

## **Phaethon – die Reise des Götterpferds zur Sonne [12. Dez.]**

Alles Jahre wieder ... so ähnlich könnte die Reise von *Asteroiden* in die Nähe der Erde heißen.

In wenigen Tagen fliegt der **Asteroid (3200) Phaethon** („Phaethon“), ein Asteroid der *Apollo-Gruppe*, an der Erde vorbei. Bei den Asteroiden der Apollo-Gruppe handelt es sich um Asteroiden, die die Erdbahn kreuzen; sie besitzen Umlaufperioden von mehr als einem Jahr.

Phaethon wurde im Oktober 1983 mithilfe des *Infrarotsatelliten IRAS (Infrared Astronomical Satellite)* entdeckt. Die Bezeichnung Phaeton stammt aus dem Griechischen und bezeichnet den Sohn des griechischen *Sonnengottes Helios* bzw. eines der Pferde von *Eos*, der Schwester von Helios.

### **Die Bahn des Asteroiden Phaethon**

Der Asteroid umkreist die Sonne in rund 524 Tagen auf einer stark *elliptischen Bahn*; dabei entfernt er sich bis zu 2,4 AE\* von der Sonne (*Aphel*) und kommt ihr an seinem sonnennächsten Bahnpunkt bis auf 0,14 AE nah (*Perihel*) [Abb. 1]. Zum Zeitpunkt des Perihels befindet sich Phaethon nur halb so weit von der Sonne entfernt wie der sonnennächste Planet *Merkur*. Wir kennen bisher keinen Asteroiden, der der Sonne im Perihel so nah kommt.

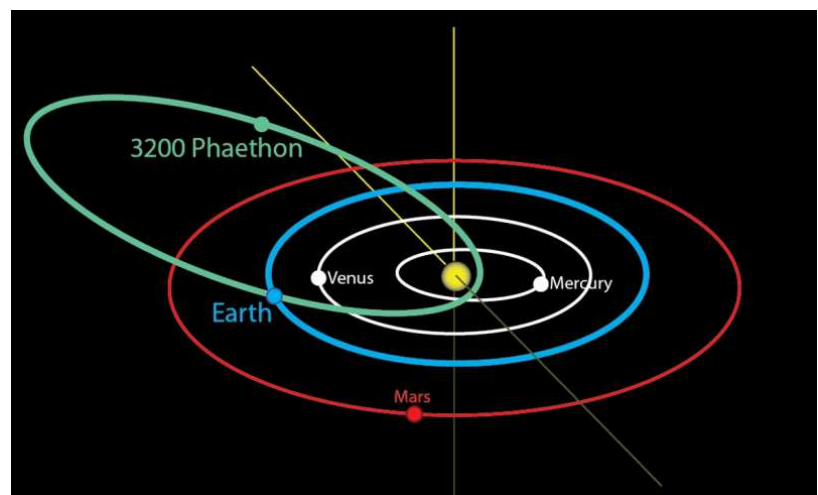
Im Perihel erreicht Phaethon eine Geschwindigkeit von 110 Kilometern pro Sekunde – das entspricht etwa 400.000 Stundenkilometern. Im Vergleich rast die Erde mit rund 30 Kilometern pro Sekunde um die Sonne, wesentlich langsamer als Phaeton bei dessen größter Annäherung an die Sonne. Im Perihel erwärmt sich der Asteroid bis auf rund 600 Grad und wird dabei heißer als die Oberfläche des Planeten *Merkur*. Bei diesen Temperaturen könnten einige Metalle auf oder unter der Asteroidenoberfläche schmelzen und wie kleine Rinnsale über die Oberfläche fließen. Asteroiden beherbergen Metalle wie *Gold, Iridium, Silber, Palladium, Platin, Rhodium, Ruthenium* sowie *Eisen, Kobalt, Mangan, Molybdän, Nickel, Aluminium* oder *Titan* und *Blei*.

Abb. 1

#### Die Bahn des Asteroiden Phaethon.

Bei seiner Reise in das *innere Planetensystem* kreuzt der Asteroid Phaethon (**grün**) die Erdbahn (**blau**), um danach der Sonne (Mitte) relativ nah zu kommen. Daher gehört Phaethon zur Gruppe der *Erdbahnkreuzer*.

© Earth Chronicles



Die **Bahn des Asteroiden** ist um rund 22 Grad gegenüber der *Ekliptik*, der Ebene der Planeten, geneigt (Abb. 1). Der Durchmesser Phaethons beträgt ungefähr 5 Kilometer. Wie die meisten Asteroiden und *Kometen* besitzt er eine dunkle Oberfläche; der Anteil des Sonnenlichts, der von der Asteroidenoberfläche reflektiert wird (*Albedo*), beträgt rund 11 Prozent. Phaethon rotiert in rund 3,6 Stunden um seine eigene Achse; dabei ändert sich seine Helligkeit um rund 0,4 *mag*, eine Helligkeitsschwankung, die geübte Beobachter wahrnehmen können.

## Die Geminiden

Phaethon ist für den **Sternschnuppenstrom der Geminiden** verantwortlich. Der US-amerikanische Astronom *Fred Whipple* war der erste, der auf diesen Zusammenhang hinwies.

In der Nacht vom **13./14. Dezember** kann man bei guten Beobachtungsbedingungen Dutzende *Meteore* beobachten [3]. Die beste Beobachtungszeit sind die Stunden vor Sonnenaufgang, wenn das sich Sternbild *Zwillinge* (Gem) hoch über dem Horizont befindet.

Sie werden sich fragen: **Wie kann ein Asteroid einen Sternschnuppenstrom verursachen?** – *Meteorschauer* entstehen normalerweise, wenn sich ein *Komet* der Sonne nähert, dadurch staubreiches Eis an und unter seiner Oberfläche schmilzt und anschließend verdampft. Dabei entstehen die *Kometenkoma* und der *-schweif*. Das auf diese Weise ausgeschleuderte Kometenmaterial bleibt hinter dem Kometen auf dessen Bahn liegen. Kreuzt die Erde diese mit dem Kometenmaterial angereicherte Bahn, gelangt Staub in die Erdatmosphäre und verdampft; dadurch entstehen die *Meteore*, die *Sternschnuppen*.

**Wie jedoch kann ein Asteroid einen Meteorschauer verursachen?** – Frühere Annahmen, Phaethon besitze Eisvorräte unter seiner Oberfläche, wurden verworfen; bei der Annäherung des Asteroiden an die Sonne wird er viel zu heiß als daß Eis auf dem Asteroiden überleben könnte.

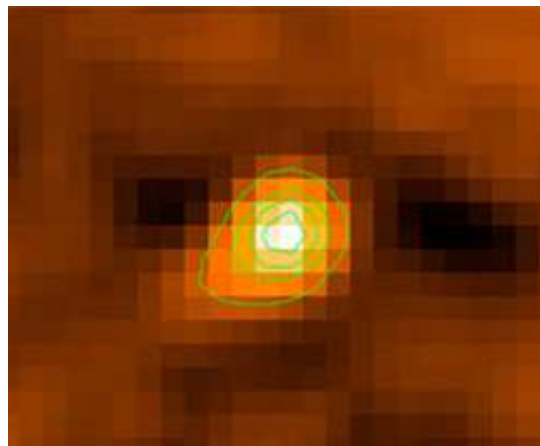
Phaethon zieht eine langgezogene *Staubwolke* (Abb. 2) hinter sich her, jedoch besteht seine Oberfläche aus festem Gestein. Messungen der *STEREO-Raumsonden* im Jahr 2007 und 2010 zeigen Anzeichen einer schwachen Materieemission aus der Asteroidenoberfläche, die möglicherweise durch das Auseinanderbrechen in einer Frühphase verursacht wird.

Abb. 2

### Der Asteroid Phaethon.

Eine Aufnahme der STEREO-Satelliten aus dem Jahr 2010 zeigt links unterhalb der hellen Region des Asteroiden (weißlich-gelblich) einen kleinen Schweif. – Je heller bzw. gelblich-weißer die Färbung der Pixel, desto heller ist das Objekt; die Struktur, die nach links unten zeigt, stammt wahrscheinlich von einem durch die Sonnennähe entstandenen Staubschweif. Die grünlichen Linien entsprechen Höhenlinien, zeigen jedoch die Intensität des Objekts an.

© NASA



Möglicherweise könnte Phaethon zu einem früheren Zeitpunkt ein Komet gewesen sein; ähnliche Beispiele wurden erst in diesem Jahr entdeckt. Die Wissenschaftler klassifizieren Phaethon gegenwärtig als einen **Gesteinskometen**; dabei handelt es sich um eine (noch) relativ seltene Klasse von Objekten, die anstelle von Eis Gesteinspartikel ausstoßen.

Wenn sie kochendes Wasser auf ein Stück kaltes Glas gießen, bricht das Glas aufgrund eines *thermischen Schocks*. In ähnlicher Weise verursacht die extreme Hitze während der Annäherung des Asteroiden an die Sonne im Perihel eine schnelle Ausdehnung seines Gesteinsmaterials. Dabei bricht das Gestein an der Oberfläche und gibt Staubpartikel frei, die aufgrund des *Strahlungsdrucks der Sonne* davonfliegen (Abb. 3). Experimente zeigen, daß diese Staub-

partikel Durchmesser von etwa einem Millimeter besitzen; das entspricht in etwa dem Durchmesser der Staubpartikel, die die Meteore der Geminiden verursachen.

Abb. 3

#### Künstlerische Darstellung der Entstehung des Staubauswurfs.

Gegenwärtig nehmen die Wissenschaftler an, daß ein durch die extreme Aufheizung der Asteroidenoberfläche in Sonnennähe einen thermischen Schock verursacht, durch den kleine Gesteinspartikel von dem Asteroiden weggeschleudert werden. Durch das Kreuzen der Asteroidenbahn mit der Bahn der Erde entstehen die Geminiden, die Mitte Dezember als Meteorschauer beobachtbar sind.

© NASA



Im Jahr 2009 beobachteten die Forscher eine Verdopplung der Helligkeit von Phaethon während seines *Periheldurchgangs*; wahrscheinlich wurde diese Helligkeitszunahme durch die starke Erwärmung des Asteroiden verursacht, die wiederum für einen der beschriebenen Staubausbrüche verantwortlich war.

### **Die Passage am 16. Dezember**

**Am 16. Dezember** gegen 23:00 Uhr UT (17. Dezember 00:00 Uhr (MEZ)) fliegt Phaethon in einer Entfernung von rund 10,3 Millionen Kilometern an der Erde vorbei. Die nächste nahe Passage des Asteroiden an der Erde findet erst im Dezember 2093 statt; dann wird sein Abstand zur Erde nur 1,8 Millionen Kilometer betragen.

Während der Passage ist Phaethon ausreichend hell, so daß man den Asteroiden mit einem Amateuerteleskop beobachten bzw. photographieren kann, erstaunlicherweise bereits mit einem 4-Zoll-Refraktor. Die **scheinbare Helligkeit** des Asteroiden beträgt in dieser Nacht **10,7 mag**. Dabei rast Phaethon mit einer Geschwindigkeit von bis zu 16 (Winkel)Grad bzw. 38 Bogen Sekunden pro Minute über den Sternenhimmel. Damit gleicht der Asteroid am Himmel einem sich schnell bewegenden (Erd)Satelliten.

Die **Helligkeit des Asteroiden** nahm vom 29.11.-03.12. von 14 mag auf 13 mag zu; am 05.12. erreichte die Helligkeit bereits 12,6 mag. Im Zeitraum vom 12.-15.12. sollte die Helligkeit Phaethons im Bereich 10,7-10,9 mag liegen. Da Phaethon während dieser Erddpassage nahezu voll von der Sonne beleuchtet wird, ist er besonders hell, das gilt ebenfalls für die Nächte direkt vor und nach der Passage an unserem Planeten. Bis zum 19. Dezember fällt die Asteroidenhelligkeit wahrscheinlich bis auf 13 mag ab, bis zum 21. Dezember auf etwa 15 mag. Beobachter sollten während dieses Zeitraums auf Helligkeitsanstiege (*Flares*) des Asteroiden achten.

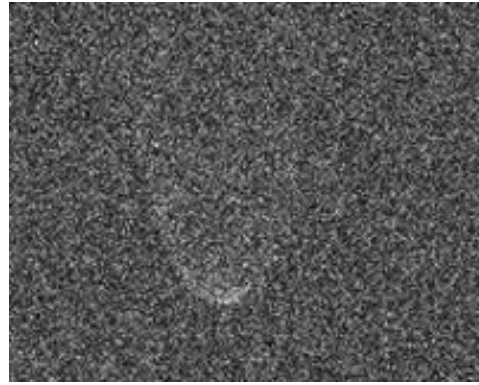
Während der diesjährigen Erddpassage wird das US-amerikanische *70-Meter-Radioteleskop* in *Goldstone* den Asteroiden im Zeitraum vom 11.-21. Dezember beobachten und photographieren. Die Aufnahmen entstehen durch *Radiowellen*, die sozusagen von Phaethon abprallen und von dem Radioteleskop als Echo gemessen werden. Mithilfe dieser *Radiobeobachtungen* erhoffen sich die Wissenschaftler Details über die Form und Oberflächenstrukturen des Asteroiden (Abb. 4).

Abb. 4

Radioaufnahme des Asteroiden Phaethon.

Im Jahr 2007 entstand mithilfe des *Arecibo-Radioteleskops* diese Aufnahme des Asteroiden Phaethon. Während der diesjährigen Erddpassage soll Phaethons Form und Oberfläche mithilfe des *Goldstone-Radioteleskops* vermessen werden.

© Arecibo/Cornell



**Phaethon selbst beobachten**

**Aufsuchekarten** des Asteroiden Phaethon vom **12.-17. Dezember** finden Sie unter [3]. Am 16. Dezember, dem Tag der größten Annäherung an die Erde, befindet sich der Asteroid im Sternbild *Andromeda* (And), unweit des Sterns  $\beta$  And (Abb. 5). Die *Andromedagalaxie* (M31) befindet sich weiter oberhalb.

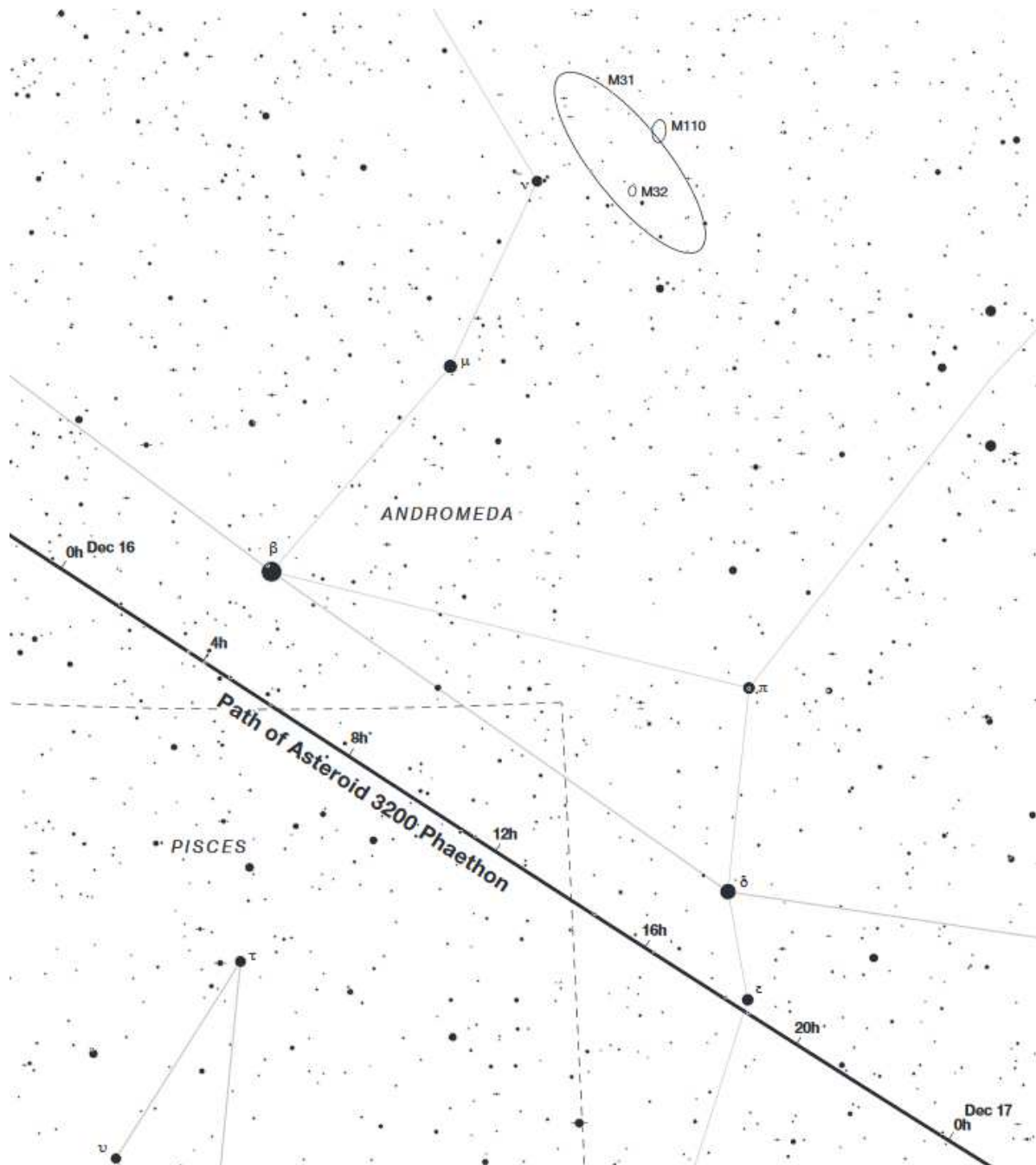




Abb. 5 Aufsuchekarte des Asteroiden Phaethon am 16. Dezember.

Während der größten Annäherung des Asteroiden Phaethon befindet sich dieser im Sternbild Andromeda (And), unweit des Sterns  $\beta$  And; weiter oberhalb befindet sich die Andromedagalaxie (M31).  
© Sky&Telescope

Die **gesamte Bahn des Asteroiden** in den Tagen vor und nach der Erdpassage zeigt die nachfolgende Abbildung:

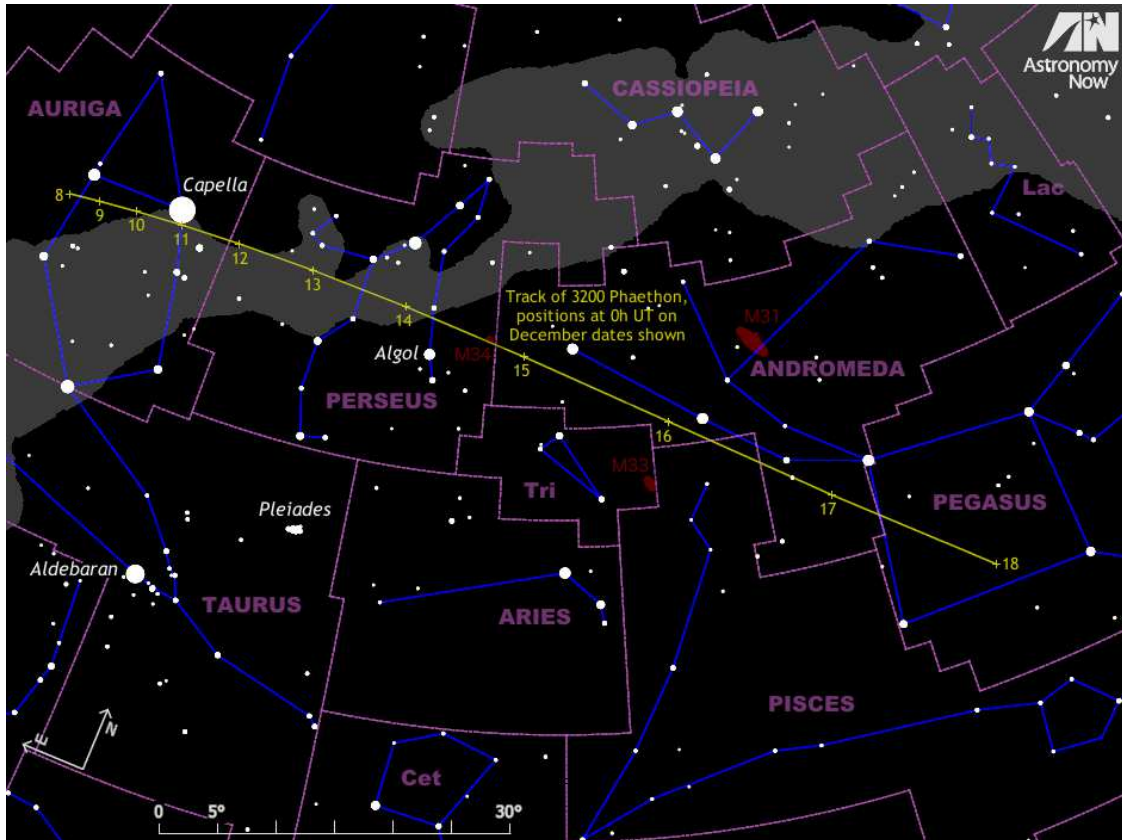


Abb. 6 Aufsuchekarte des Asteroiden Phaethon vom 8.-18. Dezember.

Während der diesjährigen Erdpassage wandert der Asteroid Phaethon durch die Sternbilder Fuhrmann (Aur), Perseus (Per), Andromeda (And) und Pegasus (Peg) [gelbe Linie].  
© AstronomyNow

Falls uns das Wetter einen Strich durch die Beobachtung des Asteroiden Phaethon macht, kann man dem **Livestream** des *Virtual Telescope Project* folgen und sowohl die Geminiden als auch den Asteroiden live beobachten. Der Livestream startet zu diesen Zeiten [4]:

a) Live from Italy:

1. Geminids: 13 Dec. 2017, at 22:00 UT
2. Pheathon: 16 Dec. 2017, at 20:00 UT

b) Live from Arizona:

1. Geminids: 14 Dec. 2017, at 10:00 UT
2. Pheathon: 15 Dec. 2017, at 08:00 UT

[UT = Weltzeit (Universal Time) = MEZ - 1 Stunde]

Wir halten Sie über den Asteroiden Phaethon und andere erdnahe Asteroiden auf dem Laufenden

Falls Sie Fragen und Anregungen zu diesem Thema haben, schreiben Sie uns unter **[kontakt@ig-hutzi-spechtler.eu](mailto:kontakt@ig-hutzi-spechtler.eu)**

Ihre  
IG Hutzi Spechtler – Yasmin A. Walter (yahw)

\* *Astronomische Einheit* (Abk. AE) = astronomische Einheit zur Entfernungsmessung  
mittlerer Abstand Sonne-Erde = 1 AE = 149,6 Millionen Kilometer

#### Quellenangaben:

[1] Mehr Information über Objekte des Sonnensystems und astronomische Begriffe (*kursive Schreibweise*)  
[www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de)

[2] Mehr Information über die Geminiden  
<http://theskyatnight.de/sites/default/files/monatshinweise%20dez%20-%20nov%202017.pdf>  
Ryabova, G. O., Rendtel, J, *MNRAS* [to be published] (December 2017)  
de León, J., et al., *A&A* 513, A26 (2010)

[3] Aufsuchekarten des Asteroiden Phaethon am Himmel  
13./14. Dezember  
[http://wwwcdn.skyandtelescope.com/wp-content/uploads/3200-Phaethon-Dec13\\_14-UT-11.5\\_Final.jpg](http://wwwcdn.skyandtelescope.com/wp-content/uploads/3200-Phaethon-Dec13_14-UT-11.5_Final.jpg)  
14.-15. Dezember  
[http://wwwcdn.skyandtelescope.com/wp-content/uploads/WEB\\_Phaethon\\_chart1.pdf](http://wwwcdn.skyandtelescope.com/wp-content/uploads/WEB_Phaethon_chart1.pdf)  
15.-17. Dezember  
[http://wwwcdn.skyandtelescope.com/wp-content/uploads/WEB\\_Phaethon\\_chart2.pdf](http://wwwcdn.skyandtelescope.com/wp-content/uploads/WEB_Phaethon_chart2.pdf)

[4] Mehr Information zu den Livestreams des Virtual Telescope Projects  
<https://www.virtualtelescope.eu>