

WISSENSCHAFT

PLUTO

Eisdünen

Andreas Lorenz-Meyer

Obwohl Pluto 30 Mal weiter von der Sonne entfernt ist als unser Planet, gibt es etliche Gemeinsamkeiten

Mit 50.000 Kilometern pro Stunde raste die Nasa-Raumsonde New Horizons vor mehr als vier Jahren an Pluto vorbei, dem eiskalten, 2006 zum Zwergplaneten degradierten Himmelskörper am Rande unseres Sonnensystems. So schnell wird es keine zweite Gelegenheit für Nahaufnahmen geben. Was auch nicht weiter schlimm ist, sind Forscher doch immer noch mit dem Auswerten des Datenmaterials vom Vorbeiflug im Juli 2015 beschäftigt. Zwar ist Pluto über 30 Mal weiter von der Sonne entfernt als die Erde, doch finden sich erstaunliche Gemeinsamkeiten. Zum Beispiel haben beide, Erde und Pluto, wandernde Dünen, wie eine Anfang Juni 2018 im Fachblatt Science veröffentlichte US-amerikanisch-britisch-deutsche Studie beschreibt. Die Plutodünen, die

auch auf den New-Horizons-Fotos zu sehen sind, reichen über knapp 75 Kilometer Länge von der Sputnik Planitia, einer Eisebene in Form eines Herzens, bis zu einem Gebirgszug. Aber wie entstanden sie und warum sind sie in ständiger Bewegung?

Auf der Erde ist es ja so, dass Winde die Dünenbildung in Gang setzen. 30 Kilometer pro Stunde in 10 Metern Höhe reichen dafür aus. Auf Pluto funktioniert es mit solchen Initialwinden aber nicht, denn dort herrschen ganz andere physikalische Bedingungen. Die Luft ist im Vergleich zur Erde 100.000 Mal dünner. „Es bräuchte Windgeschwindigkeiten von fast 1.500 Kilometern pro Stunde für die direkte Mobilisierung der Körner aus dem Boden“, erklärt Eric Parteli vom Department Geowissenschaften der Universität Köln. Die maximale Geschwindigkeit heutiger Plutowinde beträgt jedoch nur um die 40 Kilometer pro Stunde. Das reicht bei Weitem

nicht aus. Deshalb muss ein anderer Mechanismus für den Beginn des Sedimenttransports verantwortlich sein. Parteli und Kollegen fanden ihn im Inneren der Sputnik-Planitia-Ebene. Das Eis dort besteht aus festem Stickstoff und Methankörnern. Diese Körner bilden das Grundmaterial für die Dünenlandschaft. Doch wie gelangten sie aus dem Eis ins Freie? Dafür fand Parteli eine Antwort. Da die Eisschicht von Sputnik Planitia für das Sonnenlicht durchlässig ist, kann sich ihr Inneres erhitzen. Als Folge der Erhitzung sublimiert der Stickstoff. Sublimation bedeutet, ein Stoff geht vom festen direkt in den gasförmigen Zustand über, ohne zwischendurch flüssig zu werden. Das Sublimieren des Stickstoffs im Eis verursacht einen Überdruck. „Irgendwann hält die Oberfläche diesem Überdruck nicht mehr stand, und es kommt zur Explosion“, so Parteli. „Dabei werden die Methankörner aus dem Inneren der Eisschicht an die freie Luft geschleudert.“ Der Beginn der Dünenbildung.

Geringe Schwerkraft

Solche Sandexplosionen wurden auch auf dem Mars beobachtet – eine weitere Ähnlichkeit zwischen den Himmelskörpern in unserem Sonnensystem. Die Marsdünen an den Polkappen, die im Marswinter richtig weiß aussehen, zeigen zum Teil schwarze Löcher. „Schwarz, weil Sand auf dem Mars aus Basalt besteht und nicht aus Quarz wie auf der Erde“, erklärt Parteli. Diese schwarzen Löcher in der weißen Oberfläche deuten auf granulare Explosionen hin, durch Sublimation im Untergrund verursacht. Ein ähnlicher Vorgang wie auf Pluto. Jedoch machen die dort aus dem Eis herauschießenden Methankörner noch keine Wanderdünen. Dafür braucht es Energie, die die Bewegung aufrechterhält. Die physikalischen Bedingungen dafür sind auf Pluto sehr günstig. Parteli: „Unsere Berechnungen zeigen, dass Windgeschwindigkeiten zwischen 30 und 40 Kilometern pro Stunde ausreichen, um die Methankörner in Saltation zu

halten.“ Saltation meint den sich in Sprüngen vollziehende Transport der Körner, den wir auch von irdischen Wüsten kennen. Ein Teil der Körner bewegt sich hüpfend voran und prallt immer wieder auf den Boden auf. Dabei wird ein Impuls auf die noch unbeweglich daliegenden Körner übertragen – und schon bewegen sich auch diese. Einmal begonnen, hört der Prozess nicht mehr auf.

Die Forschung ist nicht allein auf die Fotos von New Horizons angewiesen. Die physikalischen Prozesse auf dem im Schnitt 5,869 Milliarden Kilometer von der Erde entfernten Pluto lassen sich mittlerweile auch gut berechnen. Zum Beispiel sind Computermodelle von Sedimenttransporten in der Lage, die Größe einer Düne auf dem Mars zu bestimmen, indem sie die Korngröße und andere physikalische Bedingungen berücksichtigen. Man rechnet hier vom Kleinen zum Großen. In der Plutostudie lief es andersherum. „Wir haben eine Art inverse Modellierung entwickelt“, sagt Parteli. „Ausgegangen von der Dünengröße konnten wir anhand der Computersimulationen auf die Korngröße auf Pluto schließen.“ Ergebnis: Die Methankörner besitzen eine Größe von 200 bis 300 Mikrometer. Damit ähneln sie denjenigen auf der Erde.

Doch viele Fragen bleiben offen. Zum Beispiel, wie sich Körner unter geringer Gravitation verhalten. Auf Pluto ist die Schwerkraft 20 Mal schwächer als auf der Erde. Auch Partikelform und interpartikuläre Wechselwirkungen spielen eine Rolle. Interpartikuläre Wechselwirkungen sind die Kräfte, die Partikel gegenseitig ausüben: repulsive Stoßkräfte oder anziehende Kohäsionskräfte. „Welche Anziehungskräfte in der Eisschicht des Sputnik Planitia für die Methankörner relevant sind, wissen wir noch nicht“, stellt Parteli fest. Derzeit ist er mit partikelbasierten Modellierungen beschäftigt, um auch diese Frage zu beantworten. „Unsere Studie ist die erste über die Dünen auf Pluto. Wir gehen davon aus, dass sie noch viele Überraschungen bereithalten.“

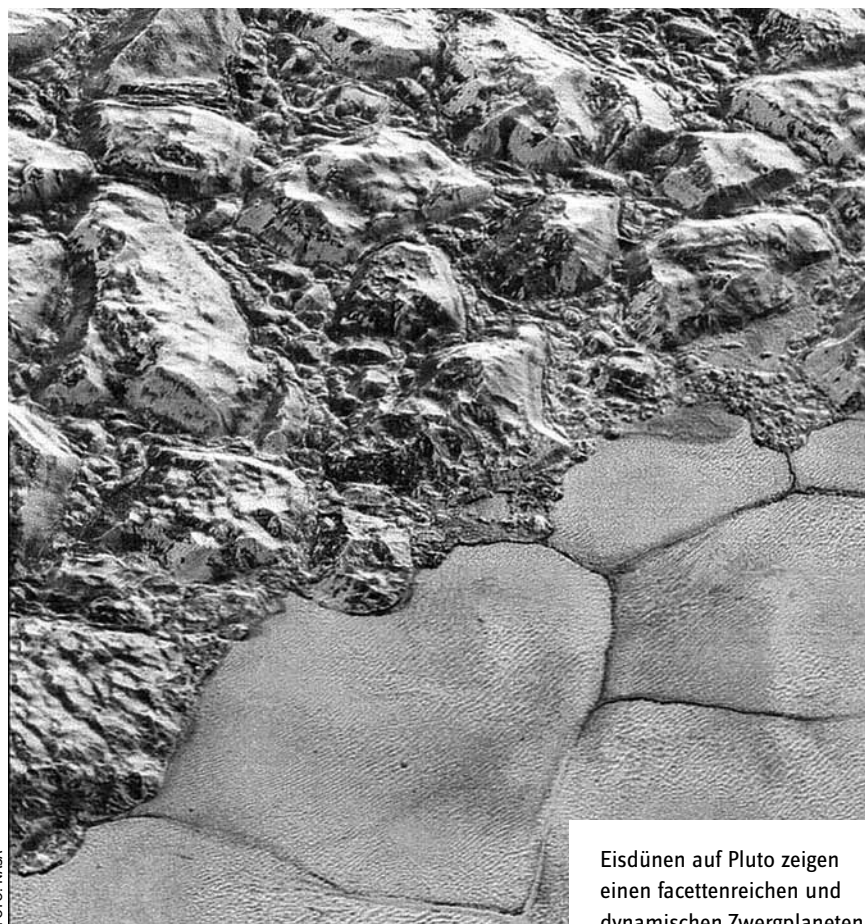


FOTO: NASA

Eisdünen auf Pluto zeigen einen facettenreichen und dynamischen Zwergplaneten.