

Waerden, B.L. van der

Berichtigung zu meiner Arbeit "Vergleich der
mittleren Bewegungen in der babylonischen,
griechischen und indischen Astronomie
(Centaurus 11, p. 1-18)

In: Centaurus, 15 - 1971 - p. 21 - 25

D vander Waerden

Astr

⁴⁰ See B.L. VANDER WAERDEN: Vergleich der mittleren Bewegungen in der griechischen und indischen Astronomie. Centaurus 11 (1965) p. 16.

5335 pag
WAERDEN, B.L. v.d.
1971

pag 1-18
VV 5700

V

D335 B. L. van der Waerden

column 15. 1971 p. 21-25

Berichtigung zu meiner Arbeit "Vergleich der mittleren
Bewegungen in der babylonischen, griechischen und indischen
Astronomie (Centaurus 11, p. 1-18).

Berichtigung zu meiner Arbeit »Vergleich der mittleren Bewegungen in der babylonischen, griechischen und indischen Astronomie« (Centaurus 11, p. 1-18)

von

B. L. VAN DER WAERDEN

Die Berechnung der siderischen Bewegung der Sonne und des Mondes nach Hipparchos wurde in der oben genannten Arbeit nicht ganz richtig durchgeführt. Die tropische Bewegung (Tabelle 1) war richtig berechnet. Um die siderische Bewegung zu erhalten, wurde zur tropischen Bewegung $5''54'50''$ als Betrag der Präzession addiert. Dieser Betrag wurde errechnet aus der Annahme, dass die Präzession nach Hipparchos, wie nach Ptolemaios, 1° in 100 Jahren beträgt. Diese Annahme findet zwar eine gewisse Stütze im Text des Ptolemaios, aber ganz eindeutig ist der Text doch nicht. Ptolemaios schreibt nämlich (Almagest VII 2):

... so ist auf diesem Wege gefunden worden, dass in rund 100 Jahren ein Fortrücken (der Fixsterne) von einem Grad in Richtung der Zeichen stattgefunden hat. Das ist offenbar auch die Annahme Hipparchos gewesen, der in der Schrift "Ueber die Länge des Jahres" also sagt: "Wenn nämlich aus diesem Grunde die Wendepunkte und Gleichpunkte in einem Jahre mindestens $\frac{1}{100}$ Grad gegen die Richtung der Zeichen zurückgingen, so müssten sie in 300 Jahren mindestens 3° zurückgegangen sein."

Hipparchos hat also angenommen, dass die Präzession *mindestens* 1° in 100 Jahren beträgt. Daher war es nicht richtig, für die Präzession nach Hipparchos einfach $36''$ pro Jahr anzusetzen.

Eine bessere Berechnung der siderischen Bewegung der Sonne und des Mondes erhält man aus einer anderen Almageststelle, auf die Viggo

* University of Zürich, Switzerland.

Petersen in Centaurus 11, p. 306 hingewiesen hat. Nach Almagest IV 2 hat Hipparchos nämlich gefunden, dass die Sonne in $126007\frac{1}{24}$ Tagen 345 Umläufe minus $7\frac{1}{2}$ Grad zurücklegt und der Mond 4612 Umläufe minus $7\frac{1}{2}$ Grad. Diese Umläufe sind, wie Ptolemaios ausdrücklich sagt, mit Bezug auf die Fixsterne genommen. Dividiert man diese Bewegungen durch $126007\frac{1}{24}$, erhält man für tägliche siderische Bewegung der Sonne

$$s = 59^{\circ}8'9''31''51''$$

und des Mondes

$$m = 13^{\circ}10'34''50''56''34''.$$

Subtrahiert man von m die tägliche Bewegung des Mondes in Anomalie

$$y = 13^{\circ}3'53''56''29''39''$$

und in Breite

$$z = 13^{\circ}13'45''39''40''17''$$

so erhält man die tägliche Bewegung des Apogeums und des Knotens:

$$m - y = 6'40''54''27''$$

$$m - z = -3'10''48''44''.$$

In der Tabelle 2 muss die mit "Hipparchos" überschriebene Kolonne demnach so lauten:

Tägl. sid. Bew.	Hipparchos
Sonne.....	59° 8' 9''' 32''
Mond.....	13°10' 34'' 50''' 57''
Apogäum.....	6' 40'' 54''' 27''
Knoten.....	-3' 10'' 48''' 44''
Präzession.....	mindestens 5''' 55''

Die Dauer des synodischen Monats beträgt nach Hipparchos wie nach System B der babylonischen Mondrechnung

(1) 29;31,50,8,20 Tage.

Nach der eben erwähnten Almageststelle IV 2 hat Hipparchos diesen Wert erhalten, indem er die Zahl der Tage in 4267 Monaten, nämlich $126007\frac{1}{24}$, durch 4267 dividiert hat. Führt man aber die Division exakt aus, so erhält man etwas weniger, nämlich

(2) $29;31,50,8,9$ Tage.

Die Abweichung ist ganz geringfügig. Die Zeitdifferenz zwischen den zwei Finsternissen, die Hipparchos benutzt hat, wurde von ihm nämlich in ganzen Stunden angegeben. Ein Abrundungsfehler von einer halben Stunde würde in der Dauer des synodischen Monats einen Fehler von

$$0;0,0,1,3$$

Tagen ergeben.

Es ist aber doch bemerkenswert, dass Hipparchos die vierte Sexagesimastelle, die eigentlich 9 sein sollte, auf 20 gerundet hat und nicht auf 10 oder 0, wie es näher liegen würde. Die Aufrundung zeigt nämlich, dass Hipparchos den babylonischen Wert gekannt hat. Er fand aus seiner Division fast denselben Wert und hatte deshalb keinen Grund, ihn zu ändern.

Die oben benutzten Werte y und z für die tägliche Bewegung des Mondes in Anomalie und in Breite wurden von Ptolemaios erhalten, indem er die monatlichen Bewegungen Y und Z durch die Zahl (1) dividiert hat. Würde man durch (2) dividieren, so würde man etwas grössere Werte für y und z erhalten. Die Differenz macht weniger als $5''$ aus und ist praktisch bedeutungslos.

Die monatliche Bewegung der Sonne nach Hipparchos erhält man, indem man die siderische Bewegung der Sonne in 4267 Monaten, nämlich

$$345 \text{ Umläufe minus } 7\frac{1}{2} \text{ Grad}$$

durch 4267 dividiert. Man erhält

$$29^{\circ}6'19''14'''10''''.$$

Addiert man 360° , so erhält man die monatliche Bewegung des Mondes

$$(3) \quad X = 360^{\circ} + 29^{\circ}6'19''14'''.$$

Die monatlichen Bewegungen in Anomalie Y und Breite Z wurden in Tabelle 3 richtig angegeben:

$$Y = 360^{\circ} + 25^{\circ}49'0''14'''$$

$$Z = 360^{\circ} + 30^{\circ}40'14''4'''.$$

Demnach wird die siderische Bewegung des Apogeums

$$(4) \quad X - Y = 3^{\circ}17'19''0'''$$

und des Knotens

$$(5) \quad X - Z = -1^{\circ}33'54''50'''.$$

Die berichtigten Werte (3), (4), (5) sollten in die letzte Spalte der Tabelle 3 eingesetzt werden. Der Wert (3) liegt nahe beim babylonischen Wert nach System B.

Aus den Hipparchischen Angaben über die Bewegung der Sonne in 4267 Monaten oder $126007\frac{1}{4}$ Tagen erhält man direkt die Dauer des siderischen Jahres

$$(6) \quad 12;22,7,54,23 \text{ Monate} = 365;15,35,29,28 \text{ Tage.}$$

Der babylonische Wert nach System B

$$12;22,7,51,53,40$$

der manchmal auf 12;22,8 gerundet erscheint, ist nur wenig verschieden von dem des Hipparchos.

Aus (6) erhält man leicht die jährliche Bewegung des Mondes

$$(7) \quad 13 \text{ Umläufe} + 132^{\circ}47'26''$$

und den Umdrehungsüberschuss, d.h. den Ueberschuss der Rotation der Fixsterne im Jahr über 366 Umläufe

$$(8) \quad 93^{\circ}32'57''.$$

Die jährlichen Bewegungen des Apogeums und des Knotens erhält man etwa, indem man die monatlichen Bewegungen mit dem Faktor (6) multipliziert. Man findet

$$(9) \quad \text{Apogäum } 40^{\circ}40'34''$$

$$(10) \quad \text{Knoten } -19^{\circ}21'36''.$$

Die berichtigten Werte (7), (8), (9), (10) sind in Tabelle 4 einzutragen.

Zum Vergleich mögen in der nachfolgenden Tabelle auch die Werte nach System B und nach Ptolemaios eingetragen werden:

Berichtigung der Tabelle 4

Jährliche Bewegung	System B	Hipparchos	Ptolemaios
Mond.....	132°47'11''	132°47'26''	132°45'12''
Apogäum.....	40°40'36''	40°40'34''	40°40'46''
Knoten.....	19°21'35''	– 19°21'36''	19°21'26''
Umdrehungsüberschuss.	93°25'50''	93°32'57''	92°27'12''

Wie zu erwarten war, liegen die Werte des Hipparchos nahe bei denen des Systems B.