

Pluto voll im Bild

Die Raumsonde New Horizons erreichte vor einem Jahr den Zwergplaneten Pluto. Die bisherigen Bilder und Messdaten zeigen eine erstaunlich vielfältige Welt.

Plutos Oberfläche ist stark zerklüftet, wie dieser 1250 Kilometer breite Ausschnitt zeigt. Zu erkennen ist die Atmosphäre mit mehreren Dunstschichten.



Fotos: NASA/Johns Hopkins Univ. Appl. Phys. Lab./Southwest Research Inst.

Am 14. Juli 2015, nach neun Jahren Reise, war es soweit: Die Sonde New Horizons¹⁾ durchquerte das Plutosystem und näherte sich der Oberfläche von Pluto bis auf etwa 12 500 km an, der kleinste Abstand zu Mond Charon betrug rund 29 000 km. Pluto, der 2006 zum Zwergplaneten degradiert wurde [1], rückte damit wieder ins Rampenlicht. New Horizons führt sechs Messinstrumente an Bord: zwei Kamera- und Spektrometersysteme für den optischen und den Nahinfrarotbereich, ein UV-Spektrometer, zwei Instrumente zur Messung elektrisch geladener und neutraler Teilchen sowie einen Detektor für Staubpartikel. Die im Oktober 2015 veröffentlichten Bilder und Messergebnisse enthüllten ein überraschend vielfältiges Plutosystem [2]. Neue Daten und Auswertungen vervollständigen unser neues Bild vom Pluto [3–7].

Pluto und Charon durchliefen jeweils eine sehr komplexe, aber unterschiedliche geologische Entwicklung. Beim großen Abstand zur Sonne betragen die Oberflächentemperaturen nur etwa 33 bis 55 K. Wasser ist daher ständig tiefgefroren, und auch gasförmige Substanzen wie Kohlenmonoxid (CO) und Stickstoff (N₂) sind bei diesen Temperaturen fest. Sublimieren und Rekondensieren führen allerdings zu sehr langsamen Veränderungen der Oberfläche.

Die Bilder von Pluto zeigen bizarre Eislandschaften mit bis zu 10 km hohen Bergen aus hart gefrorenem Eis. Methan (CH₄) kondensiert in den Hochlagen der Berge sowie auf der Winterhalbkugel [3].

Anhand der Häufigkeit von Einschlagkratern lässt sich bestimmen, wie alt die Oberflächen von Himmelskörpern sind. Je dichter die Krater gesät sind, umso älter sind die Oberflächen. Die kraterreichen Regionen auf Pluto, mit Kratern von bis zu 250 km Durchmesser, ähneln auf den ersten Blick sehr den Hochländern des Erdmondes (Abb. 1). Diese Pluto-Regionen sind rund vier Milliarden Jahre alt, also relativ früh nach Entstehung unseres Planetensystems vor rund 4,6 Milliarden Jahren aus einer

interstellaren Gas- und Staubwolke entstanden. Andere Regionen mit einer geringeren Kraterdichte dürften nur rund eine Milliarde Jahre alt sein. Als jüngste Struktur gilt derzeit eine auffallend glatte Region von etwa 1000 km Ausdehnung, die eine Schicht aus Stickstoffeis mit Beimengungen von Kohlenmonoxid enthält. Sie zeigt keine Einschlagkrater und ist wohl erst innerhalb der letzten 10 Millionen Jahre entstanden. Dabei könnte es sich um ein großes Einschlagbecken handeln, das später mit Eis mit den genannten Beimengungen aufgefüllt wurde [4]. Pluto war also bis in die jüngste Vergangenheit geologisch aktiv oder ist es noch. Dabei handelt es sich hier nicht um geologische Prozesse im herkömmlichen

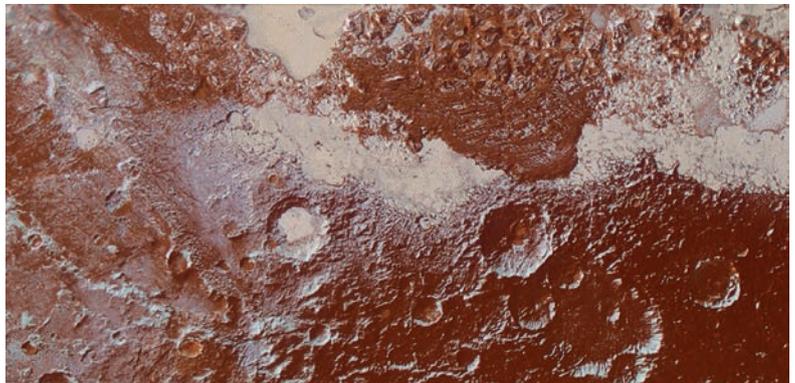


Abb. 1 Diese kontrastverstärkte Aufnahme von Plutos Oberfläche zeigt mit Einschlagkratern übersäte, rund vier Milliarden Jahre alte Gebiete (unten rechts), die von rötlichen organischen Substan-

zen überzogen sind. Die Kraterländer und größeren Gebiete links zeigen wesentlich jüngere Ablagerungen von hellem Methaneis. Die abgebildete Region ist etwa 420 × 225 km² groß.

1) Mehr Informationen zur Mission und ihrem aktuellen Stand finden sich auf <http://pluto.jhuapl.edu>

Sinne mit heißem Gesteinsmagma. An einigen Stellen findet sich fließendes Gletschereis, das immer noch in Bewegung sein könnte.

Auf Pluto fanden sich ausgedehnte Strukturen, die bis zu 220 km Durchmesser besitzen und sich bis zu 6 km über ihre Umgebung erheben. In ihrem Zentrum befindet sich jeweils eine Einwölbung, die vermutlich kein Einschlagkrater darstellt, sondern eine so genannte Caldera [4]. Auf der Erde entstehen Calderas, wenn einst mit Lava gefüllte Hohlräume unter den Gipfeln von Vulkanen in sich zusammenfallen. Auf Pluto förderten Eisvulkane vermutlich eine Mischung aus flüssigem Wasser und Eis mit Beimischungen von Stickstoff, Ammoniak (NH_3) und Methan. Ammoniak würde den Schmelzpunkt des Eises erheblich absenken, sodass sehr viel weniger Wärmeenergie notwendig wäre, um das Eis zu schmelzen, als dies bei reinem Wassereis der Fall wäre.

Plutos Oberfläche zeigt eine Vielzahl von Grabenbrüchen und Verwerfungen, die einige hundert Kilometer lang und mehrere Kilometer tief sein können. Sie überziehen weite Teile seiner Oberfläche. Das deutet darauf hin, dass sich der gesamte Himmelskörper über die Jahrmilliarden gedehnt hat. Eine Ursache dafür könnte das Ausfrieren von Plutos Eismantel sein.

Plutos Atmosphäre besteht bis in eine Höhe von etwa 1800 km hauptsächlich aus Stickstoff, aber auch Kohlenwasserstoffe wie Methan (CH_4), Azetylen (C_2H_2), Ethylen (C_2H_4) und Ethan (C_2H_6) sind vorhanden [5]. Diese Substanzen bilden zahlreiche Dunstschichten, die bis in eine Höhe von 200 km mit dem Infrarot-Spektrometer LEISA gemessen wurden (Abb. 2). Der Dunst schlägt sich auf der Oberfläche von Pluto nieder und führt zu einer lachsroten Färbung (Abb. 1). Die Atmosphäre ist äußerst dünn, der Druck an der Oberfläche beträgt nur etwa 10 Mikrobar.

Die Teilcheninstrumente an Bord von New Horizons maßen den Sonnenwind und die Plasmadichte in der Nähe des Zwergplaneten. Die Wechselwirkungsregion

mit dem Sonnenwind erwies sich als wesentlich kleiner als erwartet, was vermutlich auf eine geringe atmosphärische Verlustrate zurückzuführen ist [6]. Der Staubdetektor an Bord wies ein einziges Teilchen in der Plutoumgebung nach.

Charon scheint im Gegensatz zu Pluto zurzeit geologisch nicht aktiv zu sein. Das Alter seiner Oberfläche dürfte aufgrund der hohen gefundenen Kraterdichte mindestens vier Milliarden Jahre betragen. In der Vergangenheit hat sich seine Oberfläche wahrscheinlich ebenfalls stark gedehnt. Charon könnte einen unterirdischen Ozean gehabt haben, der in der Vergangenheit ausfror. Seine Oberfläche ist vergleichsweise hell und im Gegensatz zu Pluto von Wassereis dominiert. Seine Schwerkraft reicht nicht aus, um flüchtigere Substanzen als Wasser über lange Zeiträume festzuhalten.

Die vier kleineren Monde von Pluto sind nur etwa 10 bis 50 km groß, weichen alle deutlich von der Kugelform ab und sind länglich mit einem Achsenverhältnis von ungefähr zwei [7]. Ihre Umlaufbahnen um Pluto befinden sich alle ziemlich genau in einer Ebene. Die kleinen Monde sind möglicherweise Überreste der Kollision, durch die das Pluto-Charon-System vor mindestens vier Milliarden Jahren entstanden ist. Gegenseitige Kollisi-

onen oder Stöße mit anderen Himmelskörpern formten wahrscheinlich ihre unregelmäßige Gestalt. Ihre Oberflächen sind vergleichsweise hell, was auf einen hohen Anteil an Wassereis hindeutet.

Die Übertragung aller Daten von Pluto und seinen Monden wird im Herbst abgeschlossen sein und sicher für weitere Erkenntnisse sorgen. Derweil setzt die Sonde New Horizons ihren Weg in den Kuiper-Gürtel fort. Am 1. Januar 2019 wird sie ein etwa 35 km großes Objekt mit der Bezeichnung 2014 MU₆₉ passieren. Die Energiereserven an Bord reichen noch für einige Jahre danach aus, um weitere Objekte im Kuiper-Gürtel zu untersuchen. Etwa 2043 wird die Sonde die Helio-pause durchqueren und unser Planetensystem in den interstellaren Raum verlassen und dann allmählich die beiden Sonden Voyager 1 und 2 überholen. Wie diese beiden Sonden könnte New Horizons dann noch in regelmäßigen Abständen Daten zur Erde schicken.

Harald Krüger

- [1] H. Klahr, Physik Journal, Okt. 2006, S. 18
- [2] S. A. Stern et al., Science 350, 292 (2015)
- [3] W. M. Grundy et al., Science 351, 1283 (2016)
- [4] J. M. Moore et al., Science 351, 1284 (2016)
- [5] G. Randall et al., Science 351, 1280 (2016)
- [6] F. Bagenal et al., Science 351, 1282 (2016)
- [7] H. A. Weaver et al., Science 351, 1281 (2016)

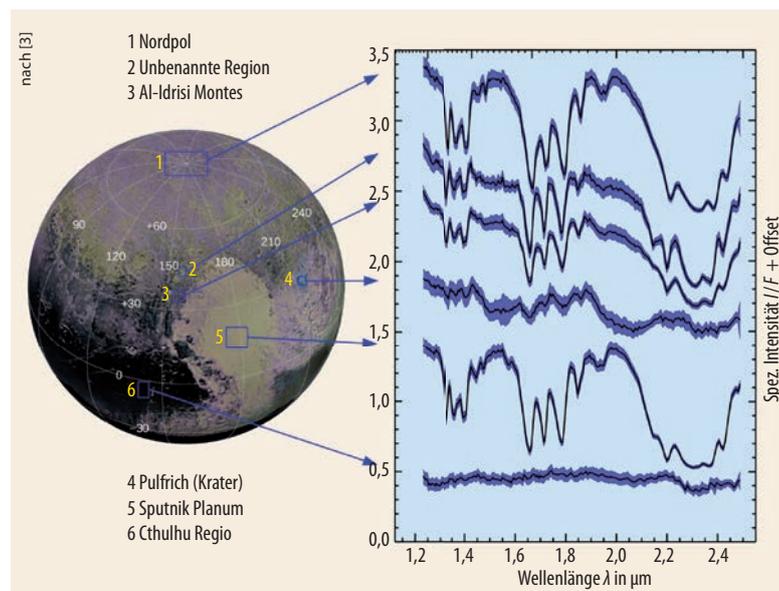


Abb. 2 Die Spektren einiger Pluto-Regionen zeigen unterschiedlich starke Absorption durch Methan (1,3 bis 1,4 μm), Stickstoff (2,15 μm), Wasser (1,5; 1,65 und

2 μm), Kohlenmonoxid (1,58 μm) und schwerere Kohlenwasserstoffverbindungen (2,3 μm).