

## Sterne sind weit weg – wie weit eigentlich?

In Bezug zum Beitrag „Präzise Messung der Entfernung eines Pulsars“ in der Zeitschrift „Sterne und Weltraum“ (SuW 9/2013)

### Lösungen zu den Aufgaben

Dr. Reiner Hennig

#### Wie weit ist der Pulsar PSR J2222-137 von uns entfernt?

1)  $871,4 \text{ Lj} \cdot 365 \text{ d/Lj} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 3600 \text{ s/d} \cdot 300\,000 \text{ km/s} = 8\,240\,000\,000\,000\,000 \text{ km} = 8,24 \cdot 10^{15} \text{ km}$ .

#### Der Daumensprung

2) Beim Verfasser ist der Abstand der Pupillen 7 cm und das Lineal wird in 56 cm Abstand gehalten. Beim Abstand Pupille-Daumen gleich 52 cm beträgt der Daumensprung 0,5 cm und die Parallaxe  $7,7^\circ$ . Beim Abstand Pupillen-Daumen gleich 26 cm ist der Daumensprung 8,1 cm und die Parallaxe  $17,7^\circ$ .

#### Im Klassenzimmer

5)  $c = 1 \text{ m}$

Abstand d	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m
Parallaxe	$53^\circ$	$28^\circ$	$19^\circ$	$14^\circ$	$11^\circ$
$(c/2) / d$	0,500	0,250	0,167	0,125	0,100

#### Auf dem Schulhof

6)  $c = 2 \text{ m}$

Abstand d	1 m	2 m	4 m	6 m	8 m	10 m	20 m
Parallaxe	$90^\circ$	$53^\circ$	$28^\circ$	$19^\circ$	$14^\circ$	$11^\circ$	$3^\circ$
$(c/2) / d$	1,000	0,500	0,250	0,167	0,125	0,100	0,050

5 der 7 Messungen in Aufgabe 6 haben die gleiche Parallaxe wie in Aufgabe 5. Je größer der Abstand wird, desto kleiner wird die Parallaxe. Wenn der Abstand d sehr groß wird, wird die Parallaxe sehr klein.

#### Kleine Winkel

7) Der Winkel ist hier  $360^\circ \cdot 1 \text{ cm} / u = 360^\circ \cdot 1 \text{ cm} / (2 \cdot \pi \cdot 5 \text{ m}) = 0,115^\circ = 6,88 \text{ Bogenminuten} = 414 \text{ Bogensekunden}$ .

#### Anforderung für die Entfernungsbestimmung aus der Parallaxe

8) Der Abstand zwischen A und B sollte möglichst groß sein.

### **Winkelabschätzung am Himmel**

9) Beim Verfasser ist der Daumen im Abstand  $d = 70$  cm. Der kleine Finger ist 1,5 cm dick und erscheint damit unter dem Winkel von  $1,2^\circ$ , der Daumen 2,4 cm breit ( $2,0^\circ$ ), die Hand 10,5 cm ( $8,6^\circ$ ) und die Handspanne 23 cm ( $18,8^\circ$ ).

### **Winkel am Himmel und auf der Erde**

10) Einen Winkel kann man mit dem Geodreieck auf  $1^\circ$  genau messen.

Man muss um die Strecke  $s = 2 \cdot \pi \cdot 6371 \text{ km} \cdot 1 / (360 \cdot 60 \cdot 60) = 0,031 \text{ km} = 31 \text{ m}$  nach Norden gehen.

### **Parallaxen von 2 Punkten auf der Erde aus**

11) Für den Mond erwartet man eine Parallaxe von  $1,91^\circ$ , für den Neptun 0,444 Bogensekunden.

### **Bestimmung der Entfernung eines Sterns**

12) Die Strecke AB ist etwa 300 000 000 km.

Der Stern Nr. 61 im Sternbild Schwan ist 105 300 000 000 000 km von uns entfernt.

### **Die Einheit Parsec**

13)  $\alpha$  Centauri ist  $1 / 0,75'' = 1,33 \text{ pc}$  von uns entfernt und Proxima Centauri  $1 / 0,76'' = 1,32 \text{ pc}$ .

### **Zur Entfernung des Pulsars PSR J2222-137**

14) Die Parallaxe des Pulsars PSR J2222-137 beträgt  $0,00374''$ , sein Abstand 267,3 pc.

Die Vergrößerung der Parallaxe um 10 % liefert 243,1 pc, die Verkleinerung um 10 % 297,1 pc.

Die Vergrößerung der Parallaxe um  $0,001''$  liefert 211,0 pc, die Verkleinerung um  $0,001''$  führt zu 365,0 pc.