

Über die Veränderung der Pluto-Atmosphäre

Mike Kretlow
Urania Wiesbaden

Teil 2

Einleitung

Im ersten Teil dieses Beitrags wurde über die Vorbereitungen und die eigenen Reiseerfahrungen berichtet. Im nachfolgenden werden die Ergebnisse aus den Beobachtungen der Bedeckungen P126 und P131.1 zusammengefasst. Die Bedeckung von P126 am 20.07.2002 konnte wie beschrieben von zwei mobilen Stationen (einer amerikanischen und einer europäischen Expedition) in Nordchile beobachtet werden. Die Bedeckung von P131.1 ($R = 15.7$ mag, $K = 13.3$ mag) am 21.08.2002 wurde mit mehreren Teleskopen (bis hin zu 3.8 m Öffnung) auf dem Mauna Kea sowie am Lick Observatorium in verschiedenen Spektralbereichen gemessen.

Die Analyse dieser Daten in beiden Kollaborationen lieferte überraschende Ergebnisse: obwohl sich Pluto bereits seit 1989 wieder von der Sonne entfernt, scheint seine Atmosphäre sich weiter auszudehnen [1] und auch der Atmosphärendruck hat sich in diesem Zeitraum verdoppelt [2]. Genau das Gegenteil würde man aufgrund der mit wachsender Sonnenentfernung abnehmenden Temperatur erwarten – bis hin zum möglicherweise vollständigen Ausfrieren der Pluto-Atmosphäre.

Pluto's Atmosphäre

Sie wurde 1985 während der Aufzeichnung einer Sternbedeckung entdeckt. Beobachtungen einer weiteren Sternbedeckung im Jahre 1988 durch das Kuiper-Airborne-Observatory (KAO) lieferten detailliertere Erkenntnisse über die Atmosphäre – es wurden aber auch neue Fragen aufgeworfen, z.B. die mögliche Existenz einer Nebel- oder Inversionsschicht in ca. 20 – 50 km Höhe, die für die Struktur der 1988 gewonnenen Lichtkurve verantwortlich sein könnte. Um dies zu verifizieren, waren für die Beobachtungen der Bedeckungen von P126 und P131.1 Messungen in verschiedenen Spektralbereichen geplant, wie bereits im ersten Teil erwähnt.

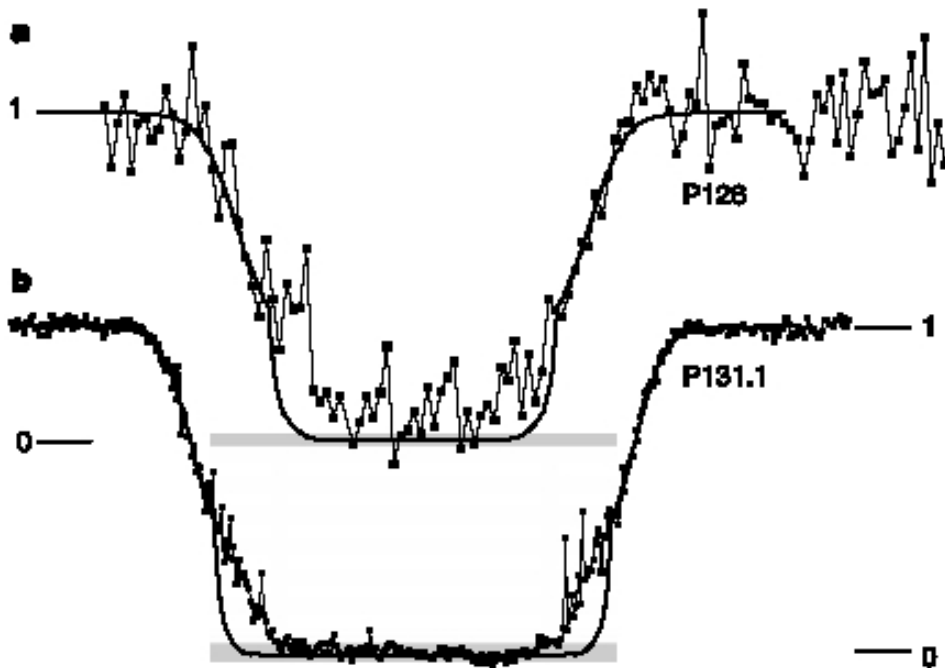


Abbildung 1: Lichtkurve der beiden Bedeckungen P126 und P131.1 im Vergleich zur Messung des KAO von 1988 (fette, durchgezogene Linie). Die Messung von P126 mit einem C14 und einer ungefilterten Audine-CCD-Kamera weist wegen des schlechteren Signal-Rausch-Verhältnisses einen unruhigeren Verlauf auf.

Vergleicht man die Lichtkurven von 1988 und 2002 (Abb. 1), so stellt man fest, dass der 1988 beobachtete, steile Helligkeitsabfall des Sterns in den unteren Atmosphärenschichten nicht mehr in Erscheinung tritt, die Struktur der Lichtkurven sich für die höheren Schichten (ab etwa 40 km über der Oberfläche) hingegen kaum unterscheidet. Letzteres lässt vermuten, dass sich die thermische Struktur der oberen Atmosphäre in den vergangenen 14 Jahren nicht wesentlich verändert hat. Betrachtet man die in beiden Gruppen unabhängig gewonnen Druckprofile (Abb. 2), dann lässt sich daraus ableiten, dass sich der Druck seit 1988 fast verdoppelt hat. Ausserdem leiten Elliot et al. daraus eine Expansion der Pluto-Atmosphäre um ca. 40 km ab. Einschränkend ist aber anzumerken, dass zumindest für diese quantitativen Aussagen eine Annahme über Zusammensetzung und (thermische) Struktur der Atmosphäre gemacht werden muss, was in weiteren Modellrechnungen, aber vor allem weiteren Sternbedeckungsmessungen, zu untermauern ist.

Wie ist der beobachtete Effekt zu interpretieren? Eine Temperaturzunahme der (mit Stickstoff-Eis bedeckten) Oberfläche um etwa 1 K kann den beobachteten Druckanstieg

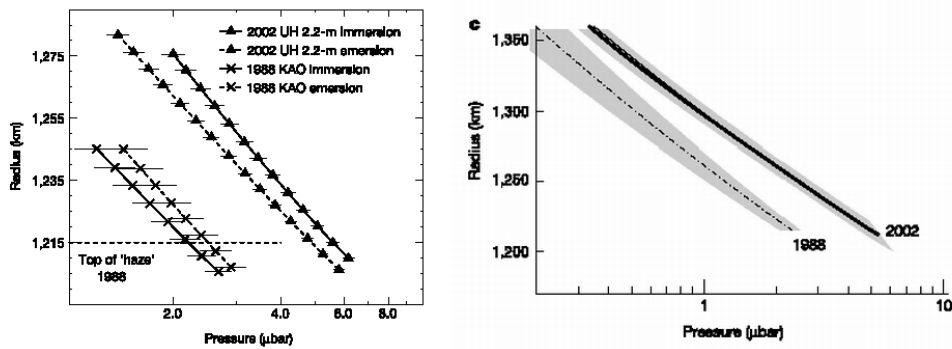


Abbildung 2: Druckprofil der Pluto-Atmosphäre nach Elliot et al. (links) und Sicardy et al. (rechts). Der Plutoradius ist nicht sehr sicher bekannt, ein gebräuchlicher Wert ist 1175 ± 25 km.

erklären. Mehrere Ursachen für diese Erwärmung kommen in Frage. Man beobachtet seit 1954 in photometrischen Daten eine Abnahme der absoluten Helligkeit von Pluto, was durch eine Abnahme der geometrischen Albedo infolge einer Verdunklung der Oberfläche erklärbar wäre. Das wiederum würde bedeuten, dass mehr Sonnenlicht absorbiert wird – also eine Zunahme der Oberflächentemperatur. Andererseits (oder auch zusätzlich) hat sich aufgrund der hohen Neigung der Rotationsachse die Bestrahlungsgometrie erheblich verändert (der Südpol zeigt derzeit zu uns). Zusammen mit der thermischen Trägheit des Eises¹ kann es nach dem Pluto-Perihel zu einer (verzögerten) Erwärmung gekommen sein (quasi ein Jahreszeiteffekt).

Die Lichtkurve von P131.1 beginnt (Sterneintritt) auf Pluto bei einer Breite von 61 Grad S (Südpolgend: permanentes Sonnenlicht) und endet (Sternaustritt) bei 8 Grad S (Äquatorgegend am Morgen, nach über 3 Tagen Dunkelheit). Aus dem Signalverlauf lässt sich eine Temperaturdifferenz zwischen diesen beiden Orten von ca. 10 K ableiten. Erklärbar wäre dies z.B. durch Morgennebel am Austrittspunkt. Aber auch unterschiedliche, chemische Beschaffenheiten dieser beiden Regionen, können eine solche Temperaturdifferenz erklären. Ganz offensichtlich haben wir die Struktur und Dynamik der unteren Pluto-Atmosphäre noch nicht vollständig erfasst und verstanden.

Zukunftsaussichten

Nachdem die US-Regierung im Frühjahr diesen Jahres Gelder für die Pluto-KBO-Sonde „New Horizons“² genehmigt hatte, könnten die Sonde bei einem planmäßigen Start im Jahre 2006 das Pluto-Charon-System zwischen 2015 und 2017 (je nach Trägerrakete) erreichen. Bis dahin werden erdgebundene Beobachtungstechniken die vor-

¹Analog zu dem sogenannten lag angle bei der Behandlung nicht-gravitativer Kräfte, siehe meinen Beitrag in Mitteilungen Nr. 2 (März/April) 2002, p.32.

²Ehemals Pluto-Kuiper-Express – ehemals Pluto Express – ehemals Pluto Fast Flyby – ehemals Mariner Mark II – ehemals Pluto 350.

erst einzige Möglichkeit bleiben, den Pluto und artverwandte Objekte zu erkunden. Sternbedeckungen werden also auch weiterhin eine effektive Methode bereitstellen, die Pluto-Atmosphäre zu untersuchen. Auch Amateure können dazu einen wichtigen Beitrag leisten.

Literatur

- [1] J.L.Elliot et al.: The recent expansion of Pluto's atmosphere. *Nature* 424, 165 – 168 (10 July 2003).
- [2] B.Sicardy et al.: Large changes in Pluto's atmosphere as revealed by recent stellar occultations. *Nature* 424, 168 – 170 (10 July 2003).
- [3] <http://despa.obspm.fr/~sicardy/pluton/pluton.html>