

## **Lösungen zum WiS!-Beitrag**

Die Bestimmung der Entfernung des Asteroiden Toutatis (4179)

### **Frage 1: Warum ist die Astronomische Einheit für die gesamte Entfernungsbestimmung im Kosmos wichtig?**

Die direkte Entfernung eines Sterns kann derzeit nur über seine trigonometrische Parallaxe bestimmt werden. Diese beruht aber darauf, dass man von der Erde aus einen nahen Stern in den Extrempunkten der Erdbahn gegenüber dem Sternenhintergrund unter unterschiedlichem Winkel sieht. Anders ausgedrückt kommt es darauf an, das Dreieck bestehend aus Stern und den jeweiligen Extrempunkten der Erdbahn in Bezug auf den Stern für die Rechnung zu nutzen. Dafür braucht man aber den mittleren Abstand Sonne-Erde als Basis. Dieses Verfahren liefert derzeit für etwa 5000 Sterne genaue Resultate. Alle anderen Entfernungsbestimmungen müssen letztlich mit diesen Sternen geeicht werden.

### **Frage 2: Welchen Winkeldurchmesser hat der Asteroid Eros in einer Entfernung von 10.000.000 km?**

Die Strahlung, die vom Weltall zu uns auf die Erde kommt, wird durch die Luftunruhe (Seeing) in der Erdatmosphäre verbreitert. Das führt dazu, dass selbst ein Stern, der wegen seiner großen Entfernung von uns nur wie ein Punkt aussehen sollte, einen Bilddurchmesser von 1" hat. Wenn man eine Strecke von einem Meter in einer Entfernung von 200 km sieht, entspricht das einem Winkel von 1". Wenn Eros in 10.000.000 km Entfernung steht, entspricht das bei einem Objekt der Größe von 30 km einem Winkel von 0".6. Damit könnte man ihn zunächst einmal nicht von Sternen unterscheiden.

### **Frage 3: Wie heißen die Asteroiden mit den Nummern 1773 und 2807?**

1773 ist der Asteroid „Rumpelstilz“ und dürfte sicher in die Kategorie der lustigen Namen fallen. Um 2807 „Karl Marx“ entbrannte in den USA ein heftiger Streit, da in Zeiten des kalten Krieges der Name eines der Gründerväter des Kommunismus für manche wie ein rotes Tuch wirkte. Man sagt, dass es der Besonnenheit des damaligen Direktors des Rechenzentrums, Brian Marsden, zu verdanken gewesen ist, dass die Diskussion dann doch in ruhigere Bahnen gelenkt wurde, und der Name wegen der unbestreitbaren Verdienste von Karl Marx als Philosoph doch genehmigt wurde.

### **Frage 4: Wie sähe die Bewegung eines Objektes von der Erde aus, das nahe der Erde vorbeizieht, sich aber nur in Deklination bewegt?**

Ein solches Objekt hätte scheinbar zusätzlich noch eine Bewegung in Rektaszension. Es würde zuerst eine östliche Verschiebung aufweisen und dann im Zuge der Erddrehung nach dem Meridian eine westliche Verschiebung haben. Würde man das Objekt über mehrere Tage verfolgen, hätte es eine Bewegung, bei der das Objekt um seine mittlere Bewegung in Deklination hin und her pendelt.

### **Antwort zu Frage 5: 90 Grad ist der Winkel, dem eine Zeit von 6 Stunden entspricht.**

Bei der Drehung der Erde entsprechen etwa 24 Stunden einer gesamten Umdrehung; 6 Stunden wären dann eine Vierteldrehung (Achtung: Beim Vergleich mit einer Uhr, deren kleiner Zeiger in 12 Stunden einmal herumläuft, kommt man zu einem falschen Resultat!)

**Frage 6: Wie kommt es zu einer Drehung der beiden Koordinatensysteme (sphärisches Koordinatensystem am Himmel; rechtwinklige Koordinaten auf der Platte (dem CCD))?**

Wenn ein Teleskop keine Markierung hat, kann es bei Kamerawechsel leicht zur Drehung der Koordinatensysteme gegeneinander kommen. Allerdings ist das für die astrometrische Auswertung unerheblich.

**Resultate der Koordinatenmessungen:**

<b>Aufnahme</b>	<b><math>\alpha_{2000}</math> [h,m,s]</b>	<b><math>\delta_{2000}</math> [°, ', "]</b>
Tou1_2	21 52 58.87	-15 30 19.6
Tou2_1	21 52 57.37	-15 30 40.6
Tou3_2	21 52 55.90	-15 31 00.4
Tou8_1	21 52 52.81	-15 31 41.0
Tou9_1	21 52 51.31	-15 32 00.5
Tou10_17	21 52 49.86	-15 32 19.0
Tou12_5	21 52 48.18	-15 32 40.0
Tou12_22	21 52 46.76	-15 32 58.0
Tou14_5	21 52 45.28	-15 33 16.3
Tou14_21	21 52 43.57	-15 33 33.3

**Weitere Auswertung**

Aus den Ephemeriden lässt sich eine eigene Bewegung (Änderung der Rektaszension) von 2.28 sec / h ermitteln.

**Auswertung des Paares Tou1\_1/Tou14\_21:**

Die Zeitdifferenz beträgt 4h 55m 33sec = 4.926h;

Das entspricht einem Stundenwinkel von 36.94 Grad

Die Rektaszensionsdifferenzen sind 15.3 sec, die eigene Bewegung in dieser Zeit beträgt 2.28sec/h \* 4.926h = 11.23sec;

Die perspektivische Bewegung ist dann in dieser Zeit 15.3 sec - 11.23 sec = 4.07 sec

Daraus folgt, dass  $\gamma = 2.035 \text{ sec} = 30''515$ .

$$\begin{aligned} \text{Aus der Formel berechnet sich } r &= 6370 \text{ km} * \cos(50.8) * \sin(36.94) / \sin(8.48 * 10^{-3}) \\ &= 4026 \text{ km} * (0.6004 / 1.478 * 10^{-5}) = 4026 \text{ km} * 4062.3 = \\ &\mathbf{16.355.000 \text{ km}} \end{aligned}$$

**Das entspricht einem Wert von: 0.11 AE**