www.buecke-info.de
Karl-Heinz Bücke

Dezember 2001

Berechnung der Koordinaten auf Sonne und Planeten aus gemessenen rechtwinkligen Koordinaten

Bereits mit kleinen Fernrohren kann man Sonnenflecke beobachten. Auch auf Mars und Jupiter werden Oberflächendetails sichtbar. Durch eigene Beobachtungensreihen lassen sich Veränderungen feststellen. Wie alt werden die Flecke auf der Sonne? Oder welchen Gebieten auf einer Marskarte entsprechen die beobachteten dunklen Flecke? Solche oder ähnliche Fragen kann man sich selber beantworten. Auch Fotos und Zeichnungen anderer Beobachter kann man in die Auswertung mit einbeziehen. In jedem Fall ist es notwendig, die entsprechenden Koordinaten auf dem jeweiligen Himmelskörper zu bestimmen. Zunächst erhält man aus Beobachtungen, wie Zeichnungen, Fotos oder Messungen mit einem Okularmikrometer, rechtwinklige Koordinaten. Hier folgt eine Anleitung zum Berechnen der entsprechenden Längen- und Breitengrade. Dazu zunächst einige Grundlagen:

Die rechtwinkligen Koordinaten x und y seien die gegebenen Koordinaten mit dem Längenmaßstab Äquatorradius = 1 und dem Koordinatenursprung im Mittelpunkt der Sonnen- oder Planetenscheibe (Abb. 1). Meistens beziehen sich aber die Beobachtungswerte auf den Rand der Scheibe. Vor der nun folgenden Rechnung sind diese Meßwerte umzurechnen.

Die erreichbare Genauigkeit ist von den Ausgangswerten abhängig und nimmt zum Rand der Scheibe hin stark ab. Man sollte vermeiden, die Koordinaten zu genau anzugeben. Sind die rechtwinkligen Koordinaten z.B. in Scheibenmitte auf ± 0,01 Äquatorradien genau, entspricht das einer Winkelgenauigkeit von ± 0,6 Grad. Daraus ist zu erkennen, daß es schwierig ist, Positionen auf einige Zehntelgrade genau zu bestimmen.

Für den Amateur sind die Oberflächen von Sonne, Mars, Jupiter und eventuell Saturn interessant. Während Sonne und Mars als kugelförmige Körper einfach zu rechnen sind, ist die abgeplattete Gestalt von Jupiter und Saturn problematisch. Die abgeplattete Form ist von der Deklination der Erde abhängig. Je größer die Deklination ist, desto kugelförmiger erscheint der Planet. Günstig ist Jupiter, die Deklination weicht nur um etwa 3 Grad ab.

Deshalb genügen die weiter unten aufgeführten Näherungsformeln. Die Berechnung für Saturn ist aufwändiger. Da aber Amateure kaum Oberflächendetails beobachten können, wird dieser Ringplanet hier nicht behandelt.

Außer den Meßwerten werden zum Rechnen folgende physische Ephemeriden aus einem Jahrbuch benötigt:

Positionswinkel P der Rotationsachse,

Deklination $D_♁$ der Erde und

Zentralmeridian Z.

Eine Bemerkung am Rande: Es ist auch möglich, diese Daten selbst zu rechnen.

<u>Sonne und Mars</u>

Dieser Rechenweg ist eine allgemeine Lösung für kugelförmige Himmelskörper.

Die gegebenen Koordinaten x und y werden ergänzt durch die auf den Beobachter zeigende z - Koordinate:

$$z = \sqrt{1 - x^2 - y^2} \qquad (1)$$

Es folgt eine Drehung um die z - Achse entsprechend des Positionswinkels P:

$$x' = x \cos P + y \sin P \qquad (2)$$

$$y' = - x \sin P + y \cos P \qquad (3)$$

Die Deklination $D_♁$ dreht das System um die x - Achse:

$$y'' = y' \cos D_♁ + z \sin D_♁ \qquad (4)$$

$$z'' = - y' \sin D_♁ + z \cos D_♁ \qquad (5)$$

(z'' wird nur in Formel (10) benötigt.)

Die gesuchten Koordinaten sind:

$$\varphi = \text{arc sin } y'' \tag{6}$$

$$\Delta\lambda = \text{arc sin } \frac{x'}{\cos\varphi} \tag{7}$$

$$\lambda = Z + \Delta\lambda \qquad \text{für die Sonne} \tag{8}$$

$$\lambda = Z - \Delta\lambda \qquad \text{für den Mars} \tag{9}$$

Formel (7) gilt für $\Delta\lambda = -90^\circ \ldots +90^\circ$, für die praktischen Gegebenheiten völlig ausreichend. Eine allgemeine Lösung ist:

$$\Delta\lambda = \text{arc tan } \frac{x'}{z''} \tag{10}$$

Zu beachten: Ist z" kleiner Null, dann 180° zu $\Delta\lambda$ addieren.

<u>Jupiter</u>

Anstelle von (1) gilt:

$$z = \sqrt{1 - x^2 - 1{,}143\, y^2} \tag{11}$$

Dann folgen unverändert (2), (3) und (4).
In die Rechnung wird eingefügt:

$$r = \sqrt{1 - 0{,}143\, y''^2} \tag{12}$$

Die planetozentrischen Koordinaten sind:

$$\varphi' = \text{arc sin } \frac{y''}{r} \tag{13}$$

$$\Delta\lambda = \text{arc sin } \frac{x'}{r \cos\varphi'} \tag{14}$$

$$\lambda = Z - \Delta\lambda \tag{15}$$

Infolge der Abplattung weicht die planetographische Breite von der planetozentrischen ab:

$$\varphi = \arc \tan \frac{\tan \varphi'}{0{,}8746} \tag{16}$$

Beispiel: Mars; gemessene Werte: $x = -\,0{,}72$; $y = +\,0{,}38$
physische Ephem.: $P = 12^\circ{,}80$; $D_\delta = -\,5^\circ{,}80$; $Z = 250^\circ{,}50$
(frei gewählte Zahlen)

$z =$	$0{,}58068925$	$\varphi =$	$27^\circ{,}95$	
$z' =$	$-\,0{,}61791911$	$\Delta\lambda =$	$-\,44^\circ{,}39$	(Formel 7)
$y' =$	$0{,}53007167$	$\lambda =$	$294^\circ{,}89$	
$y'' =$	$0{,}46867577$	$\Delta\lambda =$	$-\,44^\circ{,}39$	(Formel 10)
$z'' =$	$0{,}63128361$	$\lambda =$	$294^\circ{,}89$	

Beispiel: Jupiter; gemessene Werte: $x = -\,0{,}48$; $y = 0{,}53$
physische Ephem.: $P = -\,18^\circ{,}5$; $D_\delta = +\,2^\circ{,}90$; $Z = 112^\circ{,}50$
(frei gewählte Zahlen)

$z =$	$0{,}66972479$	$\varphi' =$	$22^\circ{,}82$
$x' =$	$-\,0{,}62336683$	$\Delta\lambda =$	$-\,43^\circ{,}12$
$y' =$	$0{,}35030530$	$\lambda =$	$155^\circ{,}62$
$y'' =$	$0{,}38374003$	$\varphi =$	$25^\circ{,}69$

Literatur: /1/ Wepner, Wolfgang: Mathematisches Hilfsbuch für Studierende und Freunde der Astronomie. Düsseldorf 1982. – /2/ Kowalec: Hilfsmittel zur Positionsbestimmung auf Riesenplaneten. Die Sterne 49 (1973) 4.

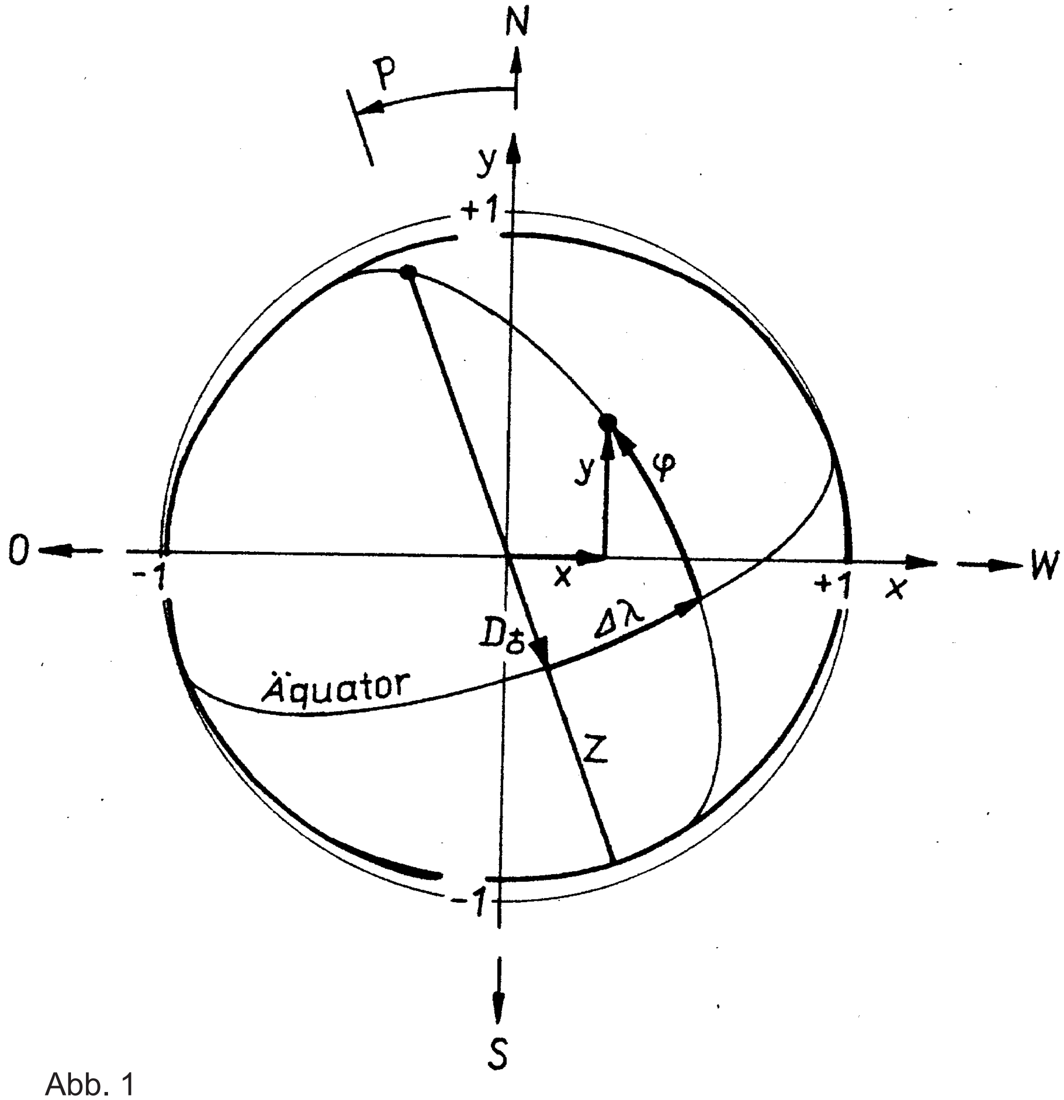

Abb. 1

Diese Seiten geben ein unveröffentlichtes Manuskript wieder, das bereits vor 1990 mit Schreibmaschine erstellt wurde. Ich bitte die dadurch bedingt teilweise mangelhafte Qualität zu entschuldigen.

Der Inhalt wurde ebenfalls nicht geändert.