

Parallaxe und Entfernung des Asteroiden Apophis

In Bezug auf den Beitrag „Zweifacher Blick auf erdnahen Asteroiden“ von Carolin Liefke, Martin Metzendorf und Matthias Penselin in der Zeitschrift »Sterne und Weltraum« 11/2014, Rubrik »Astronomie und Praxis: Beobachtungen«, S. 72 – 77

Matthias Penselin, Lothar Kurtze, Carolin Liefke, Martin Metzendorf

Kontakt: penselin@hda-hd.de

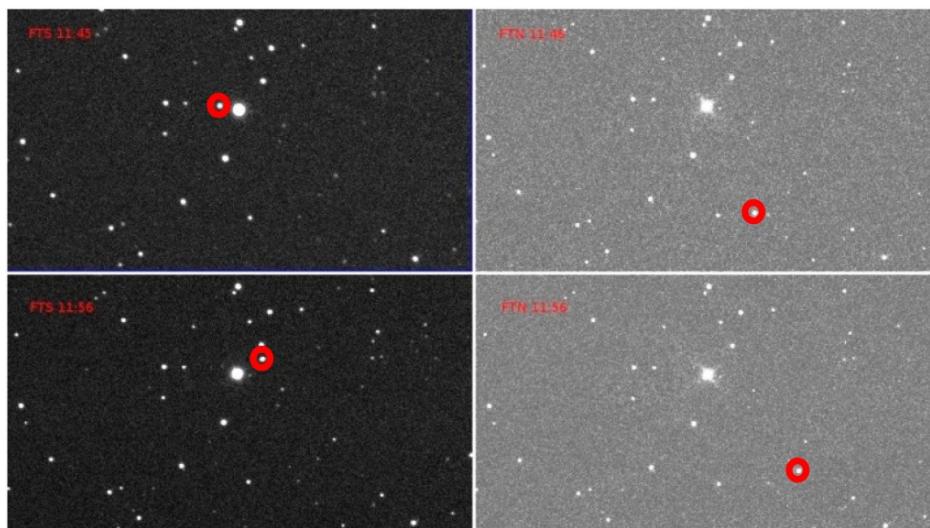
Internet: www.julian-goeltz.de

Im Folgenden werden Originalaufnahmen des Asteroiden Apophis zur Verfügung gestellt. Diese wurden am 8. 1. 2013 mit den Faulkes-Teleskopen, zwei Remote-Teleskopen mit jeweils einem Hauptspiegeldurchmesser von 2 m, gewonnen (Beobachter: Lothar Kurtze, Carolin Liefke, Martin Metzendorf und Matthias Penselin). Mit Hilfe der zeitgleich von verschiedenen Standorten aus gemachten Aufnahmen können die SuS auf Grundlage der trigonometrischen Parallaxe die Entfernung des Asteroiden bestimmen.

Für Schüler der Klassen 7 und 8 sollte im Vordergrund stehen, den Effekt der Parallaxe qualitativ zu verstehen und sich zu erarbeiten, was ein Asteroid ist. Vom Autor wurde das Thema in dieser Altersstufe mit Erfolg im Fach „Naturwissenschaft und Technik“ behandelt. Analog zum Vorwärts-Einschneiden in der Landvermessung kann ab Klasse 9 das Thema auch in den Mathematik-Unterricht zur Trigonometrie integriert werden. In der Kursstufe wurde das Thema in Astronomie- und Physik-kursen mit Schwerpunkt Astrophysik behandelt, hier kann dann der ganze Weg vom Bild bis zum quantitativen Endergebnis von den SuS erarbeitet werden.

Die Unterrichtseinheit verknüpft Inhalte der Fächer Astronomie, Physik und Mathematik, wie die folgende Tabelle zeigt, manche Einträge in der Tabelle fallen in unteren Klassenstufen weg.

Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag		
Astronomie	Positionsastronomie Geschichte der Astronomie	Entfernungsbestimmung, Asteroiden, potentiell gefährliche Asteroiden (potentially hazardous asteroids), Parallaxe, Struktur und Entwicklung des Planetensystems, geozentrisches und heliozentrisches Weltbild: Entschlüsselung der dreidimensionalen Struktur des Planetensystems
Fächer- verknüpfung	Astronomie-Mathematik	Trigonometrie, Sinusfunktion, Sinussatz, Bestimmung fehlender Stücke in Dreiecken, Satz des Pythagoras, Vektorrechnung Darstellung von Wegen in zweidimensionalen Bilddateien durch Vektoren
Physik	Optik	Abbildungsgleichungen, Berechnung von Winkeln zwischen Blickrichtun- gen aus der Bildgröße, Lochkamera
Lehre allgemein	Kompetenzen (Wissen und Erkenntnis), Unter- richtsmittel	Gruppenarbeit, Ergebnisse präsentieren, digitale Bilddateien quantitativ auswerten, Internetrecherche, selbständig Aufgabetexte verstehen und Lösungen berechnen



Aufnahmen des Asteroiden Apophis. Links: Faulkes-Teleskop Süd, rechts: Faulkes-Teleskop Nord, oben: ca. 11.45 Uhr MEZ, unten: ca. 11.56 Uhr MEZ. Der Versatz des Asteroiden vor sonst gleichem Sternmuster, bedingt durch die unterschiedlichen Aufnahmetermine (Parallaxe) und die unterschiedlichen Aufnahmezeiten (Eigengeschwindigkeit) fällt sofort auf. (Quelle: Matthias Penselin, Lothar Kurtze, Carolin Liefke, Martin Metzendorf).

Informationen für den Lehrer

Wir empfehlen, vor Einsatz des Materials im Unterricht den Basisartikel in SuW zu lesen. Dort finden sie Informationen zu den Teleskopen, mit denen diese Aufnahmen gemacht wurden und zum Begriff 'Parallaxe'.

Wichtig ist uns die zentrale Motivation für die Einbindung dieses Themas in den Schulunterricht. Die Bildungspläne fordern die Problematisierung des Modellbegriffes. So schlägt u. a. Baden-Württemberg dazu die Entwicklung vom geozentrischen zum heliozentrischen Weltbild als Anwendungsbeispiel vor. Schüler denken meist geozentrisch ist falsch und heliozentrisch ist richtig. Heute wissen wir es, aber zu damaliger Zeit war der Beweis nicht möglich. Der Streit zwischen den Weltbildern wurde ein gutes Jahrhundert lang von den besten Astronomen der Renaissance geführt, und das muss einen Grund haben.

Der Grund ist, dass die tatsächliche dreidimensionale Struktur des Universums unklar war, weil man keine brauchbaren Methoden hatte, um Entfernungen zu messen. Die beobachtete Richtung eines Objektes am Himmel liefert zwei Winkel, eine dritte Raumkoordinate fehlt. Wir sehen zwar Venus in einem bestimmmbaren Winkel zur Sonne, aber ob Venus näher als die Sonne oder weiter von ihr entfernt ist, das scheint zunächst nicht feststellbar zu sein. Erst Parallaxenmessungen haben es möglich gemacht, absolute Abstände im Planetensystem und auch zu nahen Fixsternen zu messen. Daher kommt der Parallaxenmessung grundsätzliche Bedeutung zu.

Die räumliche Struktur des Universums bleibt unklar, so lange man keine Entfernungen messen kann. Also sollte man die SuS wenigstens einmal in ihrer Schulzeit die Entfernung zu einem astronomischen Objekt berechnen lassen.

Es werden folgende Materialien zur Verfügung gestellt:

- Die **Datei „Alle Arbeitsaufträge“** enthält den kompletten Weg der „einfachen“ Auswertung, die im Basisartikel skizziert wurde, in ausformulierten Aufgaben mit Lösungen, welche der Lehrer beim Kopieren für die SuS zurückhalten kann. Die Datei ist eine editierbare Worddatei, der Lehrer kann also Zeit sparen durch Weglassen von Aufgaben oder Anderes, was ihm wichtiger erscheint, hinzufügen. Für den Anfangsunterricht zu Beginn der Mittelstufe mag die Behandlung der Aufgaben 1 bis 5 genügen. Stets wird vorausgesetzt, dass die SuS in einem Informatikraum arbeiten und Filme wie Bilder über das Schulnetzwerk für alle SuS zugänglich sind. Ich drucke die Aufgaben trotzdem für die Ordner der Schüler stets auf Papier aus und verlange vollständige Lösungswege auf Papier, sprachliche Antworten müssen in eigenen Worten und ganzen Sätzen ausformuliert werden. Schüler der Kursstufe können und sollen alle Aufgaben selbstständig bearbeiten. Außerdem wird voraus gesetzt, dass die SuS im Internet recherchieren können.
- **Zwei Animationen** (Film 1 und Film 2), die die Bewegung des Asteroiden Apophis von den beiden Teleskopstandorten aus zeigen.
- **Zwei Bilder**, auf deren Grundlage die SuS die Parallaxe und Entfernung von Apophis berechnen.
- Die **Datei „Entfernung Klasse 9“**, die ohne lange Erörterung des astronomischen Kontextes im Mathematik-Unterricht in Klasse 9 eingesetzt werden kann. Jeder Kollege mag selbst entscheiden, ob und wie er mit dem Sinussatz arbeiten will. Wir finden den Sinussatz praktisch und lassen an dieser Stelle zuweilen auch die für das Abitur zugelassene Formelsammlung verwenden, in der man den Sinussatz nachschlagen kann. Ein vorgeschalteter Beweis des Sinussatzes kann natürlich auch nicht schaden.

Wir wünschen viel Freude beim Recherchieren und Rechnen im Unterricht!