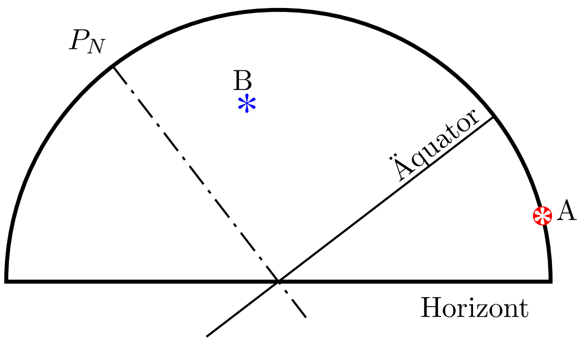
Aufgaben mit der Sternkarte

1. Auf- und Untergangszeiten von Sternen und Sonne
2. Koordinaten von Sternen
3. Sichtbarkeitszeiten von Sternen (beachte Sonnenstand)

Rechnen und Überlegen

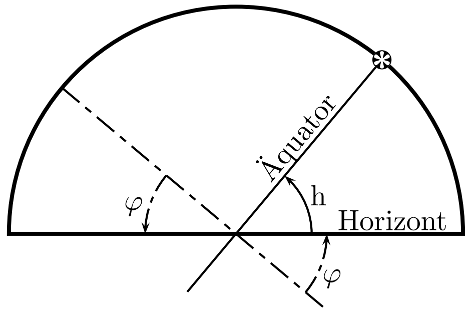
4. Zu welcher genauen Berliner Zeit geht die Sonne in *Greenwich* (0-Meridian) auf, wenn sich Berlin auf dem Längenkreis $\lambda = 13,4°$ ö.L. befindet?
   (Geht sie früher oder später auf? Wie groß ist die Zeitdifferenz Δt?
5. Auf welcher geografischen Breite φ befindet sich jeweils ein Beobachter, der die Kulminationshöhe der Sonne
   a) am 21. März zu $h_0 = 50°$ misst,
   b) am 21. Juni zu $h_0 = 40°$ misst.
6. Wie lang kann in Berlin ($\varphi = 52,5°$ n.Br.) der Schatten eines 1,50 m langen Stabes bei kulminierender Sonne maximal werden?
7. Auf welchen Breitenkreisen der Erde
   a) gibt es keine zirkumpolaren Sterne,
   b) ist die Sonne am 21. Juni ganztägig zu sehen?
8. Bestimme für die beiden eingezeichneten Sterne A und B die Deklinationen δ_A bzw. δ_B und die Höhen h_A und h_B.
   Zeichne hierfür geeignete Hilfslinien ein.



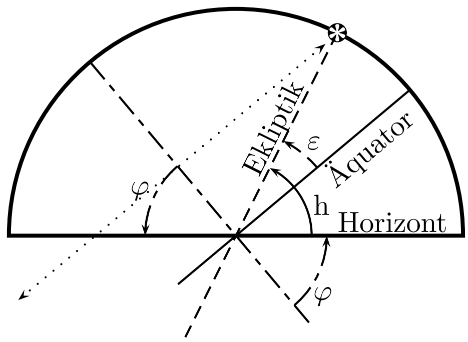
9. Schätze durch einfache trigonometrische Rechnung ab, wie groß der Kernschatten des Mondes auf der Erde maximal sein kann, wenn sein Abstand zur Erde zwischen 356 400 km und 406 700 km liegt.
10. Skizziere ein Fernrohr, mit dessen drehbarer Halterung sowohl Höhe als auch Azimut eingestellt werden können.
    Skizziere auch die Änderung, um stattdessen Deklination und Rektaszension einstellen zu können.
11. Veranschauliche anhand einer Skizze die scheinbare Schleifenbewegung eines inneren sowie eines äußeren Planeten vor dem Sternenhintergrund.

Lösungen

4. Die Erde dreht sich in 24 Stunden um 360°. Also folgt aus $\frac{1\,\mathrm{d}}{360°} = \frac{\Delta t}{13{,}4°}$ eine Zeitdifferenz von $\Delta t = \frac{13{,}6}{360} \cdot 24\,\mathrm{h} = 0,89\,\mathrm{h} = 53,6\,\mathrm{min}$ später, da die Sonne im Osten aufgeht und demzufolge in Greenwich entsprechend später.

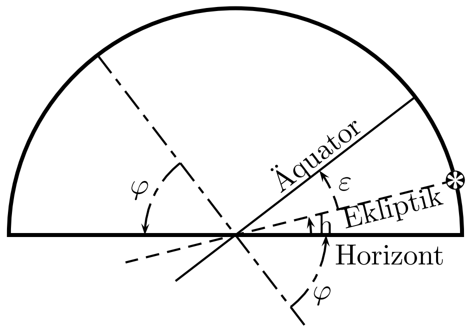


5. Aus den Zeichnungen kann unmittelbar abgelesen werden.
   a) Die Sonne wandert am 21.3 auf dem Himmelsäquator.
   Also folgt $\varphi = 90° - h = 90° - 50° = 40°$ für die geographische Breite.
   b) Am 21. Juni sieht man die Ekliptik genau von der Seite. Die Sonne wandert parallel zum Himmelsäquator.
   Es folgt $h = (90° - \varphi) + \varepsilon$ bzw.
   $\varphi = 90° + \varepsilon - h = 90° + 23,5° - 40°$
   $\varphi = 73,5°$.

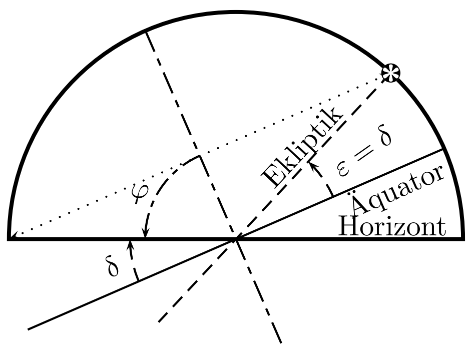


6. Den längsten Schatten wirft der Stab bei oberer Kulimation der Sonne im Winter. Dann steht die Sonne entsprechend tief.
   Sie hat dann eine Mittagshöhe von
   $h = 90° - \varphi - \varepsilon = 90° - 52,5° - 23,5°$
   $h = 14°$.

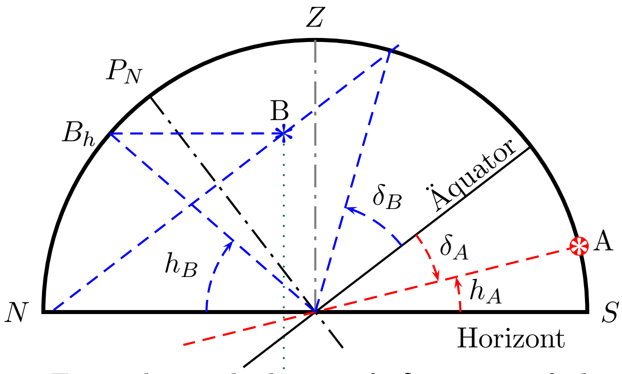
   Für Schatten s und Stablänge l gilt dann
   $\tan h = \frac{l}{s}$, also
   $s = \frac{l}{\tan h} = \frac{1{,}5\,\mathrm{m}}{\tan 14°} = 6,0\,\mathrm{m}$.



7. a) Am Äquator gibt es keine zirkumpolaren Sterne, da alle Sterne senkrecht zur Horizontebene verlaufen.
   b) Die Sonne ist gerade noch so zirkumpolar, wenn $\varphi + \delta = 90°$ gilt. Mit $\delta = \varepsilon$ folgt $\varphi + \varepsilon = 90°$, also ergibt sich dass auf allen Breitengraden größer als
   $\varphi = 90° - \varepsilon = 90° - 23,5° = 66,5°$
   die Sonne am 21. Juni ganztägig zu sehen ist.



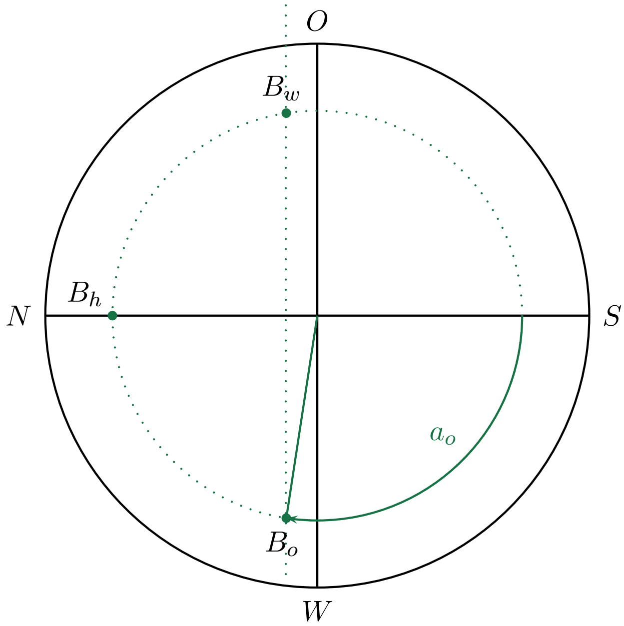
8. Die Koordinaten von Stern A lassen sich direkt ablesen.



Für die Höhe h_B von Stern B muss man die Kuppel so drehen, dass Stern B an den Rand gelangt. Die Höhe von B' kann man dann direkt ablesen.
Für die Deklination δ_B benötigt man die tägliche Bahn des Sternes parallel zum Äquator. Am Rand kann man δ_B direkt ablesen.

Es ergeben sich: $h_A = 14°$, $\delta_A = -23,5°$, $h_B = 41°$, $\delta_B = 36.5°$.

Zusatz: Durch Drehung um die Nord-Süd-Achse der Horizontebene kann man auch die möglichen Werte für das Azimut bestimmen. Da der Stern vorne (B_w) oder hinten (B_o) auf der Kuppel liegen kann, sind es zwei.



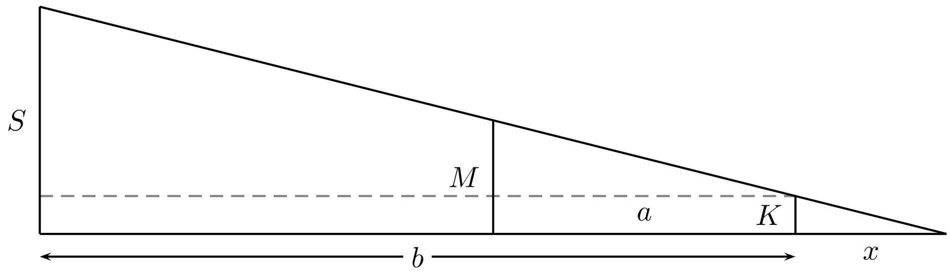
Die Position vom Stern B liegt auf der gepunkteten Gerade und dem Kreis mit dem Radius Zenitachse-B_h.

Für das Azimut des östlichen Sternes ergibt sich $a_o = 99°$.

Analog folgt $a_w = 360° - a_o = 261°$.

Für die Stundenwinkel müsste man um die Nord-Süd-Achse der Äquatorebene kippen.

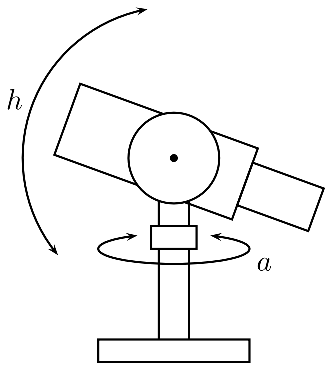
9. Wir betrachten folgende Strahlensatzfigur:

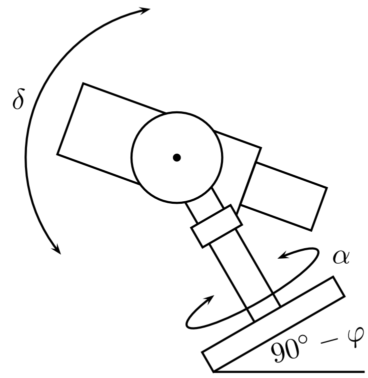


mit	S	Sonnenradius	$696\,000\,\text{km}$
	M	Mondradius	$1\,738\,\text{km}$
	K	Kernschattenradius	
	r_{SE}	Abstand Sonne-Erde	$149{,}6 \cdot 10^6$ km
	r_{EM}	Abstand Erde-Mond	$356\,400\,\text{km}$ oder $406\,700\,\text{km}$
	R_E	Erdradius	$6\,173\,\text{km}$
	a	$= r_{EM} - R_E$	$350\,029\,\text{km}$ oder $400\,329\,\text{km}$
	b	$= r_{SE} - R_E$	$149{,}594 \cdot 10^6$ km

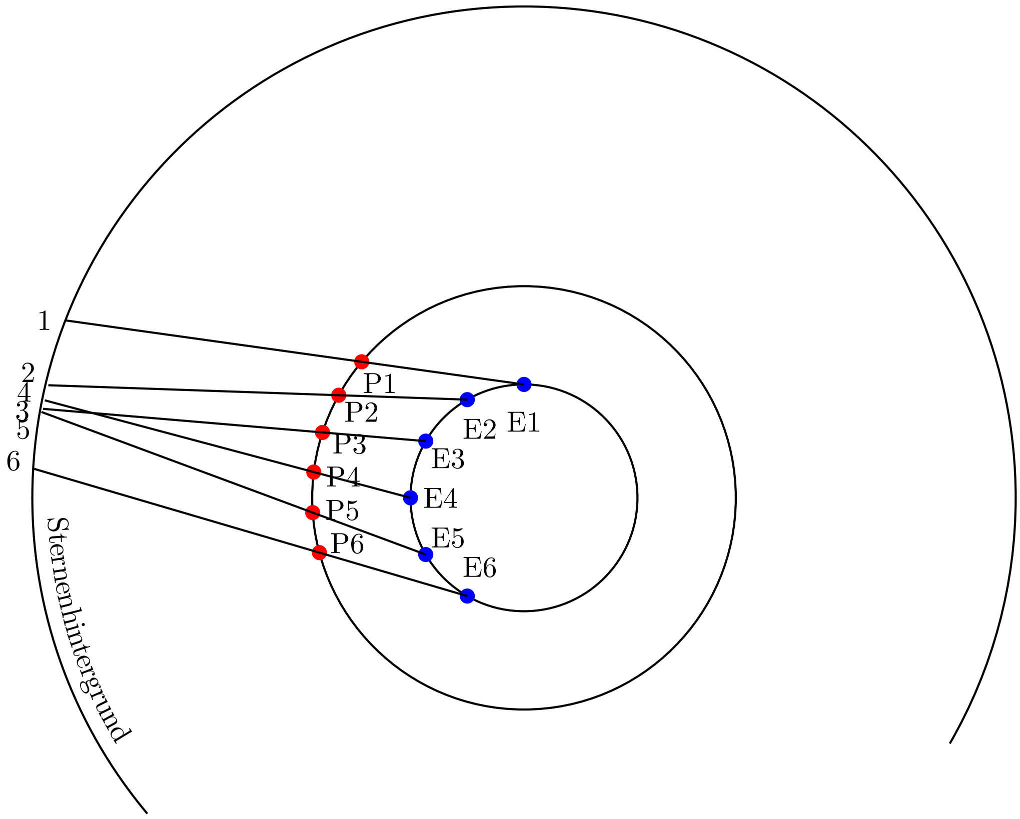
Dann ergibt sich:
$$\frac{S-K}{b} = \frac{M-K}{a} \quad \text{Strahlensatz}$$
$$\Leftrightarrow (S-K)a = (M-K)b$$
$$\Leftrightarrow Sa - Ka = Mb - Kb$$
$$\Leftrightarrow K(b-a) = Mb - Sa$$
$$\Leftrightarrow K = \frac{Mb - Sa}{b-a}$$
für den kleinen Abstand r_{EM} folgt
$$K = 154{,}84\,\text{km}$$
und für den großen Abstand r_{EM}
$$K = -79{,}78\,\text{km}$$
Das Minus bedeutet, dass hier kein Kernschatten entsteht.
Das K liegt also rechts vom Scheitelpunkt.

10. Höhe h und Azimut a — Deklination δ und Rektaszension α





11. Schleifenbewegung: Erde überholt äußeren Planeten



Erde wird von innerem Planeten überholt ergibt ein analoges Bild.