenhängt.

Ein schräger Einschlag

«Die längliche Form von Sputnik Planitia deutet stark darauf hin, dass es sich nicht um einen direkten Frontalaufprall, sondern um einen Schrägaufprall handelte», betont Dr. Martin Jutzi von der Universität Bern, der die Studie initiiert hat. Deshalb hat das Team, wie mehrere andere auf der ganzen Welt, die Berner SPH-Simulationssoftware (Smoothed Particle Hydrodynamics) verwendet, um solche Einschläge digital nachzubilden und dabei sowohl die Zusammensetzung von Pluto und des Einschlagkörpers als auch dessen Geschwindigkeit und seinen Einschlagswinkel zu variieren. Diese Simulationen bestätigten die Vermutungen über den schrägen Einschlagswinkel und bestimmten die Zusammensetzung des Einschlagkörpers.

«Plutos Kern ist so kalt, dass das Gestein sehr hart blieb und trotz der Hitze des Einschlags nicht schmolz. Und dank des schrägen Einschlagswinkels und der geringen Geschwindigkeit sank der Kern des Einschlagkörpers nicht in Plutos Kern ein, sondern blieb auf ihm liegen», erklärt Harry Ballantyne. «Irgendwo unter Sputnik befindet sich der Restkern eines anderen massiven Körpers, den Pluto nie ganz verdaut hat», ergänzt Mitautor Erik Asphaug von der University of Arizona. Diese Härte des Kerns von Pluto und die relativ niedrige Geschwindigkeit des Einschlagkörpers waren der Schlüssel zum Erfolg der Simulationen: Eine geringere Stärke würde zu einer sehr symmetrischen Oberflächenstruktur führen, die nicht wie die von New Horizons beobachtete Tropfenform aussieht. «Wir sind daran gewöhnt, uns Planetenkollisionen als unglaublich intensive Ereignisse vorzustellen, bei denen man die Details ignorieren kann, mit Ausnahme von Dingen wie Energie, Impuls und Dichte. Aber im fernen Sonnensystem sind die Geschwindigkeiten so viel langsamer und das feste Eis so stark, dass man bei seinen Berechnungen viel genauer sein muss. Da fängt der Spass an», sagt Erik Asphaug. Die beiden Teams arbeiten seit langem zusammen und erforschen bereits seit 2011 die Idee planetarer «Splats», um zum Beispiel Merkmale auf der Rückseite des Mondes zu erklären. Nach unserem Mond und Pluto plant das Team der Universität Bern, ähnliche Szenarien für andere Körper des äusseren Sonnensystems zu erforschen, wie zum Beispiel für den Zwergplaneten Haumea.

Kein unterirdischer Ozean auf Pluto

Die aktuelle Studie wirft auch ein neues Licht auf Plutos innere Struktur. Tatsächlich ist es sehr viel wahrscheinlicher, dass ein riesiger Einschlag wie der simulierte sehr früh in Plutos Geschichte stattgefunden hat. Dies wirft jedoch ein Problem auf: Es ist anzunehmen, dass sich eine riesige Vertiefung wie Sputnik Planitia im Laufe der Zeit aufgrund der physikalischen Gesetze langsam in Richtung des Pols des Zwergplaneten bewegen würde, da sie ein Massendefizit aufweist. Doch sie befindet sich in der Nähe des Äquators. Die bisherige Theorie besagt, dass Pluto, wie mehrere andere Planeten im äusseren Sonnensystem, einen unterirdischen Ozean aus flüssigem Wasser besitzt. Gemäss dieser Theorie wäre die Eiskruste des Pluto in der Region Sputnik Planitia dünner, so dass sich der Ozean dort ausbeult, und da flüssiges Wasser dichter ist als Eis, entstünde ein Massenüberschuss, der eine Wanderung von Sputnik Planitia in Richtung Äquator bewirken würde.

Die neue Studie bietet jedoch eine alternative Perspektive. «In unseren Simulationen wird der gesamte ursprüngliche Mantel des Pluto durch den Einschlag ausgehöhlt, und wenn das Kernmaterial des Einschlagkörpers auf dem Kern des Pluto angelagert wird, entsteht ein lokaler Massenüberschuss, der die Wanderung in Richtung Äquator ohne einen unterirdischen Ozean, oder höchstens einen sehr dünnen, erklären kann», sagt Martin Jutzi. Dr. Adeene Denton von der University of Arizona, ebenfalls Mitautorin der Studie, führt derzeit ein neues Forschungsprojekt durch, um die Geschwindigkeit dieser Wanderung zu bestimmen. «Dieser neuartige und kreative Ansatz, den Ursprung von Plutos herzförmiger Struktur zu erklären, könnte zu einem besseren Verständnis von Plutos Ursprung führen», bemerkt sie abschliessend.

Angaben zur Publikation:

Sputnik Planitia as an impactor remnant indicative of an ancient rocky mascon in an oceanless Pluto by H. Ballantyne et al. is published in Nature Astronomy.

<https://www.nature.com/articles/s41550-024-02248-1>

DOI: 10.1038/s41550-024-02248-1

Kontakt:

Dr. Harry Ballantyne (English)

Physikalisches Institut, Weltraumforschung und Planetologie (WP), Universität Bern und NFS PlanetS

E-Mail: harry.ballantyne@unibas.ch

Tel: +41 76 799 09 82

Dr. Martin Jutzi (German/English)

Physikalisches Institut, Weltraumforschung und Planetologie (WP), Universität Bern und NFS PlanetS

E-Mail: martin.jutzi@unibe.ch

Tel: +41 31 684 85 49

Prof. Erik Ian Asphaug (English)

Lunar and Planetary Laboratory, University of Arizona (USA)

E-Mail: asphaug@arizona.edu

Tel: +1 520 626 9075

Dr. Adeene Denton (English)

Lunar and Planetary Laboratory, University of Arizona (USA)

E-Mail: adeened@arizona.edu

Tel: +1 210 834 7472

Berner Weltraumforschung: Seit der ersten Mondlandung an der Weltspitze

Als am 21. Juli 1969 Buzz Aldrin als zweiter Mann aus der Mondlandefähre stieg, entrollte er als erstes das Berner Sonnenwindsegel und steckte es noch vor der amerikanischen Flagge in den Boden des Mondes. Dieses Solarwind Composition Experiment (SWC), welches von Prof. Dr. Johannes Geiss und seinem Team am Physikalischen Institut der Universität Bern geplant und ausgewertet wurde, war ein erster grosser Höhepunkt in der Geschichte der Berner Weltraumforschung.

Die Berner Weltraumforschung ist seit damals an der Weltspitze mit dabei: Die Universität Bern nimmt regelmässig an Weltraummissionen der grossen Weltraumorganisationen wie ESA, NASA oder JAXA teil. Mit CHEOPS teilt sich die Universität Bern die Verantwortung mit der ESA für eine ganze Mission. Zudem sind die Berner Forschenden an der Weltspitze mit dabei, wenn es etwa um Modelle und Simulationen zur Entstehung und Entwicklung von Planeten geht.

Die erfolgreiche Arbeit der [Abteilung Weltraumforschung und Planetologie \(WP\)](#) des Physikalischen Instituts der Universität Bern wurde durch die Gründung eines universitären Kompetenzzentrums, dem [Center for Space and Habitability \(CSH\)](#), gestärkt. Der Schweizer Nationalfonds sprach der Universität Bern zudem den [Nationalen Forschungsschwerpunkt \(NFS\) PlanetS](#) zu, den sie gemeinsam mit der Universität Genf leitet.