

Abschätzung der Größe eines Sonnenflecks

Hier soll der Fall betrachtet werden, dass nur ein Teil der Sonne abgebildet, der Sonnenrand aber vorhanden ist. Das Foto ist ein Ausschnitt (Region of Interest), der schon bei der Aufnahme gemacht wurde, um die Sonnenflecken deutlich hervorzuheben.

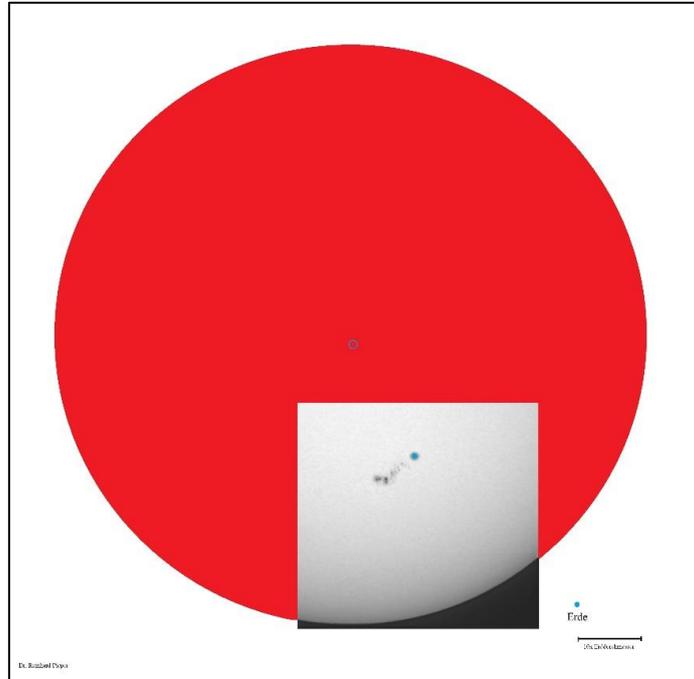
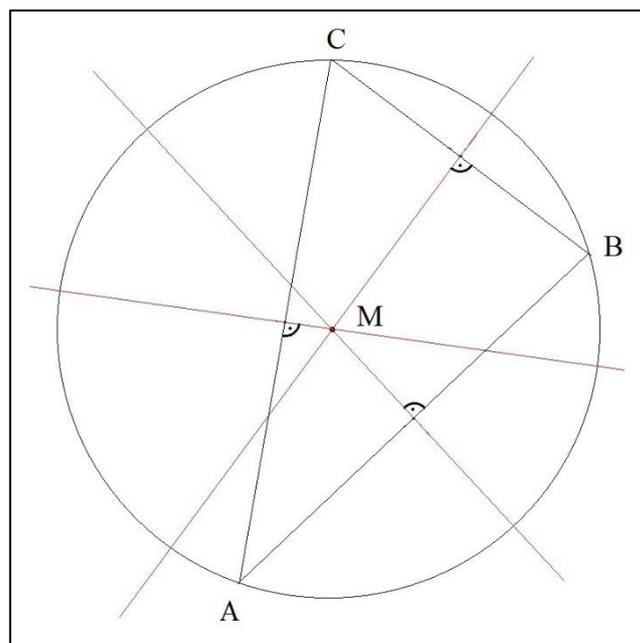


Abb.1 Sonnensegment mit den Flecken; die vollständige Sonne als Kreis

Für die Abschätzung muss zunächst aus dem Kreisbogen ein vollständiger Kreis gewonnen werden. Dazu wird der Mittelsenkrechtensatz der Geometrie verwendet:

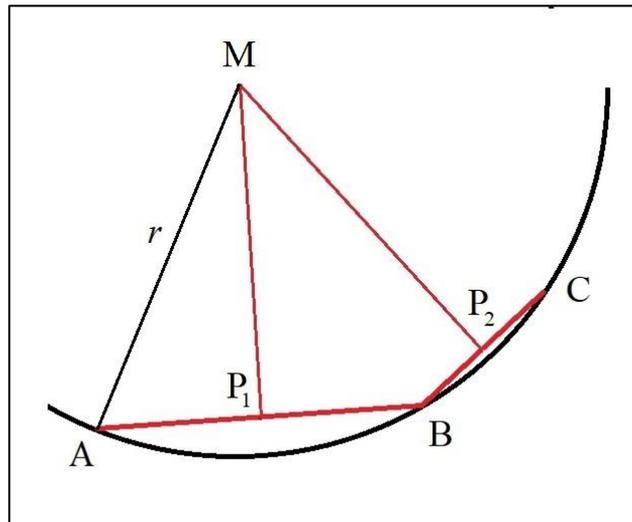
Die drei Mittelsenkrechten eines Dreiecks schneiden sich in einem Punkt, dem Mittelpunkt des Umkreises.



Zeichnerische Methode:

Nach dem Ausdruck auf ein größeres Stück Papier werden zunächst zwei beliebige Sekanten gezeichnet. Mit dem Zirkel werden anschließend zu den Sekanten die Normalen konstruiert. Die Normalen schneiden sich im Mittelpunkt des Kreises, der die Sonne darstellt. Der Abstand vom Mittelpunkt zu einem Ende der Sekanten ist dann der Radius. Mit Mittelpunkt und Radius ist der Kreis bestimmt und damit die Größe der Sonne.

Rechnerische Methode:



Zunächst werden zwei Sekanten gewählt und die Koordinaten x, y der Eckpunkte z.B. mit Paint von Microsoft bestimmt. Anschließend werden gemäß der folgenden Gleichungen die Geraden berechnet:

$$\frac{y - y_A}{x - x_A} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = m_1, \quad \frac{y - y_B}{x - x_B} = \frac{y_C - y_B}{x_C - x_B} = m_2$$

Die Mittelwerte der Koordinaten der Eckpunkte liefern die Fußpunkte der Normalen P_1 bzw. P_2 :

$$P_1 \left(\frac{x_A + x_B}{2}, \frac{y_A + y_B}{2} \right) = P_1(x_{m1}, y_{m1}), \quad P_2 \left(\frac{x_B + x_C}{2}, \frac{y_B + y_C}{2} \right) = P_2(x_{m2}, y_{m2})$$

Schließlich werden die Normalen auf den Sekanten bestimmt:

$$\frac{y - y_{m1}}{x - x_{m1}} = -\frac{1}{m_1} \Leftrightarrow y = -\frac{1}{m_1}(x - x_{m1}) + y_{m1} \quad (1)$$

$$\frac{y - y_{m2}}{x - x_{m2}} = -\frac{1}{m_2} \Leftrightarrow y = -\frac{1}{m_2}(x - x_{m2}) + y_{m2} \quad (2)$$

(1) und (2) werden gleichgesetzt, und die Gleichung wird nach x aufgelöst. Das ist die x -Koordinate des Kreismittelpunktes. Die y -Koordinate findet man durch Einsetzen von x in die Gleichungen (1) oder (2). Der Radius ist gleich dem Abstand zwischen dem Kreismittelpunkt und einem der Eckpunkte A, B oder C.

Mit $M(x_M, y_M)$ ist

$$r_s = \sqrt{(x_M - x_A)^2 + (y_M - y_A)^2} \quad (3)$$

der Radius der Sonne.

Die Größe des Sonnenfleckens gewinnt man durch eine einfache Verhältnisgleichung, wenn man zuvor die Größe des Sonnenfleckens auf der Aufnahme bestimmt und den bekannten Radius der Sonne in einem Buch, Tabellenwerk etc. nachgeschlagen hat:

$$\frac{r_s}{R_s} = \frac{r_{SF}}{R_{SF}} \leftrightarrow R_{SF} = \frac{R_s}{r_s} r_{SF} \quad (4)$$

Mit $R_s \approx 7 \cdot 10^5$ km (Radius der Sonne), $r_s = 1721$ px (Pixel) aus (3), $r_{SF} = 32$ px (aus dem Foto z.B. mit Paint gewonnen) ergibt die Gleichung (4):

$$R_{SF} = \frac{7 \cdot 10^5}{1721} \cdot 32 \text{ km} \approx 13000 \text{ km. Da der Erdradius jedoch nur ca. 6400 km beträgt, ist der}$$

Sonnenfleck also etwa doppelt so groß wie die Erde.

Dieses ist nur eine Abschätzung der Größe des runden Sonnenflecks. Wenn man die Größe genauer bestimmen will, muss man jedoch beachten, dass hier die Sonne als Scheibe behandelt wird. Da sich der Sonnenfleck jedoch auf einer Kugel befindet, muss man Methoden der Kartografie anwenden, denn es wird eine Kugel­fläche auf eine Ebene projiziert. Das führt zu Verzerrungen, die natürlich zu berücksichtigen sind. Das ist bei dieser Rechnung jedoch nicht gemacht worden.